

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  
 Бурмистров А.В.  
«09» 09 2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Б1.В.ОД.12 по дисциплине «Физическая химия тугоплавких  
неметаллических и силикатных материалов»

Направление подготовки 18.03.01 – «Химическая технология»  
Профиль подготовки «Технология тугоплавких неметаллических и  
силикатных материалов»

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	18	
Практические занятия		
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	27	
Самостоятельная работа	54	
Форма аттестации – Экзамен	45	
Всего	144	4

Казань, 2018 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 тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

Рабочая программа составлена для набора студентов 2018 года.

Разработчик программы

Доцент



Фомина Р.Е.

Доцент



Водопьянова С.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТНВМ протокол от 04.09.2018 г. № 1.

Зав. кафедрой



Хацринов А.И.

### **УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания методической комиссии факультета Химических технологий, к которому относится кафедра-разработчик РП от 06.09.2018 г. № 1.

Председатель комиссии, доцент



Виноградова С.С.

Начальник УМЦ



Китаева Л.А.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» являются:

а) изучение свойств и структуры силикатов и других тугоплавких неметаллических соединений на основе структурных, термодинамических и кинетических представлений;

б) изучение теоретических основ технологии силикатных и других неметаллических тугоплавких материалов, а также физико-химические методы их исследований;

в) применение физико-химических закономерностей для выбора оптимальных условий проведения различных технологических процессов.

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

Дисциплина «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» относится к вариативной; обязательные дисциплины 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 «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» магистр по направлению подготовки «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.Б.10 Общая и неорганическая химия.

б) Б1.Б.11 Органическая химия.

в) Б1.Б.13 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа.

г) Б1.В.ОД.3 Дополнительные главы неорганической химии. Химия элементов.

д) Б1.В.ОД.6 Физико-химические методы анализа.

е) Б1.В.ДВ.6.1 Минералогия и кристаллография.

ж) Б1.В.ДВ.6.2 Кристаллохимия.

Дисциплина «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.ОД.13 Общая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

б) Б1.В.ОД.14 Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

в) Б1.В.ДВ.10.1 Тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

г) Б1.В.ДВ.10.2 Сырьевые ресурсы химической технологии.

д) Б1.В.ДВ.11.1 Твердофазные реакции.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» 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–3 готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире;

2. ПК–16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

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) свойства, строение и особенности тугоплавких неметаллических и силикатных материалов в кристаллическом, жидком, стеклообразном и высокодисперсном состояниях;

б) теоретические основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов;

в) понятия – изоморфизм, полиморфизм.

2) Уметь:

а) применять теоретические знания для выбора оптимальных условий проведения технологических процессов;

б) принимать конкретные решения при возникновении производственных проблем при синтезе силикатов и других тугоплавких неметаллических материалов;

3) Владеть:

а) знаниями о структуре силикатов в кристаллическом состоянии;

б) навыками анализа основных свойств силикатных материалов;

в) знаниями о силикатах в жидком состоянии, высокодисперсном состоянии.

**Структура и содержание дисциплины «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».** Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)			Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные работы	СРС		
1	Химия кремния и его соединений.	5	3		10	Иллюстрирование материала рисунками и таблицами	Реферат, тест
2	Тугоплавкие силикатные и другие неметаллические соединения в кристаллическом состоянии.	5	6	6	14	Иллюстрирование материала рисунками и таблицами	Реферат, тест, отчет по лабораторной работе
3	Расплавы силикатов и тугоплавких неметаллических соединений.	5	3	6	14	Иллюстрирование материала рисунками и таблицами	Реферат, тест, отчет по лабораторной работе
4	Силикаты в стеклообразном состоянии.	5	3	6	8	Электронная презентация. Иллюстрирование материала рисунками и таблицами	Реферат, тест, отчет по лабораторной работе
5	Силикаты в высокодисперсном состоянии.	5	3	9	8	Иллюстрирование материала рисунками и таблицами	Реферат, тест, отчет по лабораторной работе
Форма аттестации			18	27	54		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	Химия кремния и его соединений.	3	Элементный кремний. Получение, свойства и	ОПК–3, ПК–18

			применение. Бинарные соединения кремния: оксиды, гидриды, галогениды, силициды, карбиды, нитриды, бориды, силикаты. Типы химической связи в соединениях кремния.	
2	Тугоплавкие силикатные и другие неметаллические соединения в кристаллическом состоянии.	6	Структура силикатов. Структура простых и сложных оксидов металлов. Структура боридов, карбидов, нитридов и силицидов. Дефекты кристаллической решетки. Полиморфизм силикатов. Изоморфизм силикатов.	ОПК–3, ПК–18
3	Расплавы силикатов и тугоплавких неметаллических соединений.	3	Структура и свойства расплавов силикатов и оксидов. Теории строения жидкостей.	ОПК–3, ПК–18
4	Силикаты в стеклообразном состоянии.	3	Ближний и дальний порядок. Гипотезы строения стеклообразных веществ. Свойства силикатных стекол в жидком и твердом состоянии.	ОПК–3, ПК–18
5	Силикаты в высокодисперсном состоянии.	3	Высокодисперсные системы и особенности их свойств. Вода в соединениях гидратированных силикатов. Физико-химические свойства глинистых минералов.	ОПК–3, ПК–18
		18		

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

**7. Содержание лабораторных занятий**

Цель проведения лабораторных занятий – привить студенту навыки работы в химической лаборатории, проведение лабораторных работ с целью подтверждения отдельных теоретических положений дисциплины «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»,

приобретение практических навыков работы с лабораторным оборудованием, методикой экспериментальных исследований.

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
2	Тугоплавкие силикатные и другие неметаллические соединения в кристаллическом состоянии.	6	1. Полиморфные переходы простых и сложных веществ. Изучение полиморфных и аллотропных переходов некоторых веществ. 2. Предел прочности при ударном изгибе. Изучение прочности силикатных материалов при ударном изгибе. 3. Водопоглощение керамических изделий. Определение водопоглощения силикатных изделий.	ОПК–3, ПК–16, ПК–18
3	Расплавы силикатов и тугоплавких неметаллических соединений.	6	1. Свойства силикатов щелочных металлов. Получение и изучение свойств кремниевой кислоты и растворимых силикатов.	ОПК–3, ПК–16, ПК–18
4	Силикаты в стеклообразном состоянии.	6	1. Легкоплавкие стекла. Получение силикатов свинца и изучение процесса кристаллизации. 2. Удельный вес стекла. Усвоение методов определения удельного веса материалов. 3. Сплавление стекол. Изучение процесса сплавления стекол различных марок и их структуры.	ОПК–3, ПК–16, ПК–18
5	Силикаты в высокодисперсном состоянии.	9	1. Коллоидное состояние силикатов. Изучение полидисперсных силикатов методом седиментации. 2. Определение жесткости воды. Определение временной и постоянной жесткости воды. 3. Дегидратация глин. Изучение процессов дегидратации глин.	ОПК–3, ПК–16, ПК–18
		27		

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	1. Силициды. Методы получения. Характеристика свойств и областей применения силицидов магния, кальция, железа, молибдена. 2. Роль кремния в живой и неживой природе.	8	Реферат	ОПК–3, ПК–18
2	1. Электрические свойства диэлектриков; Электрические свойства силикатов, силикатных стекол и кристаллических диэлектриков.	8	Реферат	ОПК–3, ПК–18
3	1. Методы и аппаратура исследования вязкости жидкости. 2. Взаимосвязь вязкости с составом и структурой природных магматических расплавах.	8	Реферат	ОПК–3, ПК–18
4	Подготовка к сдаче лабораторных работ	20		ПК–16, ПК–18
5	Подготовка к тестированию	10	ТЕСТ	ОПК–3, ПК–18
		54		

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

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» используется рейтинговая система оценки знаний обучающихся на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса».

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** (устно или с использованием тестирования), защита лабораторных работ, реферат, промежуточный тестовый контроль. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Максимальный рейтинг бакалавра по дисциплине  $R_{\text{дис}}$  равен 100 баллам.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Отчет по лабораторной работе</i>	<i>7</i>	<i>21</i>	<i>35</i>
<i>Реферат</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>10</i>
<i>Выполнение тестового задания</i>		<i>10</i>	<i>15</i>
<i>Экзамен</i>		<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

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

Таблица – перерасчет рейтинга в 4-балльную шкалу оценки

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R_{\text{дис}} < 60$	«неудовлетворительно» (2)
$60 \leq R_{\text{дис}} < 73$	«удовлетворительно» (3)
$73 \leq R_{\text{дис}} < 87$	«хорошо» (4)
$87 \leq R_{\text{дис}} < 100$	«отлично» (5)

## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Общая технология силикатов: Учебник / Л.М. Сулименко. –М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. –336 с.: 60x88 1/16. –(Среднее профессиональное образование) (Обложка) ISBN 978-5-16-009741-1, 20 экз.	ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/catalog.php?bo_oinfo=548745">http://znanium.com/catalog.php?bo_oinfo=548745</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ.
2. Салахов А.М. Керамика: исследование сырья, структура, свойства / А.М. Салахов, Р.А. Салахова. –Казань: КНИТУ, 2013.- 316 с. ISBN: 978-5-7882-1480-1	70 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Физикохимия неорганических композиционных материалов [Учебники]: учеб. Пособие / А.И. Хацринов [и др.]; Казанский нац. Исслед. Технол. ун-т. –Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. –115.	156 экз. в УНИЦ КНИТУ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Khatsrinov-Fizikokhimiya_neorganicheskikh_kompozitsionnykh_materialov.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Khatsrinov-Fizikokhimiya_neorganicheskikh_kompozitsionnykh_materialov.pdf</a> > Доступ с IP-адресов КНИТУ
4. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс]: учебник / Н.С. Ахметов. — 8-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2014. —752 с.: ил.	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/50684#book_name">https://e.lanbook.com/book/50684#book_name</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Физическая химия дисперсных систем: Учебное пособие / Дерябин В.А., Фарафонтова Е.П., - 2-е изд., стер. – М.: Флинта, Изд-во Урал. Ун-та, 2017. – 88 с. ISBN 978-5-9765-3090-4	ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/catalog.php?bo_oinfo=946680">http://znanium.com/catalog.php?bo_oinfo=946680</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Усов Б.А. Химия и технология цемента: учеб. Пособие / Б.А. Усов. — 2-е изд. — М.: ИНФРА-М, 2017. —158 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — <a href="http://www.dx.doi.org/10.12737/7975">www.dx.doi.org/10.12737/7975</a> .	ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/catalog.php?bo_oinfo=751612">http://znanium.com/catalog.php?bo_oinfo=751612</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Неорганическая химия: Учебное пособие / Богомолова И.В. – М.: Альфа-М, ИНФРА-М, 2016. – 336 с.: 60x90 1/16. – (ПРОФИЛЬ) (Переплёт) ISBN 978-5-98281-187-5	ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/catalog.php?bo_oinfo=538925">http://znanium.com/catalog.php?bo_oinfo=538925</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

4. Бобкова, Н.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учебник / Н.М. Бобкова. – Минск: Выш. Шк., 2007. –301 с. – ISBN 978-985-06-1389-9.	ЭБС Znanium.com <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505263">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=505263</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5. Горшков В.С., Савельев В.Г., Федоров Н.Ф. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений. –М.: Высш. Шк., 1988. – 399 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Куколев Г.В. Химия кремния и физическая химия силикатов. –М.: Высш. Шк., 1966. – 462 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
7. Рабухин А.И., Савельев В.Г. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных соединений: Учебник. –М.: ИНФРА-М, 2004. –304 с.	96 экз. в УНИЦ КНИТУ
8. Воронков М.Г., Кузнецов И.Г. Кремний в живой природе. –Новосибирск: Наука, 1984. –157 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
9. Физико-химические свойства силикатного сырья и материалов [Электронный ресурс]: метод. Указ. К лабор. Работам /Казан. Гос. Технол. ун-т; Л.Н. Назарова, Г.Г. Мингазова, Р.Е. Фомина. – Казань: КНИТУ, 2008. –48 с.	ЭБ УНИЦ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-NACHAROWA_FXTHCM.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-NACHAROWA_FXTHCM.pdf</a> Доступ с IP-адресов КНИТУ
10. Лыгина Т.З. Избранные главы кристаллохимии и методы изучения наноструктурированных материалов: учебное пособие. /Т.З. Лыгина, Р.Е. Фомина, А.М. Губайдуллина, С.В. Водопьянова. Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. –Казань: Изд-во КНИТУ, 2018. –168 с.	63 экз. в УНИЦ КНИТУ

### 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» рекомендуется использование электронных источников информации:

1. Научная Электронная библиотека (РУНЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа: <http://rucont.ru>
3. ЭБС «Библиокомплектатор» – Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/>
4. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>
6. ЭБС «Консультант студент» – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/>
7. ЭБС «БиблиоТех» – Режим доступа: <http://kstu.bibliotech.ru>
8. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - Режим доступа <https://biblioclub.ru/>
9. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru>
10. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru>
11. 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 аттестации обучающихся разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

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

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины могут быть использованы раздаточный материал, мультимедийные средства. Лабораторные работы проводятся в помещении лаборатории с использованием специального оборудования.

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

Учебный вес лекций проводимых в интерактивной форме составляет 9 часов, в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 18.03.01 – «Химическая технология».

В качестве интерактивных форм проведения лекционных занятий используется:

*Лекция-визуализация* – лекции по отдельным темам проводятся с использованием раздаточного материала.