

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Технология тонкой керамики

**Код модуля**  
1150334(0)

**Модуль**  
Проектирование производства керамики

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<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

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

**Авторы:**

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Технология тонкой керамики**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	7	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Технология тонкой керамики**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-5 -Способен разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов	Д-1 - Проявлять развитые коммуникационные умения при согласовании разработанной документации со стейкхолдерами З-1 - Классифицировать основные виды и формы организационно-технической и проектной документации, используемые в области профессиональной деятельности З-2 - Характеризовать назначение основных нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих профессиональную деятельность	Домашняя работа Лекции Практические/семинарские занятия

	<p>П-3 - Выполнять задания в области профессиональной деятельности, следуя требованиям технической проектной и эксплуатационной документации</p> <p>У-1 - Определить необходимый для решения задач профессиональной деятельности набор технической проектной и эксплуатационной документации</p> <p>У-2 - Учитывать требования основных нормативных документов и справочные данные при разработке и оформлении технической, проектной и эксплуатационной документации в области профессиональной деятельности</p>	
<p>ПК-1 -Способен подбирать оборудование по заданной производительности и выполнять и технологические расчеты процессов получения изделий из высокотемпературных неметаллических материалов.</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении практических работ</p> <p>З-4 - Определять основные технологические параметры процессов производства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p> <p>З-5 - Объяснить методики расчета технологических параметров процессов производства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p> <p>П-1 - Составлять техническое описание основного оборудования цехов по производству высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p> <p>У-2 - Анализировать результаты расчетов основных процессов производства высокотемпературных</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Экзамен</p>

	<p>неметаллических материалов и изделий и делать выводы о возможности реализации технологического процесса</p> <p>У-3 - Обоснованно выбирать технологические параметры процессов, подлежащие расчету, для различных видов получения высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p> <p>У-4 - Выбирать методики выполнения расчета технологических параметров процессов для различных видов производства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p>	
<p>ПК-2 -Способен определять мероприятия, необходимые для выполнения основных и вспомогательных операций по производству изделий из высокотемпературных неметаллических материалов.</p>	<p>З-3 - Характеризовать типовые технологические схемы и объяснять суть входящих в них операций при производстве высокотемпературных неметаллических материалов</p> <p>П-1 - Выполнять задания по подбору основного и вспомогательного оборудования для различных видов производства различных видов 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> <p>У-3 - Обоснованно выбирать основные и вспомогательные технологические операции, производства различных высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p>	<p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

<p>ПК-3 -Способен на основе анализа технологических процессов производства высокотемпературных неметаллических материалов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию.</p>	<p>З-1 - Объяснять основные показатели и параметры технологического процесса производства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий, и их влияние на качество готовой продукции  З-2 - Формулировать мировые тенденции совершенствования технологических процессов производства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий  П-1 - Формулировать выводы о возможных путях совершенствования технологического режима на основе анализа показателей технологического процесса производства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий  У-1 - Анализировать показатели технологических процессов и влияние технологических параметров на качество готовой продукции для формулирования рекомендаций по совершенствованию технологии производства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий</p>	<p>Домашняя работа  Контрольная работа  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>
<p>ПК-5 -Способен выявлять причины и разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению брака изделий из высокотемпературных неметаллических материалов.</p>	<p>З-1 - Классифицировать дефекты видов изделий, получаемых из различных высокотемпературных неметаллических материалов, и способы их устранения  З-3 - Определять факторы, влияющие на образование брака для видов изделий, получаемых из различных высокотемпературных неметаллических материалов и способы их предупреждения  П-1 - Разрабатывать рекомендации по</p>	<p>Лекции  Экзамен</p>

	<p>предупреждению и устранению дефектов для видов изделий, получаемых из различных высокотемпературных неметаллических материалов на основе анализа причин их возникновения</p> <p>У-1 - Анализировать причины образования дефектов и предлагать варианты их предупреждения и устранения для видов изделий, получаемых из различных высокотемпературных неметаллических материалов</p>	
--	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.7</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	8,8	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	8,7	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для



	продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Расчет фазового состава ЭТФ
  2. Диаграмма состояния MgO-SiO<sub>2</sub>
  3. Керамические конденсаторные материалы
  4. Керамические полупроводники
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

## Базовый

### 5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Краткая технологическая схема производства керамических материалов и изделий

Примерные задания

1. Составить краткую технологическую схему производства стеатитовых изделий.
2. Приведите основные полиморфные превращения диоксида титана.
3. Составить краткую технологическую схему производства полупроводников на основе карбида кремния.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Расчет фазового состава керамики различного состава
2. Расчет состава массы для производства различных видов керамики

Примерные задания

1. Рассчитайте фазовый состав фарфора, зная его химический состав и температуру обжига (т.е. содержание в нем муллита, кристобалита, и полевошпатового стекла).

Заданный химический состав фарфора:

содержание оксидов, мас. %

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
------------------	--------------------------------	--------------------------------	------------------	-----	-----	------------------	-------------------

72,02	21,83	0,55	0,42	0,89	0,38	2,81	1,20
-------	-------	------	------	------	------	------	------

Температура обжига ЭТФ заданного состава 1350 оС.

2. Пусть в составе массы содержится 37 мас. % пегматита, в нем 73 мас.% полевого шпата и 27 мас. % кварца. В новой партии пегматита содержится 29 мас. % кварца и только 71 мас. % полевого шпата. Какое количества пегматита новой партии необходимо ввести в состав новой массы?

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Стеатит. Преимущества и недостатки стеатита как разновидности установочной керамики. Сырьевые материалы для производства стеатита. Характеристика месторождений талька, пригодного для производства стеатита
2. Коэффициент молекулярного соотношения (КМС) и коэффициент структуры стекла (КСС). Полиморфизм метасиликата магния. Технологическая схема получения стеатитовой керамики по спёковой технологии.
3. Особенности формования изделий из стеатита методом горячего литья под давлением из парафинизированных шликеров. Утильный и окончательный обжиг изделий из стеатита. Возможности расширения интервала обжига. Свойства стеатита как материала установочной керамики.
4. Форстеритовая керамика. Возможность получения вакуум-плотного керамического материала на основе форстерита. Характеристика минерала форстерита как основы для получения форстеритовой керамики. Синтез форстерита. Сырьевые материалы для получения форстеритовой керамики. Технология форстеритовой керамики и её свойства. Повышение механической прочности форстеритовой керамики после её пропитки в растворах солей.
5. Кордиеритовая керамика. Преимущества и недостатки кордиеритовой керамики. Методы синтеза кордиерита. Полиморфизм кордиерита. Технология кордиеритовой керамики и её свойства.
6. Высокоглинозёмистая керамика. Преимущества и недостатки высокоглинозёмистой керамики. Разновидности высокоглинозёмистой керамики: УФ-46, КМ-1, М-4 и др. Свойства  $Al_2O_3$ . Полиморфизм  $Al_2O_3$ . Характеристика полиморфных разновидностей  $Al_2O_3$ . Диаграмма состояния системы  $Al_2O_3-SiO_2$  – теоретическая основа производства высокоглинозёмистой керамики.
7. Ультрафарфор – УФ-46 – представитель высокоглинозёмистой керамики. Производство ультрафарфора по безспёковой и спёковой технологии. Свойства керамик и УФ-46. Сравнение свойств ультрафарфора и электротехнического фарфора.
8. Корундовая керамика. Разновидности корундовой керамики: М-7, 22ХС, ВГ-4, ВК-95-1, П-1 и др. Технология керамики М-7 (миналунд). Получение изделий корундовой керамики методом горячего литья под давлением и методом плёночной технологии. Свойства корундовой керамики.
9. Бериллиевая керамика. Области применения керамики на основе  $BeO$ . Свойства  $BeO$ . Технология керамики на основе  $BeO$ . Использование горячего прессования для формования изделий из бериллиевой керамики. Склонность бериллиевой керамик к рекристаллизации. Свойства керамики на основе  $BeO$ . Мероприятия по технике безопасности при производстве бериллиевой керамики.
10. Классификация низковольтных высокочастотных керамических конденсаторов. Свойства кристаллических фаз конденсаторной керамики. Работы Богородицкого и

Фридберга по созданию отечественных составов конденсаторных керамических материалов.

11. Важнейшие свойства конденсаторных керамических материалов: диэлектрическая проницаемость -  $\epsilon$  и температурный коэффициент диэлектрической проницаемости -  $\text{TK}\epsilon$ . Зависимость этих величин от фазового состава керамики.  $\text{TiO}_2$  – основа для получения керамических конденсаторных материалов. Полиморфизм  $\text{TiO}_2$ . Электрофизические свойства  $\text{TiO}_2$ . Старение титансодержащей конденсаторной керамики и восстановление её свойств.

12. Свойства  $\text{ZrO}_2$ . Получение  $\text{ZrO}_2$ . Полиморфизм  $\text{ZrO}_2$ . Стабилизация  $\text{ZrO}_2$ . Мартенситное превращение  $\text{ZrO}_2$ .

13. Материалы системы  $\text{TiO}_2 - \text{ZrO}_2$ . Работы Мудролюбовой. Керамика Т-20, Т-40, Т-80. Составы масс, технология производства. Свойства материалов. Зависимость  $\epsilon$  и  $\text{TK}\epsilon$  материалов системы  $\text{ZrTiO}_4 - \text{TiO}_2$  от состава.

14. Материалы системы  $\text{CaTiO}_4 - \text{CaZrO}_3$ . Свойства и синтез исходных компонентов системы  $\text{CaTiO}_3 - \text{CaZrO}_3$  в зависимости от концентрации компонентов.

15. Материалы системы  $\text{CaTiO}_3 - \text{LaAlO}_3$ . Получение материалов методом керамического и термического синтеза и методом химического соосаждения. Производство керамических монолитных конденсаторов по плёночной технологии. Свойства материалов системы  $\text{CaTiO}_3 - \text{LaAlO}_3$  в зависимости от концентрации компонентов.

16. Материалы системы  $\text{SrTiO}_3 - \text{Bi}_2\text{O}_3$  и  $\text{TiO}_2$  (с.в.т. – стронций-висмутовые титанаты). Разработка низкочастотных керамических конденсаторных материалов с высоким значением диэлектрической проницаемости -  $\epsilon$  и линейной зависимостью  $\epsilon$  от температуры. Зависимость электрофизических свойств материалов системы  $\text{SrTiO}_3 - \text{Bi}_2\text{O}_3\text{TiO}_2$  от их химического состава. Технология и свойства Т-900.

17. Отличительные свойства сегнетокерамики: зависимость диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  от температуры и напряжённости электрического поля, наличие сегнетоэлектрического гистерезиса и пьезоэлектрических свойств. Титанат бария –  $\text{BaTiO}_3$ . Объяснение сегнетоэлектрических свойств  $\text{BaTiO}_3$ . Синтез  $\text{BaTiO}_3$  методом керамического термического синтеза и методом химического соосаждения. Технология изделий из масс СМ-1, Т-7500, Т-8000, Т-10000. Регулирование свойств сегнетокерамики на основе  $\text{BaTiO}_3$  путём изменения её фазового состава. Вариконды, их свойства. Работы Вербицкой.

18. Основные свойства пьезокерамических материалов: прямой и обратный пьезоэффект, пьезоэлектрический модуль, коэффициент электромеханической связи. Материалы системы ЦТС –  $\text{PbZrO}_3 - \text{PbTiO}_3$ . Свойства исходных компонентов системы. Наличие в системе  $\text{PbZrO}_3 - \text{PbTiO}_3$  морфотропной области, позволяющей регулировать и стабилизировать свойства пьезокерамики на её основе. Технология пьезоэлементов. Свойства керамики ЦТС.

19. Методы получения керамических полупроводников: контролируемой валентности, получение нестехиометрических соединений, разбавления. Характеристика методов. Примеры.

20. Терморезисторы. Оксиды и шпинели, применяемые в производстве терморезисторов. Работы Шефтеля и Курлиной. Виды терморезисторов, технология их получения. Основные свойства.

21. Полупроводниковая магнитная керамика (ферриты). Феррошпинели – основа для получения ферритов. Основные сведения о природе ферромагнетизма. Свойства магнитной керамики: магнитная восприимчивость, магнитная проницаемость, явление магнитного гистерезиса. Свойства исходных сырьевых материалов для производства ферритов. Способы синтеза феррошпинелей. Технология ферритов. Свойства некоторых видов промышленных ферритов.

22. Карбиды, нитриды, бориды, силициды. Применение бескислородных керамических материалов в современной технике. Методы получения порошков бескислородной керамики. Основные методы получения изделий бескислородной керамики: химическая технология, порошковая технология (керамический метод). Пути активирования процессов спекания, использование реакционного спекания по Гузману. Свойства бескислородной керамики. Примеры: SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, AlN, TiC. Материалы сиалоны, их синтез, свойства, области применения.

23. Физико-химические основы создания надёжных спаев керамики с металлом. Использование для металлизации керамики Ag<sub>2</sub>O-содержащих паст, Mo-Mn, Pt-Pd-паст. Определение силы сцепления металлизационных паст и керамики. Присоединение токопроводов к керамике в процессе пайки.

24. Основные сведения о природе сверхпроводимости. Физико-химические основы технологии ВТСП. Перспективы использования ВТСП в современной технике.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
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	ОПК-5	Д-1	Практические/семинарские занятия Экзамен
			ПК-1	Д-1	
			ПК-3	П-1	