

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
DISCIPLINE PLAN

Анионоцентрированная кристаллохимия
Anion-centered crystal chemistry

Рекомендуется для направления подготовки
Recommended for training programme

020700 «Геология» _магистерская программа, кристаллография
020700 «Geology» _master programme

Квалификация (степень) выпускника _магистр
Qualification (degree) of the graduate –Master

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Goals and objectives of study

Целями освоения дисциплины «Анионо-центрированная кристаллохимия»: получение студентами представлений о геометрическом и физическом смысле представления кристаллических структур в анионо-центрированном аспекте, получения навыков работы с кристаллической структурой в нестандартном представлении. Развитие нестандартного кристаллохимического мышления и пространственного воображения.

Задачи, необходимые для решения поставленных целей делятся на ряд групп:

- 1) изучение систематики анионоцентрированных комплексов;
- 2) усвоение принципов выделения оксоцентрированных тетраэдров;
- 3) изучение основных принципов топологии таких структур
- 4) понимание перспектив такого подхода в разных областях минералогического и геохимического знания.

Goals of study of the discipline "Anion-centered crystal chemistry" are:

Getting the students concepts of geometrical and physical meaning of representation in the crystal structures of anion-centered aspect, acquiring skills to work with the crystal structure in a non-standard representation. Custom development of crystal spatial thinking and imagination.

Objectives that are required to address the goals are divided into several groups:

- 1) the study of systematics of anion-centered complexes;
- 2) assimilation principles highlight oxygen-centered tetrahedra;
- 3) study of the basic principles of the topology of these structures;
- 4) understanding of the prospects of this approach in different areas of the mineralogical and geochemical knowledge.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Анионоцентрированная кристаллохимия» находится в блоке профильных дисциплин вариативной части магистерской программы по кристаллографии. Она опирается на ряд курсов бакалаврской программы по кристаллографии: «Теория симметрии кристаллов», «Кристаллохимия», «Рентгенография минералов» и использует базовые знания, там освоенные. Особенно важно знание принципов взаимодействия элементов симметрии из курса. Освоение данной дисциплины необходимо для самостоятельной работы выпускника как специалиста в структурной кристаллографии, строении минералов и любых неорганических соединений, в том числе в материаловедении.

Discipline "Anion-centered crystal chemistry" is in a block of specialized disciplines variable part of master's programs for crystallography. It is based on the number of courses BA program on crystallography: "The theory of crystal symmetry", "Crystal chemistry", "X-ray diffraction method for minerals" and uses the basic knowledge. Especially important to know the principles of interaction of symmetry elements of the course TSC. The development of this discipline is necessary for independent work as a graduate specialist in structural crystallography, structure investigation of minerals, and any inorganic compounds, including in materials science.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Discipline as a part of the curriculum:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать профильно-специализированные знания в области геологии, геофизики, **геохимии**, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научных и практических задач (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-21);
- способность использовать профильно-специализированные знания фундаментальных разделов физики, **химии**, экологии для освоения теоретических основ геологии,

геофизики, **геохимии**, экологической геологии (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-22);

– способность использовать профильно-специализированные информационные технологии для решения геологических, геофизических, **геохимических**, гидрогеологических, инженерно-геологических, нефтегазовых и эколого-геологических задач (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-23).

– способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения (ОНК-2);

- способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (СК-1);

- способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения (СК-2);

- способность к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности; к инновационной научно-образовательной деятельности (СК-3);

– умение использовать углубленные специализированные профессиональные теоретические и практические знания для проведения научных фундаментальных и прикладных исследований (ПК-8).

The process of the discipline aimed at the formation of the following competencies :- The ability to use profile- specialized knowledge in the fields of geology , geophysics , geochemistry , hydrogeology and engineering geology , geology and geochemistry of fossil fuels , environmental geology to solve scientific and practical problems (in accordance with the profile of training) (PC-21) ;

- The ability to use profile- specialized knowledge of the fundamental branches of physics , chemistry , ecology for the development of the theoretical foundations of geology , geophysics , geochemistry, environmental geology (in line with the profile of training) (PC-22) ;

- The ability to use profile-specialized information technology solutions for geological, geophysical, geochemical, hydrogeological, geotechnical, oil and gas and environmental geological problems (according to the profile of preparation) (PC -23).

- The ability to search, critical analysis, compilation and systematization of scientific information to the formulation of the research objectives and the choice of the best ways and methods of achieving them (OSC -2);

- Creativity, the generation of innovative ideas, the nomination of independent hypotheses (SC-1) ;

- The ability to search, critical analysis, compilation and systematization of scientific information to the formulation of the research objectives and the choice of the best ways and methods of achieving them (SC-2) ;

- The ability for independent learning and the development of new methods of research, and a change in the scientific research and production activity profile , to innovative research and educational activities (SC-3) ;

- The ability to use specialized professional in-depth theoretical and practical knowledge to carry out basic and applied scientific research (PK-8).

Требования дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Discipline requirements:

The result of studying the discipline is the formation of the following competences:

знать: принципы построения кристаллических структур в анионо-центрированном аспекте;

уметь: обосновано выделять анионоцентрированные группировки в кристаллической структуре, и выводить закономерности строения семейств кристаллов;

владеть: практическими навыками работы с кристаллической структурой в нестандартном представлении, нестандартным кристаллохимическим мышлением и пространственным воображением.

know : principles of crystal structures in the anion-centered aspect;

be able to: reasonably allocate anion-centric groups in the crystal structure, and display structural patterns of families of crystals;

master : practical skills to work with the crystal structure in a non-performance, non-standard crystal-thinking and spatial imagination

4. Структура и содержание дисциплины «Анионоцентрированная кристаллохимия»

The structure and content of the discipline “Anion-centered crystal chemistry”

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108/28 часа.

Overall study content is 3 credits, 108/28 hours.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (трудоемкость в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	семинары	практ. занятия, лаб. работы	самост. работа	
1	Корреляция физических свойств кристаллов и особенностей кристаллической структуры. Исторический аспект появления анионоцентрированного представления. Структура георгобокита.	9	1	2			6	
2	Анионы X в тетраэдрах XA ₄ . Распространенность тетраэдров XA ₄ для различных анионов. Роль электроотрицательности аниона X.		2	2			6	Задание рефератов
3	Теория валентности связи, ограничивающая число допустимых катионов в анионоцентрированных тетраэдрах.		3	2			6	Устный опрос по пройденному материалу
4	Классификация		4	2			6	Устный опрос

	тетраэдров в комплексах. Система основных и дополнительных классификационных параметров.							по пройденному материалу
5	Типы комплексов анионоцентрированных тетраэдров. Их систематика		5	2			6	Устный опрос по пройденному материалу
6	Топологические и геометрические характеристики комплексов анионоцентрированных тетраэдров.		6	2			6	Сдача рефератов
7	Коллоквиум 1 по пройденному материалу. Тестирование по теме Систематика оксоцентрированных комплексов. Устная защита рефератов в форме докладов.		7	2			6	Коллоквиум 1
8	Структуры с островными анионными комплексами		8	2			6	Задание рефератов
9	Структуры с цепочечными анионными комплексами		9	2			6	Устный опрос по пройденному материалу
10	Структуры со слоистыми анионными комплексами		10	2			6	Устный опрос по пройденному материалу
11	Структуры с анионными каркасами		11	2			6	Устный опрос по пройденному материалу
12	Структуры без комплексов катионоцентрированных полиэдров		12	2			6	Устный опрос по пройденному материалу
13	Вторая глава кристаллохимии силикатов в оксоцентрированном аспекте		13	2			6	Проверка рефератов
14	Коллоквиум 2 по пройденному материалу. Тестирование по теме Структурная систематика минералов		14	2			2	Коллоквиум 2

	в оксоцентрированном аспекте. Устная защита рефератов в форме докладов.							
				Σ28 ч.			Σ80 ч.	

№	Discipline section	Semester	Week of semester	Types of work including self-study (hours)					Forms of current performance control (by weeks of semester) Forms of interim assessment (by semesters)
				Lectures	Seminars	Pract. classes	Lab. work	self-study	
1	The correlation properties of the physical characteristics of crystals and crystalline structure. The historical aspect of the appearance of anion-centered view. Georbokiite structure.	9	1	2			6	9	
2	X anions in the tetrahedra XA ₄ . Prevalence tetrahedra XA ₄ for different anions. The role of the electronegativity of the anion X.		2	2			6		Quest abstracts
3	Bond valence theory, limiting the number of allowable cations anion-		3	2			6		Oral questioning by the studied material

	centric tetrahedral.							
4	Classification of tetrahedra in the complexes. The system of primary and secondary classification parameters.		4	2			6	Oral questioning by the studied material
5	Types of complexes anion-centric tetrahedra. Their systematics		5	2			6	Oral questioning by the studied material
6	Topological and geometrical characteristics of the complexes anion-centric tetrahedra.		6	2			6	Abstract letting
7	Colloquium №1 on the studied material. Testing «Related Systematics okso-centric complexes». Oral abstracts protection in the form of reports.		7	2			6	colloquium 1
8	Structures with island anionic complexes		8	2			6	Quest abstracts
9	Structures with chains anionic complexes		9	2			6	Oral questioning by the studied material
10	Structures with lawers anionic complexes		10	2			6	Oral questioning by the studied material
11	Structures with anionic framework		11	2			6	Oral questioning by the

									studied material
12	Structure without traditional cation-centered polyhedral at al		12	2			6		Oral questioning by the studied material
13	The «Second chapter in the crystal chemistry» of silicates in oxygen-centered aspect		13	2			6		
14	Colloquium №2 on the studied material. Testing «Structure systematic of okso-centric minerals». Oral abstracts protection in the form of reports.		14	2			2		colloquium 2
				Σ28 hours			Σ80 hours		

Содержание курса:

Исторический аспект появления анионо-центрированного представления. Корреляция физических свойств кристаллов и особенностей кристаллической структуры. Структура георгобокита. Анионы X в тетраэдрах XA₄. Распространенность тетраэдров XA₄ для различных анионов. Роль электроотрицательности аниона X. Теория валентности связи, ограничивающая число допустимых катионов в анионоцентрированных тетраэдрах. Классификация тетраэдров в комплексах. Система основных и дополнительных классификационных параметров. Типы комплексов анионоцентрированных тетраэдров. Их систематика. Топологические и геометрические характеристики комплексов анионоцентрированных тетраэдров. Структуры с островными анионными комплексами. Структуры с цепочечными анионными комплексами. Структуры со слоистыми анионными комплексами. Структуры с анионными каркасами. Структуры без комплексов катионоцентрированных полиэдров. Вторая глава кристаллохимии силикатов в оксоцентрированном аспекте.

Contents of the course:

The historical aspect of the appearance of anion-centered view. The correlation properties of the physical characteristics of crystals and crystalline structure. Georbokiite structure. X anions in the tetrahedra XA_4 . Prevalence tetrahedra XA_4 for different anions. The role of the electronegativity of the anion X.

Bond valence theory, limiting the number of allowable cations anion-centric tetrahedral.

Classification of tetrahedral in the complexes. The system of primary and secondary classification parameters. Types of complexes anion-centric tetrahedral. Their systematic Topological and geometrical characteristics of the complexes anion-centric tetrahedral. Structures with island anionic complexes. Structures with chains anionic complexes. Structures with lawyers anionic complexes. Structures with anionic framework. Structure without traditional cation-centered polyhedral at al. The «Second chapter in the crystal chemistry» of silicates in oxygen-centered aspect.

5. Рекомендуемые образовательные технологии

При освоении дисциплины аниоцентрированная кристаллохимия активно используется образовательная технология *педагогических мастерских* - преподаватель создаёт атмосферу открытости, доброжелательности, сотворчества в общении, равен ученику в поиске знания, не торопится давать ответы на поставленные вопросы. В курсе предусматривается широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий. По результатам внеаудиторной работы (работа с литературными источниками, ресурсами Интернет, базами данных, моделями кристаллических структур) студенты готовят решение индивидуальных задач по основным разделам дисциплины. Предусмотрены индивидуальные рефераты, наиболее удачные из которых используются в качестве справочного материала на официальной странице курса.

При чтении лекций используются *интерактивные лекции-визуализации* с выделением в визуальной форме основных понятий аниоцентрированной кристаллохимии.

5. Recommended methodology

When developing discipline anion-centered crystal chemistry is widely used educational technology educational workshops - teacher creates an atmosphere of openness, friendliness, co-creation of communication, is the student in the pursuit of knowledge, not in a hurry to give answers to these questions. The course provides extensive use of active and interactive forms of training. By results of extracurricular activities (work with literary sources, Internet resources, databases, models of crystal structures), students prepare a solution of individual problems by main discipline. With individual essays, the most successful of which are used as a reference on the official page of the course.

When lecturing uses interactive lectures imaging with the release in visual form the basic theoretical concepts of anion-centered crystal chemistry.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины- Evaluation tools for monitoring progress, interim certification on the basis of the development of the discipline.

6.1. Контроль усвоения материала - Control of mastering the material.

Предусмотрено 2 коллоквиума по завершённым темам:

Коллоквиум №1 – по теме: «Эффективность описания кристаллических структур в анионо-центрированном аспекте» В суммарную оценку за коллоквиум также входит написание персонального реферата.

Коллоквиум №2 – по теме «Кристаллические структуры соединений с комплексами анионо-центрированных тетраэдров» В суммарную оценку входит написание персонального реферата; также оцениваются персональные навыки работы в программе ATOMS и DIAMOND

Colloquium number 1 on the topic: "The effectiveness of the description of the crystal structures in the anion-centered aspect" In the total score for the colloquium also includes writing a personal essay.

Colloquium number 2 - on "The crystal structures of compounds with anionic complexes centered tetrahedra" In total estimate includes writing a personal essay, and personal skills are assessed in the program ATOMS and DIAMOND

Ladder - after the 9th semester.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:
7. Methodological and informational support:**

а) основная литература - **main literature:**

*1) Кривовичев С.В., Филатов С.К. Кристаллохимия минералов и неорганических соединений с комплексами анионоцентрированных тетраэдров. С-П, Изд-во С-ПГУ, 2001
Пособие имеется в количестве 5 экземпляров.*

б) дополнительная литература – **additional literature:**

- 1) Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. М., МГУ, 1987
- 2) Урусов В.С., Еремин Н.Н. «Кристаллохимия. Краткий курс» М., Изд-во МГУ, 2010, 258 стр.
- 3) Бокий Г.Б. Кристаллохимия. М., Наука, 1973.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы – **software and internet resources:**
пакеты программ WINATOM, DIAMOND, Coreldraw.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Проектор для рисунков и слайдов, компьютер и программы для презентаций и программного использования, компьютерные программы для рисования структур

8. Necessary facilities and equipment

Projector for slides and drawings, computer programs and software for presentation and use, computer program for drawing structures.

9. Краткое содержание дисциплины (аннотация)

Рассмотрен исторический аспект появления анионо-центрированного представления. Показывается корреляция физических свойств кристаллов и особенностей кристаллической структуры. Разобрана модельная для данной концепции структура георгобокита. Проводится анализ возможных анионы X в тетраэдрах XA₄. Оценивается распространенность тетраэдров XA₄ для различных анионов. Показана роль электроотрицательности аниона X. Привлекается теория валентности связи, ограничивающая число допустимых катионов в анионоцентрированных тетраэдрах. Рассмотрена классификация тетраэдров в комплексах и система основных и дополнительных классификационных параметров. Изучаются различные типы комплексов анионоцентрированных тетраэдров, проводится их систематика. Изучаются топологические и геометрические характеристики комплексов анионоцентрированных тетраэдров. Подробно с многочисленными примерами из мира минералов последовательно рассматриваются структуры с островными анионными комплексами, с цепочечными анионными комплексами, со слоистыми анионными комплексами, с анионными каркасами. Отдельно выделяются структуры, которые нельзя рассмотреть в катионоцентрированном аспекте. Под новым углом зрения рассматривается вторая глава кристаллохимии силикатов.

9. Discipline content (annotation)

Historical aspects of the appearance of anion-centered view. Shows the correlation of physical characteristics and properties of the crystals in crystal structure. Stripped of the concept model for the structure of Georgbokiite. The analysis of possible anions X in tetrahedral XA₄. Estimated prevalence of tetrahedral XA₄ for different anions. The role of the electronegativity of the anion X. Valence bond theory is put into account, limiting the number of allowable cations anion-centered tetrahedral. The classification of tetrahedral in the complexes and the system of primary and secondary classification parameters. We study different types of complexes anion-centered tetrahedral held their systematic. Study the topological and geometrical characteristics of the complexes anion-centered tetrahedral. Detail with numerous examples from the world of minerals are consistently considered structure with island anionic complexes with chain anionic complexes, with layered anionic complexes and with anionic frameworks. Separately stand structure which cannot be considered in cation-centered aspect. A new angle is considered the second chapter of crystal chemistry of silicates.

10. Учебно-методические рекомендации для обеспечения самостоятельной работы студентов

Темы рефератов:

- Структуры с островными анионными комплексами
- Структуры с катионными слоями и анионными островными комплексами
- Структуры с катионными и анионными цепочками
- Структуры с катионными слоями и анионными цепочками
- Структуры с анионными цепочками внутри катионных каркасов
- Структуры с катионными и анионными слоями
- Структуры с катионными и анионными каркасами

10. Educational and methodological recommendations for self-study

Topics abstracts:

- Finite «islands» structures with anionic complexes
- Structures with cationic and anionic layers island complexes
- Structures with cationic and anionic chain
- Structures with cationic and anionic layers of chains
- Structures with anionic chains in cationic frameworks
- Structures with cationic and anionic layers
- Structures with cationic and anionic cages

Разработчики (в том числе из вузовского сообщества и представителей

работодателей):

____ МГУ, геолфак _____ профессор _____ Еремин Н.Н.
(место работы) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)
Рабочий телефон, мобильный телефон, e-mail
(495) 939-43875, neremin@geol.msu.ru

Эксперты:

(место работы) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)

(место работы) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании Ученого совета Геологического факультета МГУ
(протокол № от)