

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1163358	Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
<b>Образовательная программа</b> 1. Технология высокотемпературных неметаллических конструкционных и функциональных изделий и наноматериалов	<b>Код ОП</b> 1. 18.03.01/33.04
<b>Направление подготовки</b> 1. Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 18.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Павлова Ирина Аркадьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	химической технологии керамики и огнеупоров

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов**

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль позволяет сформировать у студента знания в области процессов производства, технологии и свойств основных видов материалов и изделий силикатной промышленности; практических умений и навыков исследования свойств сырья и готовых продуктов, а также процессов силикатных производств. В результате изучения модуля студент будет знать основные физико-химические понятия, связанные со строением и структурой силикатных и оксидных материалов в твердом, жидком и стеклообразном состояниях, основные физико-химические методы анализа структуры и свойств силикатных и тугоплавких неметаллических материалов; технические характеристики основных видов материалов и изделий силикатной промышленности, особенности технологии и производства. Студент будет готов использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач; прогнозировать влияние различных факторов на процессы в смесях природных и технических материалов; определять свойства сырья и оценивать возможность его использования, проектировать и анализировать технологические схемы производства силикатных материалов. Студент будет владеть методами определения технологических свойств сырья и готовой продукции, методами прогнозирования и управления поведением смесей природных и технических материалов в технологических процессах.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов	8
2	Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов	7
ИТОГО по модулю:		15

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	1. <b>Основы общеинженерных знаний</b>
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	1. <b>Физико-химические основы технологии материалов и изделий электронной техники</b> 2. <b>Проектирование производства огнеупорных и теплоизоляционных материалов</b> 3. <b>Проектирование производства керамики</b> 4. <b>Проектирование производства стекла и эмали</b> 5. <b>Проектирование производства минеральных вяжущих веществ и изделий на их основе</b>

--	--

#### 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов	ПК-2 - Способен определять мероприятия, необходимые для выполнения основных и вспомогательных операций по производству изделий из высокотемпературных неметаллических материалов.	З-3 - Характеризовать типовые технологические схемы и объяснять суть входящих в них операций при производстве высокотемпературных неметаллических материалов  П-3 - Составлять перечень технологических операций необходимых и достаточных для производства высокотемпературных неметаллических материалов, и изделий надлежащего качества с учетом нормативно-технических требований
	ПК-4 - Способен разрабатывать технологические процессы производства изделий из высокотемпературных неметаллических материалов и осуществлять контроль их выполнения.	З-4 - Описывать типовые технологические схемы и отдельные технологические операции производства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий  У-4 - Определять порядок проведения отдельных технологических операций по производству высокотемпературных неметаллических материалов и изделий с учетом вида готовой продукции и требований к ней
Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов	ПК-3 - Способен на основе анализа технологических процессов производства высокотемпературных неметаллических материалов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию.	У-3 - Анализировать физико-химические и технологические свойства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий и устанавливать их влияние на качество готовой продукции  П-3 - Предлагать пути совершенствования технологических процессов на основе анализа физико-химических и технологических свойств высокотемпературных неметаллических материалов и изделий

	<p>ПК-4 - Способен разрабатывать технологические процессы производства изделий из высокотемпературных неметаллических материалов и осуществлять контроль их выполнения.</p>	<p>З-3 - Объяснять влияние физико-химических процессов термической обработки на структуру и свойства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p> <p>У-3 - Выбирать параметры термической обработки, обеспечивающие заданный уровень свойств высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p> <p>П-3 - Предлагать в общую технологическую схему операции термической обработки с целью обеспечения требуемых свойств высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p>
--	---	---

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной, очно-заочной и заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физическая химия тугоплавких**  
**неметаллических и силикатных материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Земляной Кирилл Геннадьевич	кандидат технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	химической технологии керамики и огнеупоров

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20230623-01 от 23.06.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Земляной Кирилл Геннадьевич, Заведующий кафедрой, химической технологии керамики и огнеупоров

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Кремний	Квантово-химическое строение кремния. Виды химических связей. Кислородные соединения кремния. Координационное число. Зонное строение кремния
2	Некоторые кристаллохимические принципы строения веществ	Кристаллическая решётка. Виды кристаллических решёток. Стехиометрия (общая формула) и валентность элементов. Координационные числа. Атомные и ионные радиусы. Правила соотношения радиусов. Природа сил взаимодействия. Электроотрицательность элементов. Вода в структуре ионных кристаллов. Водородная связь. Прочность структуры
3	Структура тугоплавких оксидов	Химическая связь металлов в тугоплавких неметаллических материалах. Структура типа NaCl. Структура типа вюрцита (ZnS). Структура типа корунда $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Структура шпинелей. Химическая связь в тугоплавких боридах, карбидах, нитридах и силицидах. Структура оксида кремния (силикатов)
4	Дефекты кристаллической решетки	Классификация дефектов: точечные, линейные, двумерные, трехмерные дефекты. Диффузия: виды диффузии, эффекты при диффузии, механизм диффузии. Зависимость коэффициента диффузии от температуры. Макроскопическое описание диффузии. Диффузия "в гору".
5	Реакции в твердой фазе	Характеристика дисперсности твёрдых тел.

		Термодинамика реакций в твёрдой фазе: энергия твердофазных реакций, механизм и кинетика реакций в твердой фазе. Влияние температуры на скорость твердофазных реакций и кажущаяся энергия активации. Влияние условий твердофазного взаимодействия на его скорость
6	Жидкое состояние силикатов и оксидов	Сравнение свойств веществ в жидком и твёрдом состояниях. Агрегатные и фазовые состояния вещества. Модели строения жидкости. Свойства оксидно-силикатных расплавов. Поверхностная энергия. Смачивание. Капиллярная пропитка. Адгезия и когезия. Плотность и термическое расширение расплавов. Кристаллизация и рост кристаллов
7	Силикаты и тугоплавкие оксиды в стеклообразном состоянии	Стеклообразное состояние. Основные особенности стеклования и стеклообразного состояния. Строение силикатных стёкол. Свойства стёкол в твёрдом состоянии. Особенности структуры кристаллических соединений, способных переходить в стекло
8	Спекание	Определение спекания. Физико-химические основы спекания. Твёрдофазное спекание. Жидкофазное спекание. Реакционное спекание. Усадка при спекании. Конечная стадия спекания. Факторы, влияющие на процесс спекания. Кинетика спекания

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология повышения коммуникативной компетентности Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-3 - Способен на основе анализа технологических процессов производства высокотемпературных неметаллических материалов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию.	У-3 - Анализировать физико-химические и технологические свойства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий и устанавливать их влияние на качество готовой продукции П-3 - Предлагать пути совершенствования технологических

				<p>процессов на основе анализа физико-химических и технологических свойств высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p>
			<p>ПК-4 - Способен разрабатывать технологические процессы производства изделий из высокотемпературных неметаллических материалов и осуществлять контроль их выполнения.</p>	<p>З-3 - Объяснять влияние физико-химических процессов термической обработки на структуру и свойства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p> <p>У-3 - Выбирать параметры термической обработки, обеспечивающие заданный уровень свойств высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p> <p>П-3 - Предлагать в общую технологическую схему операции термической обработки с целью обеспечения требуемых свойств высокотемпературных неметаллических</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Рубцова, В. Н.; Физическая химия силикатов : методические указания к лабораторным работам.; Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, Оренбург; 2008; <http://www.iprbookshop.ru/21695.html> (Электронное издание)
2. Бушуева, Н. П.; Физическая химия силикатов : учебное пособие.; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, Белгород; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/80451.html> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Горшков, В. С., Савельев, В. Г., Федоров, Н. Ф.; Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений : учебник для вузов по специальности "Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов"; Высшая школа, Москва; 1988 (48 экз.)
2. , Пащенко, А. А.; Физическая химия силикатов : [учебник для вузов по специальности "Химическая технология вяжущих материалов", "Химическая технология керамики".; Высшая школа, Москва; 1986 (83 экз.)
3. Куколев, Г. В.; Химия кремния и физическая химия силикатов : [учебник для вузов].; Высшая школа, Москва; 1966 (18 экз.)
4. , Пащенко, А. А.; Физическая химия силикатов : [учебник для вузов по специальности "Химическая технология вяжущих материалов", "Химическая технология керамики".; Высшая школа, Москва; 1986 (10 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)

5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
---	----------------------------------	---	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Технология тугоплавких неметаллических и**  
**силикатных материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Павлова Ирина Аркадьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	химической технологии керамики и огнеупоров

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20230623-01 от 23.06.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Павлова Ирина Аркадьевна, Доцент, химической технологии керамики и огнеупоров

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные процессы силикатных технологий	Характеристика зернистых материалов. Подготовка исходных материалов. Дозирование. Смешение. Прессование и формование изделий на основе порошкообразных масс. Термическая обработка материалов
2	Технология минеральных вяжущих веществ	Воздушные вяжущие вещества: Производство строительного гипса; Производство воздушной строительной извести. Гидравлические вяжущие вещества. Бетон: основные свойства бетона; коррозия бетона
3	Основы технологии стекла	Строение стекол. Свойства стекол в расплавленном состоянии. Свойства стекол в твердом состоянии. Сырьевые материалы. Производство стекла: приготовление шихты; варка стекла; формование стекла; отжиг стекла
4	Технология керамики и огнеупоров	Классификация. Сырьевые материалы для производства керамических изделий: пластичные материалы; непластичные (отошающие) материалы; плавни. Технология производства строительного кирпича. Технология производства тонкой керамики. Технология огнеупорных материалов

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология повышения коммуникативной компетентности	ПК-2 - Способен определять мероприятия, необходимые для выполнения основных и вспомогательных операций по производству изделий из высокотемпературных неметаллических материалов.	<p>З-3 - Характеризовать типовые технологические схемы и объяснять суть входящих в них операций при производстве высокотемпературных неметаллических материалов</p> <p>П-3 - Составлять перечень технологических операций необходимых и достаточных для производства высокотемпературных неметаллических материалов, и изделий надлежащего качества с учетом нормативно-технических требований</p>
		Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-4 - Способен разрабатывать технологические процессы производства изделий из высокотемпературных неметаллических материалов и осуществлять контроль их выполнения.	З-4 - Описывать типовые технологические схемы и отдельные технологические операции производства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий

				У-4 - Определять порядок проведения отдельных технологических операций по производству высокотемпературных неметаллических материалов и изделий с учетом вида готовой продукции и требований к ней
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Павлова, И. А.; Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов : учебник.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699106> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Колбасов, В. М., Леонов, И. И., Сулименко, Л. М.; Технология вяжущих материалов : Учеб. для техникумов пром-сти строит. материалов.; Стройиздат, Москва; 1987 (125 экз.)
2. Сулименко, Л. М.; Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе : Учебник для вузов.; Высшая школа, Москва; 2000 (22 экз.)
3. Сулименко, Л. М.; Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе : учеб. для студентов строит. и хим.-технол. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2005 (24 экз.)
4. Павлова, И. А., Кашеев, И. Д.; Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов : учебник для студентов вуза, по направлению подготовки 18.03.01 - Химическая технология.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (20 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Курс на платформе Moodle "Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов", режим доступа <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=5738>

#### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Р7-Офис Профессиональный (Десктопная версия)