МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук

СОГЛАСОВАНО
Ученым советом ТОИ ДВО РАН
протокол № 4 от «07» апреля 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТОИ ДВО РАН
академик РАН
_____ Г.И. Долгих
«07» апреля 2022 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру

по научной специальности 1.6.4. «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых»

Владивосток
2022

Настоящая программа разработана на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры, паспорта научной специальности, разработанного экспертным советом ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

1. Минералогия

Минералогия как наука, ее содержание и задачи. Понятие о минерале. Научное и практическое значение минералогии.

Цвет, черта, блеск, прозрачность, твердость, спайность, удельный вес, магнитность, радиоактивность и др. Связь физических свойств с составом, структурой и условиями образования минералов (типоморфизм). Природа окраски минералов.

Современные методы исследования состава и структуры минералов. Методы спектроскопии твердого тела, рентгенофазового, рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализов, электронной микроскопии высокого разрешения и др. Полевые методы диагностики минералов. Экспериментальные физико-химические исследования минералов.

Аутигенные минералы в донных отложениях морей и океанов. Гидротермальные минералы в Мировом океане. Минералогия магматических формаций в Мировом океане: основные особенности.

Минералогическое картирование и минералогические методы, используемые для прогноза, поисков, разведки и оценки месторождений полезных ископаемых.

Современные физико-химические методы исследования минералов. Кристаллография и кристаллохимия минералов, их техногенных и синтетических аналогов.

Минералогия нетрадиционных и потенциально новых видов полезных ископаемых, минералогическое материаловедение и синтез минералоподобных материалов. Рентгеноструктурный анализ и другие методы изучения строения кристаллов.

Облик и габитус кристаллов. Скрытокристаллические агрегаты, конкреции, секреции и др. Псевдоморфозы.

Минералы как многокомпонентные системы переменного состава. Типы химической связи в минералах (ионная, ковалентная, металлическая, межмолекулярная). Атомные и ионные радиусы. Изоморфизм. Типы изоморфных замещений. Полиморфизм. Аморфное, стеклообразное и коллоидное состояние вещества.

Происхождение и изменение минералов в природе. Понятие о процессах минералообразования: магматическом: пегматитовом, пневматолитовом, гидротермальном, метаморфическом (в том числе ударном), метасоматическом, гипергенном. Распространенность минералов в земной коре и мантии. Подразделение минералов на породообразующие, акцессорные, рудные, редкие и вторичные.

Описание минералов. Принципы, лежащие в основах современных классификаций минералов. Кристаллохимическая систематика минералов. Минеральные виды и разновидности (самородные элементы, сульфиды и их аналоги, бораты, силикаты и др.).

Самородные элементы. Общая характеристика и условия образования в природе. Металлы: медь, серебро, золото, элементы платиновой группы. Неметаллы: алмаз, графит, сера.

Сульфиды и их аналоги. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы систематики сульфидов и их аналогов. Простые сульфиды и их аналоги: халькозин, галенит, сфалерит, киноварь, пентландит, пирротин, никелин, антимонит, аурипигмент, молибденит, реальгар. Двойные сульфиды: халькопирит, станнин, борнит. Дисульфиды и их аналоги: пирит, кобальтин, марказит, арсенопирит. Сложные сульфиды и их аналоги: блеклые руды, пираргирит, прустит.

Бораты. Общая характеристика и условия образования в природе. Островные бораты: людвигит. Цепочечные бораты: гидроборацит. Каркасные бораты: борацит.

Силикаты. Современное преставление о структурных типах силикатов. Основы современной кристаллохимической классификации силикатов. Островные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами без добавочных анионов: фенакит, виллемит, минералы группы оливина (изоморфные ряды форстерит-фаялит-тефроит), минералы группы гранатов (пироп, альмандин, спессартин, гроссуляр, андрадит, уваровит, Ti- и Zr- содержащие гранаты – меланит, шорломит, кимцеит; гидрогранаты), циркон, торит. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами и добавочными анионами: кианит, андалузит, силлиманит, ставролит, топаз, титанит. Островные силикаты со сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами (диортосиликаты): каламин. Островные силикаты с изолированными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами: цоизит, эпидот, везувиан. Островные силикаты кольцевого типа: берилл, кордиерит, диоптаз, турмалин, эвдиалит.

Цепочечные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы классификации пироксенов. Ромбические пироксены: минералы ряда энстатит ферросилит. Моноклинные пироксены: минералы ряда клиноэнстатит-клиноферросилит, минералы ряда диопсид-геденбергит, авгит, эгирин, жадеит, сподумен. Пироксеноиды: волластонит, родонит.

Ленточные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Подходы к современной классификации амфиболов. Ромбические амфиболы: антофиллит, жедрит. Моноклинные амфиболы: минералы ряда тремолит-актинолит, роговые обманки.

Слоистые силикаты и алюмосиликаты, основы их классификации. Общая характеристика и условия образования в природе. Силикаты с двухслойным пакетом: каолинит, минералы группы серпентина (антигорит,

лизардит, хризотил). Силикаты с трехслойным пакетом: тальк, пирофиллит, слюды (мусковит, флогопит, биотит, лепидолит), монтмориллонит,

Нонтронит. Силикаты с четырехслойным пакетом: минералы группы хлоритов (клинохлор, шамозит).

Каркасные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов: полевые шпаты (калиевые полевые шпаты – ортоклаз, микроклин; плагиоклазы – альбит, олигоклаз, андезин, лабрадор, битовнит, анортит), лейцит, поллуцит, нефелин. Каркасные алюмо- и бериллосиликаты с добавочными анионами: минералы группы скаполита (мейонит-мариалит), канкринит, содалит, лазурит. Водосодержащие каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов (цеолиты): натролит, анальцим, стильбит (десмин), гейландит.

Магматические минеральные ассоциации. Понятие о магме, ее состав. Дифференциация магмы при ее остывании. Ликвация и кристаллизационная дифференциация. Типичные минеральные ассоциации, связанные с основным и ультраосновным типами магмы.

Минеральные ассоциации пегматитов. Понятие «пегматит» и общая характеристика пегматитового процесса. Минеральные ассоциации скарнов. Общая характеристика контактово-метасоматических процессов минералообразования. Известковые и магнезиальные скарны. Образование минералов и минеральных ассоциаций в скарнах. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов.

Минеральные ассоциации альбититов и грейзенов. Понятия «альбитит» и «грейзен». Зональность грейзеновых и связь с гидротермальными ассоциациями.

Гидротермальные минеральные ассоциации. Связь гидротермальных растворов с магматическими очагами. Способы переноса и отложения вещества в гидротермальных растворах. Типичные минеральные ассоциации в гидротермальных образованиях.

Минеральные ассоциации гипергенных процессов. Общие условия и факторы, определяющие характер гипергенных процессов. Зональность зоны окисления, причины зональности. Условия и закономерности образования минералов в коре выветривания пород. Минералы, образующиеся в коре выветривания и остаточные минералы. Механическая и гидрохимическая дифференциация вещества при минералообразовании в осадках. Россыпи и их главнейшие минеральные ассоциации. Минералы, образующиеся при биогенных процессах осадконакопления.

Краткая физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме. Типичные минеральные ассоциации в различных по исходному составу метаморфических породах.

2. Кристаллография

Геометрическая кристаллография. Пространственная решетка как фундамент геометрической теории строения кристаллов. Основные законы кристаллографии. в свете решетчатого строения кристаллов.

Кристаллографические координатные системы, категории, сингонии. Распределение 32-х кристаллографических классов по 7-ми сингониям и 3-м категориям. Международная символика (символика Германа-Могена) точечных групп симметрии. Морфология кристаллов. Простые формы кристаллов, их характеристики. Понятия «облик» и «габитус» кристалла. Символы граней и ребер кристаллов, их определение и взаимосвязь. Симметрия и форма реальных кристаллов. Принцип Кюри. Закономерные и незакономерные срастания кристаллов. Типы решеток Браве, их вывод. Понятие «элементарная ячейка». Симметрия решеток Браве.

Основные положения теоретической кристаллохимии. Основные и промежуточные типы химической связи. Принципы теории плотнейшей упаковки. Основные структурные типы. Полиморфизм как общее свойство кристаллических веществ. История открытия полиморфизма как явления. Классификация полиморфизма. Изоморфизм и его классификация. Его соотношение с твердыми растворами. Изоморфизм как функция температуры и давления. Распад изоморфных смесей при понижении температуры и повышении давления.

Рост и морфология кристаллов. Нормальный и послойный рост кристаллов. Скелетные формы. Нитевидные кристаллы. Расщепление кристаллов. Сферолиты. Влияние точечных дефектов на рост и морфологию кристаллов. Дислокации как источники слоев роста. Формирование двойников.

Рентгенография минералов и рентгено-структурный анализ. Физические основы рентгенографии кристаллов. Применение рентгенографии для решения задач качественного и количественного анализа. Базы рентгеновских данных (база данных PDF, MINCRYST). Индицирование рентгеновских спектров.

Структура и свойства кристаллов. Окраска кристаллов. Избирательное поглощение, как причина появления окраски. Интерпретация природы окраски минералов в рамках зонной теории, теории молекулярных орбиталей и теории кристаллического поля. Оптические свойства кристаллов. Природа световых лучей и основные понятия кристаллооптики. Особенности состава и строения люминесцентных и лазерных кристаллов. Магнитные свойства кристаллов. Магнитный момент электрона и атома. Особенности магнитных свойств кристаллов (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики).

3. Геохимия. Объект геохимии.

Определение геохимии. Атомы химических элементов в природе, основные проблемы геохимии: распространенность химических элементов и распределение их в природе. Возникновение геохимии. Основополагающие работы Ф.У. Кларка, В.И. Вернадского, В.М. Гольдшмидта, А.Е. Ферсмана. Основные тенденции развития геохимии во второй половине XX века. Основные труды по геохимии.

Место геохимии в системе наук о Земле.

Распространенность элементов в земной коре. Методы оценки среднего химического состава земной коры. Работы Ф.У. Кларка, В.И. Вернадского, И.В. Ноддаков, В.М. Гольдшмидта, А.Е. Ферсмана, А.П. Виноградова. Современные представления о структуре земной коры; типы земной коры. Масса коры и отдельных ее структурных единиц; оценка масс различных генетических групп пород в земной коре. Работы А. Полдерварта, А.Б. Ронова, А.А. Беуса, С.Р. Тейлора. Современные оценки распространенности элементов в земной коре; основные закономерности распространенности элементов в земной коре.

Геофизические данные о строении Земли. Земная кора, мантия, ядро. Способы оценки среднего состава оболочек и ядра Земли. Полиморфизм и состояние вещества в глубинных сферах Земли.

Задача классификации. Периодический закон Д.И. Менделеева и классификация элементов. Классификация В.И. Вернадского; другие классификации.

Представления об ассоциациях химических элементов в природе.

Распределение химических элементов между фазами в условиях равновесия. Закон Генри и др. Понятие коэффициента распределения, зависимость от температуры и давления; представление о геотермометрах и геобарометрах.

Термодинамика водных растворов. Формы нахождения элементов в растворах, активности и концентрации компонентов. Закон Дебая-Хюккеля. Растворение, перенос компонентов, комплексообразование и причины осаждения. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные реакции, диаграммы Eh-pH. Представления о геохимических барьерах.

Основные представления о диффузии и конвекции как механизмах массопереноса и дифференциации в геохимии. Роль кинетических факторов в реакциях минералообразования.

Понятие о миграции элементов. Явления концентрации и рассеяния.

Стабильные и нестабильные изотопы химических элементов, явление радиоактивности, радиогенные изотопы. Типы радиоактивности. Закон радиоактивного распада, понятия константы распада и периода полураспада. Принципы изотопной геохронологии. Метод изохрон.

Геомикробиология как раздел геохимических методов поисков МПИ.

4. Геохимия геологических процессов

Типы магматических рудных месторождений. Процесс дифференциации магмы как процесс рудообразования; роль кристаллизационной дифференциации.

Изучение химического состава природного вещества в геологических и связанных с ними системах (земной коре, глубинных геосферах Земли, гидросфере, атмосфере, техносфере, внеземных объектах, живом веществе) и процессах, исследование состояния, форм нахождения, закономерностей распространенности и поведения (распределения, концентрирования, фракционирования) химических элементов и их изотопов.

Состав вулканических газов; закономерности изменения состава водных источников и газов вулканических областей в ходе вулканического процесса. Газы ювенильные и возрожденные; геохимические признаки происхождения вулканических газов.

Геохимическая (Гольдшмидтовская) классификация осадочных образований. Химический состав и ассоциации элементов различных типов осадочных пород. Относительная распространенность различных типов осадочных пород.

Физико-химические факторы осадочной дифференциации. Роль температуры, давления, состава атмосферы и вод; значение активности живых организмов и органического вещества осадков.

Особенности современных процессов осадкообразования: геохимия коры выветривания и почв континентов; особенности процессов формирования континентального стока, средний состав жидкого и твердого стока, другие механизмы поставки материала, их количественные оценки; динамика седиментации в бассейнах осадконакопления, геотектонические и фациальные закономерности отложения терригенного, биогенного и хемогенного материала; геохимия диагенеза. Работы Н.М. Страхова, А.П. Лисицына, А.Б. Ронова, Р.М. Гаррелса.

Изучение поведения химических элементов и их изотопов в биокосных системах, выявление контролирующих его механизмов химических и биохимических реакций.

Геохимическое картирование, интерпретация геохимических карт и оценка на их основе параметров геохимических и биогеохимических систем.

Изучение закономерностей эволюции геохимических процессов в геологической истории Земли и истории ее биосферы.

Теория и практика геохимических методов прогноза, поисков и оценки месторождений полезных ископаемых; геохимические исследования, сопровождающие разведку, разработку, обогащение и переработку полезных ископаемых.

Экологическая геохимия, геохимический мониторинг окружающей среды.

Типы осадочных рудных месторождений и месторождений кор выветривания. Осадочная дифференциация как рудообразующий процесс; динамические модели осадочной дифференциации и анализ факторов концентрирования рудных элементов в этом процессе.

Масса и химический состав вод гидросферы; сопоставление состава морских и континентальных вод; устойчивость состава солевой массы океана; колебания солености морских вод. Малые компоненты гидросферы; жизнь и органическое вещество морских вод.

Состав атмосферы; строение атмосферы и распределение ее компонентов по высоте. Факторы, контролирующие химический состав атмосферы. Атмосфера как динамическая система и геохимические циклы газов атмосферы. Инертные газы.

Определение В.И. Вернадского биосферы и живого вещества. Живое вещество; его количество и химический состав, ассоциации элементов живого вещества (биофильные элементы). Энергия и активность живого вещества. Понятие о биогеохимических процессах; прямое и косвенное влияние организмов на геологические процессы; геохимические функции организмов; организмы-концентраторы. Живое вещество как мощный геологический фактор в истории земной коры; понятие о ноосфере. Работы В.И. Вернадского.

Органическое вещество в геохимии. Распространенность и формы накопления органического вещества. Состав органического вещества осадков и осадочных пород; ассоциации элементов, накапливающихся в связи с органическим веществом; органическое вещество как фактор концентрирования элементов. Разложение органического вещества в почвах и осадках, и влияние этого процесса на физико-химические параметры геохимических процессов. Геохимия нефти и угля.

Круговорот химических элементов в земной коре, геохимические циклы.

Учение о геохимических поисках месторождений полезных ископаемых как самостоятельный раздел геологических наук. Роль и место геохимических методов на этапах и стадиях геологоразведочного процесса. Работы Н.И. Сафронова, А.П. Соловова, В.А. Соколова, А.И. Перельмана.

Роль микробиологических сообществ в генезисе, миграции и трансформации вещества.

Влияние метаболического микробного разнообразия на трансформацию веществ в окружающей среде.

Геомикробиология и микробная геохимия

5. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых

Понятия о геохимическом поле, местном геохимическом фоне, «явных» и слабых геохимических аномалиях; месторождение полезного ископаемого как частный случай геохимической аномалии. Первичный ореол месторождения. Гипергенное поле рассеяния; вторичные ореолы и потоки рассеяния полезных ископаемых в геосферах.

Типы геохимических барьеров и их роль в образовании геохимических аномалий.

Литохимические методы поисков.

Потоки рассеяния рудных месторождений.

Первичные ореолы рудных месторождений. Поиски слепых рудных тел по первичным ореолам на флангах и глубоких горизонтах разведываемых и эксплуатируемых месторождений. Ряды зонального отложения элементов типоморфного комплекса и методы их выявления.

Гидрохимические поиски рудных месторождений по катионам металлов и по сульфат-иону путем опробования поверхностных водных потоков. Писки погребенных месторождений в закрытых районах при

наличии водоносного горизонта. Методы анализа, применяемые при гидрохимических поисках.

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. Газы нефтяных и угольных месторождений, газы рудных месторождений. Типы и виды газовых съемок: гелиевая, газортутные съемки. Методика и техника отбора газов при разных видах съемки. Аэрогазовые съемки. Принципы хроматографического анализа газовых смесей.

Собственно биогеохимический и геоботанический методы поисков. Коэффициент биогенного поглощения элементов, биогеохимические барьеры. Методика и техника биогеохимических съемок в закрытых районах; области эффективного применения биогеохимического метода поисков.

Использование микроорганизмов-биоиндикаторов для эффективного применения метода поисков.

Учение В.И. Вернадского о биосфере. Понятие «техногенез». Технофильность химических элементов. Окружающая среда и ее компоненты.

Количественные геохимические показатели, используемые при оценке компонентов окружающей среды: среднеаномальные содержания, кларк концентрации, площадь загрязнения, количество металла в загрязняющем слое.

Суммарный показатель загрязнения почв, снегового покрова, растительности, донных отложений и вод. Уровни загрязнения компонентов окружающей среды.

Использование методов биоремедиации для восстановления окружающей среды

Понятие оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Цели, задачи, принципы и область применения ОВОС. Государственная экологическая экспертиза.

6. Газогеохимические поля. Газогеохимические методы исследования

Методика газогеохимических исследований. Газогеохимические исследования как метод поиска газовых гидратов и выявления залежей углеводородов. Газогеохимические поля как индикаторы геологических процессов и сейсмо-тектонической активности. Практическая значимость комплекса газогеохимических исследований. Газогеохимические поисковые показатели: метан (CH_4), его предельные и непредельные гомологи (C2-C5), углекислый газ (CO_2), водород (H_2), гелий (He), кислород (O_2) и азот (N_2). Источники метана.

Восходящая эмиссия природных газов из недр. Выходы природных газов, связанные с гидротермальными системами. Выходы природных газов, связанные с термальными источниками, холодными источниками и

грязевыми вулканами. Подводные и наземные выходы природных газов с связанные с геотермальными системами.

Форма нахождения газов угленосных толщ и их миграция. Газоносность угленосных толщ. Влияние геологических факторов на газоносность. Экологические последствия выходов газов угольных месторождений.

Геологические условия формирования и разрушения газогидратов. Геоэкологические аспекты газогеохимических полей и потоков метана. Влияние потоков природных газов на ряд геохимических (аутигенное минералообразование), биологических (формирование донных сообществ микро- и макроорганизмов) и экологических (взрывоопасность, токсичность, повышение концентрации парниковых газов) процессов.

Роль аутигенной карбонатной минерализации в исследовании подводных выходов углеводородных газов.

Ресурсы метана как нетрадиционного энергетического сырья.

Газогеохимические поля и распределение природных газов в дальневосточных морях. Газогеохимические исследования в морях российского сектора Арктики. Газогидратоносность окраинных морей западной части Тихого океана.

Газогеохимические исследования в составе инженерно-экологических изысканий.

Газогеохимические исследования почв и грунтов. Биогаз. Поверхностная газовая съемка: шпуровая, эмиссионная, сопровождающиеся отбором проб почвенного/грунтового воздуха и приземной атмосферы. Скважинные газогеохимические исследования.

Лабораторный газохроматографический анализ компонентного состава газовой фазы почв/грунтов, растворенных газов в воде и осадке.

Методика газогеохимических исследований. Применение методов газогеохимических исследований для решения задач поиска нефтегазовых месторождений и газогидратов.

Источники метана.

Форма нахождения газов угленосных толщ и их миграция.

Газоносность угленосных толщ.

Влияние геологических факторов на газоносность. Экологические последствия выходов газов угольных месторождений.

Геологические условия формирования и разрушения газогидратов.

Экология потоков метана и газогидратов.

Ресурсы метана как нетрадиционного энергетического сырья.Основные понятия нефтегазовой микробиологии.

Основные типы микробиомов с участием метанотрофных сообществ.

7. Геомикробилогические методы исследования

Геомикробиология. Область изучения геомикробиологии. Роль микроорганизмов в геологических и геохимических процессах. Микробиологические процессы и добыча полезных ископаемых.

Микробно-минеральные взаимодействия. Практическое значение и область применения геомикробиологичеких исследований. Биоремедиация.

Разложение органических и ядерных отходов микробными сообществами. Микробная деградация углеводородов. Цикл органического углерода и сопряженные с ним циклы. Трофическая структура микробных сообществ. Циано-бактериальные маты.

Морские бактерии и бактерии донных отложений. Роль в круговороте органического вещества. Роль прокариотного мира в становлении биосферы. Процессы биологического связывания CO_2: фотосинтез, хемосинтез, гетеротрофная фиксация. Включение в круговорот углерода метана и монооксиси углерода. Роль микроорганизмов в превращении сложных безазотистых органических веществ (целлюлоза, крахмал, пектин, легнин и др.). Биологический цикл серы и ее соединений. Окислительные и восстановительные звенья в круговороте серы. Микроорганизмы, принимающие участие в этих процессах. Превращение соединений фосфора. Направление и миграция фосфора в биосфере. Микроорганизмы, участвующие в круговороте фосфора. Биологический цикл железа. Минерализация органических соединений, содержащих железо хемоорганотрофными организмами. Окисление восстановленных соединений железа автотрофными облигатно-ацидофильными бактериями и гетеротрофными железобактериями.

Посев образцов почвы и учет результатов. Метод почвенных комочков. Посев образцов почвы методом предельных разведений. Подсчет количества колоний. Характеристика качественного состава микрофлоры почвы. Описание колоний микромицетов, бактерий, актиномицетов. Микроскопия колоний бактерий, актиномицетов, микромицетов; зарисовка препаратов.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Астахов А.А. Литохимия осадков материковой окраины Востока Азии. Владивосток: Дальнаука, 2001. 240 с.
2. Браунлоу А.Х. Геохимия. М.: Недра, 1984. 463 с.
3. Войткевич Г.В. Проблемы космохимии. Ростов-на-Дону: Ростовский ун-т, 1987. 480 с.
4. Гавриленко В.В., Сорокина Н.А. Геохимические циклы токсичных элементов. Л.: ЛГУ, 1988. 172 с.
5. Гавриленко В.В.,Сахоненок В.В. Основы геохимии редких литофильных металлов. Л.: ЛГУ, 1986.
6. Гаррелс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия // Науки о Земле. Фундаментальные труды зарубежных ученых по геологии, геофизике и геохимии. Т. 5. М.: Мир, 1968. 371 с.
7. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.

8. Деркачев А.Н., Николаева Н.А. Минералогические индикаторы обстановок приконтинентального осадкообразования западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2010. 321 с.
9. Жариков В.А. Основы физико-химической петрологии. М.: МГУ, 1976. 420 с.
10. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. В 6 кн. М.: Недра, 1994-1997 гг.
11. Интерпретация геохимических данных. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.
12. Мармузова Л.В. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности. 5-е изд., стер. М.: Академия, 2014. 160 с.
13. Матюхина З.П. Основы физиологии питания, гигиены и санитарии. 7-е изд. М.: Академия, 2013. 256 с.
14. Мейсон Б. Основы геохимии. М.: Недра, 1971. 312 с.
15. Мияке Я. Основы геохимии. М.: Недра, 1969. 328 с.
16. Обжиров А.И. 1993. Газогеохимические поля придонного слоя морей и океанов. М.: Наука, 139 с.
17. Перельман А.И. Геохимия. 2-е изд. М.: Высш. шк., 1989. 527 с.
18. Сауков А.А. Геохимия. 4-е изд. М.: Наука, 1975. 480 с.
19. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1985. 280 с.
20. Соловов А.П., Матвеев А.А. Геохимические методы поисков рудных месторождений. 2-е изд. М.: МГУ, 1985. 232 с.
21. Справочник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.В. Кокин, А.Е. Мирошников, В.Г. Прохоров. М.: Недра, 1990. 480 с.
22. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / Под ред. А.П. Соловова. М.: Недра, 1990. 335 с.
23. Файф У. Введение в геохимию твердого тела. М.: Мир, 1967. 231 с.
24. Фор Г. Основы изотопной геологии. М.: Мир, 1989. 590 с.
25. Хендерсон П. Неорганическая геохимия. М.: Мир, 1985. 341 с.
26. Шакиров Р.Б. Газогеохимические поля морей Восточной Азии. М.: ГЕОС, 2018. 341 с.
27. Шоу Д.М. Геохимия микроэлементов кристаллических пород. Л.: Недра, 1969. 207 с.
28. Щербина В.В. Основы геохимии. М.: Недра, 1972. 297 с.

Дополнительная литература

1. Батурин Г.Н., Дубинчук В.Т. Микроструктуры железо-марганцевых конкреций океана: Атлас микрофотографий. М.: Наука, 1989. 288 с.
2. Белоусов В.В. Очерки геохимии природных газов. Л.: Химтеоретиздат, 1937. 144 с.
3. Беус А.А. Геохимия литосферы. 2-е изд. М.: Недра, 1981. 296 с.
4. Боуэн Н.Л. Эволюция изверженных пород. М.-Л.: Госгеолнефтиздат, 1934. 324 с.

5. Будыко М.И., Ронов А.Б., Яншин А.Л. История атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 208 с.

6. Валяшко М.Г. Основы геохимии природных вод // Геохимия. 1967. № 11. С. 1395-1407.

7. Введение в геохимию океана / А.П. Виноградов. Избранные труды. Геохимия океана. М.: Наука, 1989. С. 36-216.

8. Вернадский В.И. Биосфера. 5-е изд. / Библиотека трудов академика В.И. Вернадского. Живое вещество и биосфера. М.: Наука, 1994. С. 159-468.

9. Вернадский В.И. Очерки геохимии. 8-е изд. / Библиотека трудов академика В.И. Вернадского. Труды по геохимии. М.: Наука, 1994. 495 с.

10. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. Тр. биогеохимической лаборатории ГЕОХИ АН СССР. Т. 16. М.: Наука, 1980. 320 с.

11. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. 2-е изд. М.: Наука, 1987. 477 с.

12. Виноградов А.П. Атмосферы планет солнечной системы / Избранные труды. Проблемы геохимии и космохимии. М.: Наука, 1988. С. 172-181.

13. Виноградов А.П. Атомные распространенности химических элементов Солнца и каменных метеоритов / Избранные труды. Проблемы геохимии и космохимии. М.: Наука, 1988. С. 91-97.

14. Виноградов А.П. Биогеохимические провинции / А.П. Виноградов. Избранные труды. Геохимия изотопов и проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1993. С. 145-166.

15. Виноградов А.П. Биогеохимические провинции и их роль в органической эволюции / А.П. Виноградов. Избранные труды. Геохимия изотопов и проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1993. С. 166-179.

16. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. 2-е изд. М.: АН СССР, 1957. 237с.

17. Виноградов А.П. Химическая эволюция Земли / Избранные труды. Проблемы геохимии и космохимии. М.: Наука, 1988. С. 118-143.

18. Гаррелс Р., Маккензи Ф. Эволюция осадочных пород. М.: Мир, 1974. 271 с.

19. Гаррелс Р.М. Круговорот углерода, кислорода и серы в течение геологического времени. М.: Наука, 1975. 47 с.

20. Гидротермальный рудогенез океанского дна. М.: Наука, 2006. 527 с.

21. Гольдшмидт В.М. Геохимические законы распределения и частота элементов в космосе / Основные идеи геохимии. Вып. 1. / Под ред. А.Е. Ферсмана. Л.: Госхимтехиздат, Ленингр. отд., 1933. С. 250-276.

22. Гольдшмидт В.М. Геохимические принципы распределения редких элементов / Редкие элементы в изверженных горных породах и минералах / Ред. В.В. Щербина. М.: Иностр. лит., 1952. С. 9-16.

23. Гольдшмидт В.М. Основы количественной геохимии // Успехи химии. 1934. Т. 3. Вып. 3. С. 448-483.

24. Гольдшмидт В.М. Сборник статей по геохимии редких элементов. М.-Л.: ГОНТИ, 1938. 244 с.

25. Дубинин А.В. Геохимия редкоземельных элементов в океане. М.: Наука, 2006. 360 с.

26. Закономерности распределения химических элементов в земной коре // А.П. Виноградов. Избранные труды. Проблемы геохимии и космохимии. М.: Наука, 1988. 366 с.

27. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

28. Коржинский Д.С. Теория метасоматической зональности. М.: Наука, 1969. 111 с.

29. Крайнов С.Р., Швец В.М. Гидрогеохимия. М.: Недра, 1992. 208 с.

30. Леонтьев О.К. Морская геология (Основы геологии и геоморфологии дна Мирового океана). М.: Высш. школа, 1982. 344 с.

31. Лисицын А.П. Осадкообразование в океанах. М.: Наука, 1974. 440 с.

32. Лисицын А.П. Процессы океанской седиментации. Литология и геохимия. М.: Наука, 1978. 392 с.

33. Метасоматизм и метасоматические породы / Под ред. В.А. Жарикова, В.Л. Русинова. М.: Научный мир, 1998. 442 с.

34. Ноддак И. и В. Частота химических элементов // Основные идеи геохимии. Вып. 2 / Под ред. А.Е. Ферсмана. Л.: Химтеоретиздат, 1935. С. 5-22.

35. Полдерваарт А. Химия земной коры // Земная кора. М.: Иностр. лит., 1957. С. 130-157.

36. Ронов А.Б. Стратисфера или осадочная оболочка Земли (количественное исследование). М.: Наука, 1993. 144 с.

37. Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А. Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. М.: Наука, 1990. 182 с.

38. Руби В.В. Эволюция гидросферы и атмосферы в связи со специальным рассмотрением вероятного состава древней атмосферы // Земная кора. М.: Иностр. лит., 1957. С. 650-671.

39. Рябчиков И.Д. Рябчиков И.Д. Геохимическая эволюция мантии Земли. М.: Наука, 1988. 37 с.

40. Рябчиков И.Д. Термодинамика флюидной фазы гранитоидных магм. М.: Наука, 1975. 232 с.

41. Рябчиков И.Д. Термодинамический анализ поведения малых элементов при кристаллизации силикатных расплавов. М.: Наука, 1965. 120 с.

42. Сафронов Н.И. Основы геохимических методов поисков рудных месторождений. Л.: Недра, 1971. 216 с.

43. Страхов Н.М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука, 1976. 299 с.

44. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 535 с.

45. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора. Ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. 384 с.

46. Файф У., Прайс Н., Томпсон А. Флюиды в земной коре. М.: Мир, 1981. 424 с.

47. Ферсман А.Е. Избранные труды. М.: АН СССР. Т. 3, 1956. С. 9-791; Т. 4, 1957. С. 3-581; Т.5, 1959. С. 3-414.

48. Ферсман А.Е. Пегматиты. Т. I. Гранитные пегматиты. В книге: А.Е. Ферсман. Избранные труды. Т. VI. М.: АН СССР, 1960. С.5-739.

49. Холланд Х. Химическая эволюция океанов и атмосферы. М.: Мир, 1989. 551 с.

50. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Курс геохимии осадочных пород. Сыктывкар: ИПО СГУ, 2001. 283 с.

51. Якушова А.Ф., Хаин В.Е., Славин В.И. Общая геология. М.: МГУ, 1988. 448 с.

52. Clarke F.W. The date of geochemistry // U.S. Geol. Surv. Bull. (Washington). 1924. No. 770. 841 p.

53. Goldschmidt V.M. Geochemistry. Oxford: Clarendon Press, 1954. 730 p.

54. Salomons W., Förstner U. Metals in the hydrocycle. Springer-Verlag, 1984. 349 p.

Программа рассмотрена, обсуждена и одобрена на семинаре Отдела геологии и геофизики ТОИ ДВО РАН «06» апреля 2022 г.

Председатель семинара
зав. лаб. газогеохимии,
д.г.-м.н., доцент

Р.Б. Шакиров