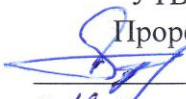


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
  
А.В. Бурмистров  
« 16 » 11 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Б1.В.ДВ.6.1 по дисциплине «Кристаллохимия»

Направление подготовки **18.03.01 – «Химическая технология»**  
Профиль подготовки «Технология неорганических веществ»,  
«Технология электрохимических производств», «Технология защиты от  
коррозии»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет Нефти, химии и нанотехнологий, химических  
технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы Технология неорганических  
веществ и материалов

Курс 3, семестр 5

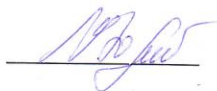
Лекции	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	
Практические занятия		
Лабораторные занятия	27	
Самостоятельная работа	45	
Форма аттестации Экзамен	36	
Всего	144	4

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования N1005 от 11.08.2016 по направлению 18.03.01 «Химическая технология» по профилю «Технология неорганических веществ».

Разработчик программы

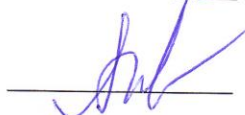
Доцент каф. ТНВМ



Фомина Р.Е.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТНВМ  
протокол от 13 11 2017г. № 5

Зав. кафедрой



Хацринов А.И.

### **УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания методической комиссии факультета Химических Технологий от 16 11 2017г. № 3

Председатель комиссии, доцент



Виноградова С.С.

Начальник УМЦ



Китаева Л.А.

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Кристаллохимия» являются:

- а) изучение теории симметрии кристаллов (как внешней формы, так и структуры) и выяснение факторов, определяющих кристаллическую структуру;
- б) изучение методов исследования кристаллических структур;
- в) получение умений рассчитывать рентгенографическую плотность и параметры элементарной ячейки, а также определять симметрию кристаллов с написанием кристаллографических формул и приведением их в соответствие с международным обозначением.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Кристаллохимия» относится к вариативной дисциплине по выбору ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки «Химическая технология» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Кристаллохимия» бакалавр по направлению подготовки «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.8 Физика
- б) Б1.Б.10 Общая и неорганическая химия.
- в) Б1.В.ОД.3 Дополнительные главы неорганической химии. Химия элементов.
- г) Б1.Б.13 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
- д) Б1.В.ОД.12 Теоретические основы технологии неорганических веществ.

Дисциплина «Кристаллохимия» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.ОД.13 Химическая технология неорганических веществ, ч.1.
- б) Б1.В.ОД.14 Химическая технология неорганических веществ, ч.2
- в) Б1.В.ДВ.9.2 Квантовая химия.
- г) Б1.В.ДВ.11.1 Технология основного неорганического синтеза.
- д) Б1.В.ДВ.11.2 Твердофазные реакции.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Кристаллохимия» могут быть использованы при прохождении практик (учебной, производственной, преддипломной) и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки «Химическая технология».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

1. ОПК–1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

2. ОПК–3 готовностью использовать знания о строении веществ, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания окружающего мира и явлений природы;

3. ПК–18 готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

1) Знать:

а) понятие о кристалле, его основных свойствах, об элементах симметрии, простой формы, кристаллографической структуры и кристаллической решетки, решетки Бравэ и пространственных групп симметрии;

б) понятие атомных и ионных радиусов, координационных чисел (КЧ) и различных координационных многогранников (КМ), плотнейших упаковок, поляризации, энергии решетки, изоморфизма, полиморфизма.

2) Уметь:

а) поставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций;

б) использовать кристаллографическую символику, приводимую в различной справочной литературе, для описания минералов;

в) рассчитывать рентгенографическую плотность и параметры элементарной ячейки, а также определять симметрию кристаллов с целью прогнозирования их свойств.

3) Владеть:

а) навыками определения элементов симметрии на моделях и реальных кристаллах: центра инверсии, плоскости симметрии и оси симметрии и составления формул симметрии;

б) навыками определения по представленным моделям кристаллографической системы, элементарных ячеек Бравэ, КЧ, КМ, подсчитывать количество атомов в элементарных ячейках, составлять стехиометрические формулы веществ.

**4. Структура и содержание дисциплины «Кристаллохимия»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия)	Лабораторные работы	СРС	
1	Законы геометрической кристаллографии	5	8	-	6	8	Реферат, отчет по лабораторной работе, тестирование
2	Геометрическая теория структуры кристалла	5	6	-	6	8	Реферат, отчет по лабораторной работе, тестирование
3	Факторы, определяющие структуру кристаллов	5	8		9	11	Реферат, отчет по лабораторной работе, тестирование
4	Реальные кристаллы. Физические свойства кристаллов как проявление характера	5	6	-	2	6	Реферат, отчет по лабораторной работе,

	внутренней структуры.						
5	Рост кристаллов	5	4	-	4	6	Реферат, отчет по лабораторной работе,
6	Кристаллохимия силикатов	5	4	-	0	6	Реферат
Форма аттестации							Экзамен

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	Законы геометрической кристаллографии	8	Основные свойства кристаллов. Законы постоянства двугранных углов. Теория симметрии в химии. Элементы симметрии. Единичные направления. Классификация кристаллов по категориям и системам. 32 класса симметрии. Международные символы классов симметрии. Формы кристаллических многогранников. Закон целых чисел. Индексы Миллера. Установка кристаллов различных систем, выбор координатных осей.	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
2	Геометрическая теория структуры кристалла	6	Кристаллический многогранник и пространственная решетка кристалла. Трансляция. Плоские сетки решетки. 14 решеток Браве. Число структурных единиц в элементарной ячейке. Симметрия структур кристаллов. 230 пространственных групп симметрии.	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
3	Факторы, определяющие структуру кристаллов	8	Размеры материальных частиц. Эффективные радиусы атомов и ионов. Зависимость ионных радиусов от координационного числа, природы атомов и положения элементов в периодической системе Менделеева. Координационное число. Координационный многогранник. Плотнейшие упаковки частиц в кристаллах. Основные типы химической связи в кристаллах. Ионные кристаллы. Координационные принципы строения ионных кристаллов. Плотнейшие упаковки. Тетраэдрические и октаэдрические	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18

			пустоты. Кристаллы с ковалентной связью. Электроотрицательность атомов. Металлическая и молекулярная связь в кристаллах и ее влияние на свойства. Поляризация ионов и ее влияние на координационное число, структуру и физические свойства кристаллов.	
4	Реальные кристаллы. Физические свойства кристаллов	6	Моно- и поликристаллы. Дефекты кристаллических решеток. Точечные и многомерные дефекты, дислокации. Нестехиометрические соединения: бориды, гидриды, оксиды, карбиды и др. Физические свойства кристаллов как проявление характера внутренней структуры. Твердость. Тепловые свойства. Электропроводимость. Пьезо- и пьезоэлектрические свойства. Текстура. Кристаллооптика.	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
5	Рост кристаллов	4	Элементы теории процессов кристаллизации. Центры кристаллизации. Субмикроструктуры (кластеры). Критический размер кристаллов. Массовая кристаллизация.	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
6	Кристаллохимия силикатов	4	Особенности структуры силикатов. Кремнекислородные мотивы в структуре силикатов. Изоморфные замещения. Роль алюминия. Структурные формулы силикатов. Ортосиликаты. Кольцевые силикаты. Цепочечные. Слоистые. Каркасные.	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18

**6. Содержание практических/семинарских занятий (не предусмотрены рабочим планом)**

**7. Содержание лабораторных занятий**

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося изучения законов симметрии, а также выработка бакалаврами определенных умений, связанных с определением симметрии кристаллов и их структуры.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Законы геометрической кристаллографии	6	1. Определение элементов симметрии кристаллических многогранников. 2. Определение классов симметрии. 3. Определение простых форм	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18

			кристаллических многогранников.	
2	Геометрическая теория структуры кристалла	6	4. Установка кристаллов и определение кристаллографических символов граней.	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
3	Факторы, определяющие структуру кристаллов	9	5. Описание кристаллических структур 6. Определение стехиометрической формулы вещества. 7. Определение в кристаллических ячейках пустот и степени их заполнения.	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
4	Реальные кристаллы. Физические свойства кристаллов как проявление характера внутренней структуры.	2	8. Определение микротвердости	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
5	Рост кристаллов	4	9. Зарождение, рост кристаллов, их растворение и разрушение	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18

Лабораторные работы проводятся в помещении лаборатории с использованием специального оборудования.

#### **8. Самостоятельная работа бакалавра**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы, выносимые на самостоятельную работу</b>	<b>Часы</b>	<b>Форма СРС</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	Законы геометрической кристаллографии	8	Реферат, подготовка к лабораторным работам, тесты	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
2	Геометрическая теория структуры кристалла	8	Реферат, подготовка к лабораторным работам, тесты	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
3	Факторы, определяющие структуру кристаллов	11	Реферат, подготовка к лабораторным работам, тесты	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
4	Реальные кристаллы. Физические свойства кристаллов как проявление характера внутренней структуры.	6	Реферат, подготовка к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
5	Рост кристаллов	6	Реферат, подготовка к лабораторным работам	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18
6	Кристаллохимия силикатов	6	Реферат	ОПК-1, ОПК-3 ПК-18

### **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.**

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Кристаллохимия» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

При изучении дисциплины предусматривается экзамен, подготовка 1 реферата, выполнение 9 лабораторных работ и тестового задания по материалам лекционного и лабораторного курса. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Таблица. Распределение баллов по основным формам работы бакалавра

Оценочные средства	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа 1	2	3
Лабораторная работа 2	2	3
Лабораторная работа 3	2	3
Лабораторная работа 4	3	4
Лабораторная работа 5	3	5
Лабораторная работа 6	3	5
Лабораторная работа 7	3	5
Лабораторная работа 8	3	4
Лабораторная работа 9	3	4
Тест	6	12
Реферат	6	12
Экзамен	24	40
Итого:	60	100

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.



## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Кристаллохимия» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Пугачев, В.М. Кристаллохимия: учебное пособие / В.М. Пугачев. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. -104 с. - ISBN 978-5-8353-1322-8; То же [Электронный ресурс].	ЭБС Университетская библиотека Онлайн <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232461">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232461</a> <i>Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров КНИТУ</i>
2. Брагина, В.И. Кристаллография, минералогия и обогащение полезных ископаемых: учебное пособие / В.И. Брагина -Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. - 152 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-2647-0	ЭБС Университетская библиотека Онлайн <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=363881">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=363881</a> <i>Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров КНИТУ</i>
3. Басалаев, Ю.М. Кристаллофизика и кристаллохимия: учебное пособие / Ю.М. Басалаев -Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. - 403 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1712-7	ЭБС Университетская библиотека Онлайн <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=278304">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=278304</a> <i>Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров КНИТУ</i>
4. Основы геометрической кристаллографии: Учебное пособие / Новоселов К.Л. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 73 с.	ЭБС ZNANIUM <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=701517">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=701517</a> <i>Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров КНИТУ</i>
5. Четверикова, А.Г. Кристаллография: учебное пособие / А.Г. Четверикова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». -Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2012. -104 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 85-87.	ЭБС Университетская библиотека Онлайн <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=260745">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=260745</a> <i>Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров КНИТУ</i>

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

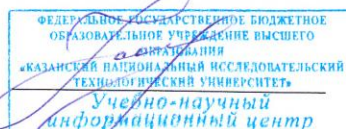
Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Высокотемпературная кристаллохимия боратов и боросиликатов [Монографии] : [монография] / СПб. гос. ун-т [и др.] .— СПб. : Наука, 2008 .— 760 с. : ил., табл. — Библиогр.: с.682-728. Предм. указ.: с.752-754. Формульный указ.: с.755-760.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Очерки о диффузии в кристаллах: Учебное пособие/ГегузинЯ.Е., 3-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2015. - 224 с.: 60х90 1/16. - (Шедевры естественно-научной литературы) (Обложка) ISBN 978-5-91559-194-2, 500 экз.	ЭБС ZNANIUM <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=525685">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=525685</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров КНИТУ
3. Основы минерологии и кристаллографии с элементами петрографии: Учебное пособие / В.П. Бондарев. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 280 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-00091-028-3	ЭБС ZNANIUM <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=497868">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=497868</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров КНИТУ
4. Основы физики конденсированного состояния: Учебное пособие / Ю.В. Петров. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 216 с.: 60х90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91559-110-2, 500 экз.	ЭБС ZNANIUM <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=484938">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=484938</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров КНИТУ
5. Кристаллография и минералогия. Основные понятия/БойкоС.В. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 212 с.: ISBN 978-5-7638-3223-5	ЭБС ZNANIUM <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=550292">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=550292</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров КНИТУ

### 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Кристаллохимия» использование электронных источников информации:

1. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru>
2. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - Режим доступа <https://biblioclub.ru/>
4. ЭБС ZNANIUM.COM. – Режим доступа: <http://znanium.com>

Согласовано:  
Зав. сектором ОКУФ



### ***11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины***

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся (экзамен) разработаны согласно положению о Фондах оценочных средств и оформлены отдельным документом.

### ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

1. Лекционные занятия:
  - a. комплект раздаточного материала по теме лекций
  - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой - проектор, экран, компьютер/ноутбук;
2. Прочее
  - a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;  
рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.




Дисциплина также располагает моделями кристаллических многогранников и моделями важнейших структурных типов кристаллов.

### ***13. Образовательные технологии***

Количество часов, проводимых в интерактивной форме составляет 30 часов. Из них 10 часов лекции (лекция-беседа) и 20 часов лабораторных работ (работа в малых группах).

### Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Кристаллохимия» пересмотрена на заседании кафедры Технологии неорганических веществ и материалов

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ )	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
1	Протокол заседания кафедры ТНВМ № 1 от 29.08 2019	нет/есть	Нет			

Направление подготовки 18.03.01 - Химическая технология  
 Профиль - Технология неорганических веществ в  
 год набора обучающихся - 2019

\* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Российский информационный портал в области науки, техники, сервиса и образования eLIBRARY.RU: elibvnuu.ru

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Офисные и деловые программы MS Office 2007 Russian