

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

Е.В. Луков

« 30 » сентября 2022 г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по научной специальности

1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков
полезных ископаемых

Томск – 2022

Программа кандидатского экзамена по научной специальности *1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых* рассмотрена и рекомендована к утверждению Ученым советом геолого-географического факультета

протокол № 19 от 29.09.2022 г.

Авторы-разработчики:

1. Лычагин Дмитрий Васильевич, доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой минералогии и геохимии ГГФ
2. Асочакова Евгения Михайловна, канд. геол.-минерал. наук, доцент, доцент каф. минералогии и геохимии ГГФ
3. Бухарова Оксана Владимировна, канд. геол.-минерал. наук, доцент, доцент каф. минералогии и геохимии ГГФ
4. Врублевский В.В., доктор геолого-минералогических наук, доцент, заведующий кафедрой динамической геологии ГГФ

Согласовано:

Руководитель ОП

 Лычагин Д.В.

1. Общие положения

На основании постановления Правительства Российской Федерации от 23.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» кандидатские экзамены сдаются в соответствии с научной специальностью (научными специальностями) и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (далее – Минобрнауки России), по которым осуществляется подготовка (подготовлена) диссертации.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени к проведению научных исследований по научной специальности *1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых* по геолого-минералогическим наукам (далее – кандидатский экзамен).

Программа кандидатского экзамена разработана на основе Паспорта научной специальности *1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых* (далее – Программа), утвержденного ВАК при Минобрнауки России

<https://drive.google.com/drive/folders/1RNYkXhvAzaEF85GqxOH8HhbenJIoUMR7>.

Организация и проведение приема кандидатского экзамена осуществляется в соответствии с установленным в НИ ТГУ порядком.

Подготовка по Программе может осуществляться как самостоятельно, так и в рамках освоения соответствующей программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре НИ ТГУ. Сдача аспирантом кандидатского экзамена является обязательным условием обучения и относится к оценке результатов освоения базовой дисциплины (модуля) образовательного компонента программы, осуществляемой в рамках промежуточной аттестации.

2. Структура кандидатского экзамена и шкала оценивания уровня знаний

Кандидатский экзамен проводится в форме устного экзамена по билетам продолжительностью два академических часа и состоит из следующих частей:

1. Основные вопросы (три вопроса по содержанию курса «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых»).
2. Дополнительные вопросы (один вопрос из 2-го раздела содержания Программы).

Оценка уровня знаний по каждому вопросу осуществляется по пятибалльной шкале со следующим принципом перерасчета:

«отлично» – 5 баллов;

3. Основные и промежуточные типы химической связи. Потенциальная кривая химической связи. Классификация кристаллических структур по типам химической связи и структурным группировкам. Принципы теории плотнейшей упаковки.

4. Орбитальные радиусы атомов и ионов. Радиусы ионов в кристаллах. Потенциалы ионизации и сродство к электрону. Электроотрицательность. Кислотно-основные свойства атомов и ионов. Критерии устойчивости структурного типа. Правила Полинга для ионных кристаллов.

5. Полиморфизм. Классификация полиморфизма. Полиморфные переходы первого и второго рода. Структурные аспекты явления полиморфизма. Политипия. Отличие политипии от полиморфизма. Способы описания политипных структур.

6. Изоморфизм. Изоморфизм и изоструктурность. Изодиморфизм. Классификация изоморфизма. Основы количественной теории изоморфизма.

7. Фазовые равновесия и переходы. Кристаллизация как фазовый переход. Диаграммы состояния систем. Поверхностная энергия. Движущая сила и работа кристаллизации. Энергия активации.

8. Гидротермальный синтез. Свойства гидротермальных растворов. Выращивание кристаллов при температурном градиенте, другие методы. Кристаллизация при обычном давлении и умеренной температуре (до 100°C).

9. Физические свойства кристаллических твердых тел. Связь физических свойств с составом, структурой и условиями образования (типоморфизм). Связь поляризуемости атомов с величиной показателя преломления. Природа окраски кристаллов.

10. Современные методы исследования состава и структуры минералов: методы спектроскопии твердого тела, рентгенофазового, рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализов, электронной микроскопии высокого разрешения и др.

Тема 2. Минералогия

1. Морфология минералов и минеральных агрегатов. Облик и габитус кристаллов. Скрыто кристаллические агрегаты, конкреции, секретиции и др. Твердые и газо-жидкие включения в минералах. Псевдоморфозы. Понятие об онтогении минералов.

2. Химический состав минералов. Минералы как многокомпонентные системы переменного состава. Полиморфизм. Политипия. Смешанослойные структуры. Метамиктные минералы. Аморфное, стеклообразное и коллоидное состояние вещества. Запись и расчет кристаллохимических формул минералов.

3. 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.

4. Сравнительная морфология минералов и их синтетических аналогов. Общие и отличительные признаки минералов и искусственных кристаллов. Структурные и

Тема 4. Геохимические методы поисков полезных ископаемых

1. Выявление месторождений геохимическими методами. Влияние состава и условий залегания месторождений на возможность их выявления. Математические методы обработки геохимических данных и математическое моделирование природных процессов.

2. Поиски по первичным ореолам. Связь первичных ореолов с околорудными метасоматитами. Особенности строения, состав первичных ореолов месторождений различных генетических типов. Выбор аналитических методов для решения поисковых задач и их соответствие стадиям ГРР.

3. Интерпретация результатов геохимических поисков применительно к разным моделям формирования литохимических потоков рассеяния в зависимости от типа территории.

4. Взаимосвязанность и взаимообусловленность геохимических аномалий в геосферах. Последовательность этих связей и преимущества литохимического метода поисков.

5. Поиски по вторичным литохимическим ореолам рассеяния. Определение местоположения, формы, размеров, состава и прогнозных ресурсов оруденения по параметрам остаточных ореолов рассеяния. Выбор представительного горизонта для опробования

6. Гидрохимические ореолы и потоки рассеяния рудных месторождений. Состав гидрохимических ореолов и потоков рассеяния. Условия применения гидрохимических поисков.

7. Атмохимические поиски. Источники и механизм формирования газовых ореолов. Состав атмохимических ореолов рудных месторождений. Условия применения атмохимических поисков.

8. Зональность рудных месторождений. Использование зональности первичных ореолов при прогнозе оруденения.

9. Комплексование геохимических поисков с другими видами исследований. Использование минералогических, термобарогеохимических, изотопных методов для интерпретации геохимических данных.

10. Биогеохимические поиски. Условия формирования биогеохимических аномалий. Условия применения биогеохимических поисков. Корреляция составов биогенных ореолов с составом рудных месторождений.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

Кристаллография и кристаллохимия

1. Егоров-Тисменко, Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник / Ю.К. Егоров-Тисменко. – М.: Книжный дом "Университет", 2010. – 587 с.

4. Наумов Г.Б. Геохимия биосферы: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по геологическим и экологическим специальностям / Г.Б. Наумов. – Москва: Академия, 2010. – 379 с.

Геохимические методы поисков полезных ископаемых

1. Алексеенко В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых / В.А. Алексеенко. - М.: Логос, 2005. – 352 с.
2. Матвеев А.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых / А.А. Матвеев, А.П. Соловов. - М.: КДУ, 2011. – 573 с.
3. Брукс Р.Р. Биологические методы поисков полезных ископаемых / Р.Р. Брукс. – М.: Недра, 1986. – 311 с.
4. Бурмин Ю.А. Геохимия рудоносных кор выветривания / Ю.А. Бурмин – М.: Недра, 1987. – 228 с.

Дополнительная литература

1. Интерпретация геохимических данных: учебное пособие/ Е.В. Скляр, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская [и др.]; под ред. Е.В. Склярова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. - 288 с.
2. Коржинский Д.С. Теоретические основы анализа парагенезисов минералов/ Д.С. Коржинский. – М.: Наука, 1973. 288 с.
3. Холодов В.Н. Геохимия осадочного процесса /В. Н. Холодов. – Москва: ГЕОС, 2006. – 607 с.
4. Антипин В.С. Геохимия эндогенных процессов: учеб. пособие / В.С. Антипин, В.А. Макрыгина. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. – 363 с.
5. Polgári M, Gyollai I, Fintor K, Horváth H, Pál-Molnár E and Biondi JC (2019) Microbially Mediated Ore-Forming Processes and Cell Mineralization. *Front. Microbiol.* 10:2731.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.02731/full>
6. Алексеенко В.А. Геоботанические исследования для решения ряда экологических задач и поисков месторождений полезных ископаемых / В.А. Алексеенко. - М.: Логос, 2011. – 243 с.
7. Козлов В.Д. Оценка рудоносности гранитоидных массивов // Геохимические методы поисков рудных месторождений. Ч.1. / В.Д. Козлов. – Новосибирск: Наука, 1981. – С.97-112.
8. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. – М.: Недра, 1983. – 191 с.
9. Григорян С.В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке рудных месторождений / С.В. Григорян. – М.: Недра, 1987. – 408 с.
10. Жабин А.Г. Минералогические исследования окolorудных ореолов / А.Г. Жабин, Н.С. Самсонов, И.З. Исакович. – М.: Недра, 1987. – 159 с.

4. Минеральные ассоциации пегматитов. Понятие "пегматит" и общая характеристика пегматитового процесса. Генезис пегматитов. Изменение состава последовательно кристаллизующихся минералов в пегматитовых образованиях.

5. Обработка минералогических данных и составление минералогических карт. Минералогическое картирование как основной метод топоминералогических исследований. Виды минералогического картирования. Минералогическое опробование при минералогическом картировании.

Рекомендуемая литература

1. Мельников Ф.П. Термобарогеохимия: Учебник для вузов /Ф.П. Мельников, В.Ю. Прокофьев, Н.Н. Шатагин. – М.: Академический Проект, 2008. – 222 с.

2. Краснова Н.И. Генезис минеральных индивидов и агрегатов / Н.И. Краснова, Т.Г. Петров. – СПб.: «Невский курьер», 1997. – 228 с.

3. Иванов О.П. Топоминералогический анализ рудных месторождений / О.П. Иванов. – Л.: Наука, 1991. – 208 с.

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

5. Чекваидзе В.Б. Минералогическое картирование рудоносных территорий: цели, методы, прикладная эффективность, комплексирование. Минералогическое картирование рудных тел и месторождений / В.Б. Чекваидзе, И.З. Исаакович, А.Г. Жабин. ЗРМО. 2002. –Ч. 131, – Вып. 2. – С. 109–119.

6. Загорский В.Е. Геохимия сподуменовых пегматитов и щелочно-редкометалльных метасоматитов /В. Е. Загорский, Л. Г. Кузнецова; Отв. ред. Б. М. Шмакин. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1990. – 137 с.

Направление исследования: Геохимия

1. Формы присутствия рудных и жильных элементов в гидротермальных растворах. Источники вещества, способы переноса и способы отложения элементов в гидротермально-метасоматических процессах.

2. Ассоциации и закономерности распределения элементов ультраосновных/основных/кислых пород.

3. Геохимические признаки глубинного (мантийного) происхождения пород.

4. Геохимия главных формаций гранитных пегматитов.

5. Геохимия изотопов. Геологические термометры, основанные на распределении стабильных изотопов легких элементов.

Рекомендуемая литература

1. Покровский Б. Г. Коровая контаминация мантийных магм по данным изотопной геохимии / Б. Г. Покровский; Отв. ред. В.И. Виноградов; Рос. акад. наук, Геологический ин-т изотопной геохимии. – М.: Наука/ Интерпериодика, 2000. – 225 с.

Направление исследования: Геохимические методы поисков полезных ископаемых

1. Методы обработки геохимических данных. Формирование выборок. Определение статистических параметров распределения химических элементов. Корреляционный и факторный анализ. Их использование при интерпретации геохимических данных
2. Определение количественных параметров геохимических аномалий, их принадлежности к конкретным типам месторождений.
3. Программное обеспечение, используемое при построении моноэлементных геохимических разрезов и погоризонтных планов месторождений, возможности применения.
4. Сущность разработки поисковых геолого-геохимических моделей рудных узлов и рудных полей и решаемые задачи на стадии региональных геологических работ.
5. Способы оценки прогнозных ресурсов металлов (Q) по категории РЗ на стадии регионального изучения недр.

Рекомендуемая литература

1. Методические рекомендации по литохимическим методам поисков рудных месторождений по потокам рассеяния. М.: ИМГРЭ, 1992.
2. Методические рекомендации по литохимическим методам поисков рудных месторождений по вторичным ореолам рассеяния. М.: ИМГРЭ, 1993.
3. Методические рекомендации по мелкомасштабному обобщению поисковых геохимических данных с целью металлогенического анализа и количественного прогноза (на примере Северо-Востока России). М.: ИМГРЭ, 2000.
4. Морозова И.А. Геохимия ландшафтов и поиски полезных ископаемых /И.А. Морозова. – М.: ИМГРЭ, 1992. – 193 с.
5. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия / Л.Н. Овчинников. – М.: Недра, 1990. – 248 с.
6. Основы гидрогеохимических поисков рудных месторождений / Колотов Б.А. [и др.]. – М.: Недра, 1983. – 199 с.
7. Перельман А.И. Геохимия ландшафта: /А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Астрей-2000, 1999. – 762 с.
8. Питулько В.М. Основы интерпретации данных поисковой геохимии / В.М. Питулько, И.Н. Крицук – Л.: Недра, 1990. – 336 с.
9. Саэт Ю.Е. Вторичные геохимические ореолы при поисках рудных месторождений / Ю.Е. Саэт. – М.: Наука, 1982. – 169 с.
10. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: учеб. для вузов / А.П. Соловов. – М.: Недра, 1985. – 294 с.
11. Соловов А.П. Геохимические методы поисков рудных месторождений: учеб. пособие. 2-е изд., доп. и перераб. / А.П. Соловов, А.А. Матвеев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 228 с.