

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан



П. А. Тишин



22 июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Типоморфизм минералов
по направлению подготовки

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) подготовки
«Эволюция Земли: геологические процессы и полезные ископаемые»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2023

Код дисциплины в учебном плане Б1.В.ДВ.01.02

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП



В.В. Врублевский

Председатель УМК



М.А. Каширо

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать теоретические основы специальных и новых разделов геологических наук при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-2 Способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач;

ПК-1 Способен решать стандартные и нестандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, в т.ч. ГИС- и ГГИС-технологий

2. Задачи освоения дисциплины

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Свободно ориентируется в источниках информации по геологическим наукам (рецензируемые научные журналы, геологические фонды, интернет-ресурсы профессиональных сообществ и официальных геологических организаций, и др.)

ИОПК-2.1 Определяет цель исследования в зависимости от степени актуальности в рамках решения научно-исследовательских и производственных задач (в соответствии с направленностью (профилем) магистратуры)

ИОПК-2.2 Устанавливает комплекс методов исследования, в т.ч. из различных областей, и технологию их проведения в зависимости от типов задач профессиональной деятельности

ИПК-1.1 Определяет необходимые характеристики геологических объектов и процессов для формирования концептуальной модели в рамках решения задач профессиональной деятельности

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Блок дисциплин по выбору в 1 семестре.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 1, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: минералогии, петрографии, иметь представление о комплексе физических методов исследования минерального вещества.

Освоение данной дисциплины является теоретической и методической основой для дальнейшей научной работы выпускника.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых

– лекции: 10 ч.;

– семинары: 12 ч.;

– практические занятия: 10 ч.;

В том числе практическая подготовка 10 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Введение. Понятие о типоморфизме минералов и его эволюция по мере развития минералогии. Современное состояние учения о типоморфизме.

Методы выявления типоморфных особенностей минералов. Основные методы изучения типоморфных особенностей минералов: их кристалломорфологии (гониометрия), реальной кристаллической структуры (рентгеноструктурный анализ), химического состава, форм нахождения элементов-примесей (РФА, микрозондовый рентгеноспектральный анализ, спектральный атомно-абсорбционный), метод гомогенизации включений, термический метод для изучения типоморфизма слоистых силикатов, масс-спектрокопия.

Онтогенез как типоморфный признак минералов. Типоморфизм форм кристаллов и причины, вызывающие изменения габитуса. Правило морфологической изменчивости кристаллов. Типоморфизм рельефа на гранях кристалла. Типоморфизм облика зерен.

Типоморфизм физических свойств минералов. Окраска минералов как признак щелочности-кислотности среды. Окраска как индикатор изменения окислительно-восстановительных условий. Термо- и рентгенолюминесценция минералов как признак геохимической специализации геологических объектов. Электрические, магнитные, механические типоморфные свойства минералов.

Структурный типоморфизм. Полиморфные модификации минералов. Политипия минералов. Процесс упорядочения структуры (порядок-беспорядок атомов). Структурные дефекты (вакансии, смещение атомов), дислокации, мозаичность, двойникование.

Типохимизм. Изоморфные, неструктурные и сорбированные элементы-примеси, атомарное рассеивание, включения микроминералов. Минералы как индикаторы кислотности-щелочности среды минералообразования (минералогические рН-метры). Состав минералов – критерий окислительно-восстановительных условий среды минералообразования (минералогические Eh-метры). Состав минералов – признак температурных условий среды минералообразования (минералогические термометры). Термопары. Минералогические барометры.

Термобарометрия включений как типоморфные характеристики минерала-хозяина. Типоморфизм газовой-жидких включений. Типоморфизм расплавных включений. Типоморфизм твердофазовых включений.

Изотопия минералов в учении о типоморфизме. Изотопные стандарты Геохимия изотопов серы, водорода, кислорода. Особенности фракционирования стабильных изотопов в минеральных парагенезисах. Реконструкция температурного режима и генетическая интерпретация минералообразования. Датировка $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$. Основы метода, схемы анализа, представление данных. Применения $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ метода при датировки сульфидов. Основы и принципы Rb-Sr и Sm-Nd методов. Понятие изохроны. Условия получения изохроны. Цирконометрия. Изотопная уран-свинцовая геохронология по циркону и другим минералам. Способы интерпретации результатов U-Pb датирования с использованием данных по структуре (CL и BSE) и составу (REE и TE) цирконов.

Минерал-индикатор. Типоморфные парагенезисы. Понятия минерал-индикатор, его критерии. Основные минералы-индикаторы магматического, пегматитового, гидротермального, контактово-метасоматического, метасоматического, осадочного и метаморфического генезисов. Понятия типоморфные парагенезисы и ассоциации.

Типоморфизм минералов – теоретическая база поисковой минералогии. Применение минералогических методов поисков и оценки зон оруденения. Оценка формационного и генетического типа минерализации по проявлению типоморфизма сквозных и рудных минералов. Отражение степени изменения руд, зональности,

параметров процессов минералообразования в типоморфизме минералов. Влияние минералогических признаков отличия рудных тел от сходных по составу безрудных образований.

Типоморфизм и минералогическое картирование. Использование типоморфных особенностей минералов при минералогическом картировании рудных районов, узлов и месторождений. Типоморфные минеральные парагенезисы основных генетических типов месторождений.

Типоморфизм и технологическая минералогия. Установление характера и степени раскрываемости минералов, характер вскрываемости. Выявление наличия нескольких генераций минералов и их типоморфные особенности. Выявление влияния типоморфных особенностей минералов на их технологические свойства и поведение в процессах технологической переработки руд и концентратов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, предоставление портфолио и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств для текущего контроля по дисциплине приведены в Фондах оценочных средств для курса «Типоморфизм минералов».

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в первом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, проверяющих умение определять круг аналитических исследований минерального вида (ИОПК-2.1), умение выявлять типоморфные особенности минерального вида (ИОПК-2.2), компилировать полученную информацию (ИПК-1.1), знания поисковых, оценочных критериев месторождений полезных ископаемых (ИОПК-1.1). Продолжительность экзамена согласно приказу НИ ТГУ «Об утверждении норм времени».

Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Типоморфизм минералов» описаны в Фондах оценочных средств для данного курса.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=2690>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Перечень практических занятий

1. Структурный типоморфизм калиевых полевых шпатов. Расшифровка рентгенограмм калишпатов. Интерпретация результатов.
2. Расшифровка данных люминесцентного анализа кварца и полевых шпатов. Интерпретация результатов.
3. Изоморфизм. Типоморфные свойства минералов групп слюд, граната, турмалина. Интерпретация полученных результатов.
4. Разработка схем исследования рудных минералов (гидротермального, пегматитового, магматического типов месторождений). Анализ и интерпретация литературных данных.
5. Минераграфические исследования рудных минералов. Онтогенез зерен и особенности структур распада как критерий вскрываемости руды.

г) Перечень (примерный) семинарских занятий

1. Включения в минерале. Расплавные и газовой-жидкие. Первичные, вторичные газовой-жидкие включения. Интерпретация результатов.
2. Типоморфное значение включений в алмазе.
3. Типоморфизм форм и генезис минеральных индивидов.
4. Окраска минералов группы берилла как признак изменения химизма среды минералообразования.
5. Влияние минералогических признаков отличия рудных тел от сходных по составу безрудных образований, на примере типоморфизма слюды.
6. Влияние минералогических признаков отличия рудных тел от сходных по составу безрудных образований, на примере типоморфизма кварца.
7. Минералогические термометры, используемые для работы с объектами магматического генезиса.
8. Минералогические термометры, используемые для работы с объектами гидротермального генезиса.
9. Структурный типоморфизм глин.
10. Карбонаты как минералы-индикаторы среды минералообразования.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

Афанасьев Б.В. Минеральные ресурсы щелочно-ультраосновных массивов Кольского полуострова. – СПб: Изд-во «Роза ветров», 2011. – 224 с.

Мантийно-коровые рудообразующие системы, концентрирующие благородные металлы: монография / А.Ф. Коробейников, Ю.С. Ананьев, А.И. Гусев; отв. ред. А.Ф. Коробейников. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 262 с.

Научные основы прогнозирования и поисков золотых и комплексных золото-платиновых месторождений: прогнозно-поисковые комплексы: монография / А.Ф. Коробейников, Ю.С. Ананьев, В.Г. Ворошилов и др.; отв. ред. А.Ф. Коробейников. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 253 с.

Тарханов А.В., Бугриева Е.П. Крупнейшие урановые месторождения мира / под ред. проф. Г.А. Машковцева. Минеральное сырье, №27. – М.: ВИМС, 2012. – 118 с.

Чернышов А.И., Юричев А.Н. Петрология и потенциальная рудоносность мафит-ультрамафитовых массивов талажинского и кулибинского комплексов Восточного Саяна. – Томск: Изд-во «Томский ЦНТИ», 2012. – 132 с.

Япаскерт О.В. Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочного породо- и рудообразования : Учебное пособие /Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, геологический факультет. – М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2016. – 356 с.

б) дополнительная литература:

Бахтин А.И. Породообразующие силикаты: оптические спектры, кристаллохимия, закономерности окраски, типоморфизм / А.И. Бахтин. – Казань: Изд-во КГУ, 1985. – 192 с.

Гаранин В.К. Ильменит из кимберлитов / В.К. Гаранин, Г.П. Кудрявцева, Л.Т. Сошкина. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 240 с.

Давиденко Н.М. Металлогенетические особенности главных типов золоторудных месторождений (по термобарогеохимическим данным) / Н.М. Давиденко. – Н-ск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. – 168 с.

Джонс М.П. Прикладная минералогия. Количественный подход / М.П. Джонс. – М.: Недра, 1991. – 391 с.

Евзикова Н.З. Поисковая кристалломорфология / Н.З. Евзикова. – М.: Недра, 1984. – 143 с.

- Зубов В.И. Кристалломорфология киновари и ее использование при поисках рудных месторождений / В.И. Зубов. – М.: Недра, 1976. – 164 с.
- Изоитко В.М. Технологическая минералогия и обогащение руд / В.М. Изоитко. – СПб.: Недра, 1997. – 264 с.
- Жабин А.Г. Онтогенез минералов. Агрегаты / А.Г. Жабин. – М.: Наука, 1979. – 275 с.
- Карбонаты: минералогия и геохимия / Под ред. Р.ДЖ. Ридера. Пер. с англ. Смолина П.П. – М.: Мир, 1987. – 234 с.
- Коренбаум С.А. Типоморфизм слюд магматических пород / С.А. Коренбаум. – М.: Наука, 1987. – 144 с.
- Кузьмин В.И. Турмалин и его использование при поисково-оценочных работах / В.И. Кузьмин, Н.В. Добровольская, Л.С. Солнцева. – М.: Недра, 1979. – 269 с.
- Литвинов М.А. Оптические спектры окраска породообразующих амфиболов / М.А. Литвинов, А.И. Платонов, В.М. Хоменко. – Киев: Научна думка, 1992. – 269 с.
- Методы минералогических исследований / Справочник под ред. А.И. Гинзбурга. – М.: Недра, 1985. – 480 с.
- Неронский Г.И. Типоморфизм золота месторождений Приамурья / Г.И. Неронский. – Благовещенск: АмурНЦ ДВО РАН, 1998. – 320 с.
- Новиков Г.В. Пирротины / Г.В. Новиков, В.К. Егоров, Ю.А. Соколов. – М.: Наука, 1988. – 184 с.
- Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза / Ю.Л. Орлов. – М.: Наука, 1984. – 254 с.
- Павлишин В.И. Типоморфизм кварца, слюд и полевых шпатов в эндогенных образованиях / В.И. Павлишин. – Киев: Наук. думка, 1983. – 232 с.
- Пизнюр А. В. Основы термобарогеохимии / А.В. Пизнюр. – Львов: Изд-во Львовск. Ун-та, 1986. – 199 с.
- Пушаровский Д.Ю. Структурные типы минералов / Д.Ю. Пушаровский. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 136 с.
- Реддер Э. Флюидные включения в минералах / Э. Реддер. – М.: Мир, 1987. – Т. 1,2. – 560 с.
- Станкеев Е.А. Генетическая минералогия / Е.А. Станкеев. – М.: Недра, 1986. – 272 с.
- Ушакова Е.Н. Биотиты магматических пород / Е.Н. Ушакова. – Н-ск.: Наука, 1980. – 328 с.
- Хоменко В.М. Породообразующие пироксены: оптические спектры, окраска и плеохроизм / В.М. Хоменко, А.И. Платонов. – Киев: Наукова Думка, 1987. – 216 с.
- Юргенсон Г.А. Типоморфизм и рудоносность жильного кварца / Г.А. Юргенсон. – М.: Недра, 1985. – 149 с.
- Вагнер Г.А. Научные методы датирования в геологии, археологии и истории. – М.: Техносфера, 2006. – 576 с.
- Гинзбург А.И. Минералогические исследования в практике геологоразведочных работ / А.И. Гинзбург, В.И. Кузьмин, А.Г. Сидоренко. – М.: Недра, 1981. – 240 с.
- Захарова Е.М. Атлас минералов россыпей / Е.М. Захарова. – М.: ГЕОС, 2006. – 276 с.
- Зинчук Н.И. Типоморфизм алмазов Сибирской платформы / Н.И. Зинчук, В.И. Коптиль. – М.: Недра, 2003. – 603 с.
- Краснова Н.И. Генезис минеральных индивидов и агрегатов / Н.И. Краснова, Т.Г. Петров. – С.-Пб.: «Невский курьер», 1997. – 228 с.
- Лазаренков В.Г. Типоморфизм минералов платиновой группы / В.Г. Лазаренков, А.Г. Могалов, А.В. Неупокоев. – СПб.: Изд-во СПбГГИ, 1994. – 175 с.
- Наноминералогия, ультра- и микродисперсное состояние минерального вещества / Под ред. Н.П. Юшкина. – СПб: Наука, 2005. – 581 с.

Мацюк С.С. Оптическая спектроскопия минералов верхней мантии / С.С. Мацюк, Н.Н. Зинчук. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. – 428 с.

Родионов С.М. Металлогения олова Востока России / С.М. Родионов. – М.: Наука, 2005. –184 с.

Типоморфизм минералов / Справочник под ред. Л.В. Чернышевой. – М.: Недра, 1989. – 560 с.

Шило Н.А. Учение о россыпях / Н.А. Шило. – М.: Изд-во Ак.горн.наук, 2000. – 632 с.

Фор Г. Основы изотопной геологии. - М.: Мир, 1989. - 588 с.

Хёфс Й. Геохимия стабильных изотопов. - М.: Мир, 1983. - 200 с.

Zircon // Reviews in Mineralogy and Geochemistry. 2003. Vol. 53. 500 p.

в) ресурсы сети Интернет:

Литосфера. Периодическое издание. <http://www.lithosphere.igg.uran.ru/pdf/>

Тематические статьи «Изотопная минералогия» <http://scholar.google.ru/>

Электронный университет. Каталог ресурсов <http://edu.tsu.ru/resources/>

Большая научная библиотека. <http://sci-lib.com/>

Все о геологии <http://geo.web.ru/>

Типоморфизм микрокристаллов алмаза / В.Н. Квасница, Н.Н. Зинчук, В.И. Коптиль
М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 1999. – 224 с. http://www.mining-dictionary.ru/diamond_mcr.php

Материалы Всероссийской конференции "Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований" <http://www.econf.info/Samorodnoe-zoloto-Petrovskaya-100>

Материалы международной конференции "Глины, глинистые минералы, слоистые материалы. – СМЛМ, 2009. <http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/CMLM-2009.pdf>

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Информационные ресурсы <http://www.vsegei.ru/ru/info/normdocs/index.php>

Геологический институт РАН (ГИН РАН) <http://www.ginras.ru/>

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН) <http://www.igem.ru/site/index.html>

Каталог диссертаций по минералогии <http://www.dissercat.com/catalog/nauki-o-zemle/mineralogiya-kristallografiya>

Каталог диссертаций по естественно-научному направлению <http://earthpapers.net/>

Авченко О.В., Чудненко К.В., Александров И.В. Основы физико-химического моделирования минеральных систем Издательство: НАУКА, 2009. Сайт РФФИ. Открытый доступ. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_26038

Франк-Каменецкая О.В., Рождественская И.В. Атомарные дефекты и кристаллическая структура минералов. Космосинформ, 2001. Сайт РФФИ. Открытый доступ. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_251

Гликин А.Э. Полимнерально-метасоматический кристаллогенез. 2004. Сайт РФФИ. Открытый доступ. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_64357

Пеньков В.Ф. Генетическая минералогия углеродистых веществ Издательство: Недра, 1996. Сайт РФФИ. Открытый доступ. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_62960

Покровский Б.Г. Коровая контаминация мантийных магм по данным изотопной геохимии. Наука/Интерпериодика, 2000. Сайт РФФИ. Открытый доступ. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_259

Богуш И.А., Бурцев А.А. Онтогенетический атлас морфогенетических микроструктур колчеданных руд. Изд-во СКНЦ ВШ, 2004. Сайт РФФИ. Открытый доступ. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_64726

Прокофьев В.Ю. Геохимические особенности рудообразующих флюидов гидротермальных месторождений золота различных генетических типов (по данным исследования флюидных включений) Издательство: Наука, Сиб. изд. фирма РАН, 2000. Сайт РФФИ. Открытый доступ. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_65863

Леонюк Н.И., Мальцев В.В. Кристаллогенезис в многокомпонентных расплавах (купраты, бораты, фосфаты, ванадаты, танталаты). Сайт РФФИ. Открытый доступ. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1923972

Бочаров В.А., Абрютин Д.В. Технология золотосодержащих руд Издательство: Изд. дом МИСиС, 2011. Сайт РФФИ. Открытый доступ http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_71430

Франк-Каменецкая О.В., Рождественская И.В. Атомарные дефекты и кристаллическая структура минералов, 2001. Сайт РФФИ. Открытый доступ http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_251

13. Перечень информационных ресурсов

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint;

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» оснащенный современными приборами для проведения люминесцентных, рентгеноструктурных, термических, РЭМ, электронно-зондовых, рентгенофлюоресцентных и других видов исследований

15. Информация о разработчиках

Бухарова Оксана Владимировна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры минералогии и геохимии.