

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 02.11.2023 12:39:16
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Врио проректора по учебной
и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
« 25 » января 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность программы бакалавриата

Материаловедение и технологии тугоплавких неметаллических материалов

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **Химической технологии тугоплавких неметаллических
и силикатных материалов**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Доцент Вихман С. В.

Рабочая программа дисциплины «Методы исследования неметаллических высокотемпературных материалов» обсуждена на заседании кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов протокол от 19.01.2021 № 4

Заведующий кафедрой

И. Б. Пантелеев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов протокол от 21.01.2021 № 5

Председатель

С. Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Материаловедение и технологии материалов»		Н. В. Захарова
Директор библиотеки		Т. Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т. И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С. Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	11
4.3.1. Семинары, практические занятия	11
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа.....	13
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	15
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	15
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	16
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	17
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	17
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	18
10.2. Программное обеспечение.....	18
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	18
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	18
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	20

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
ПК-3 Способен осуществлять сбор и обработку информации о существующих типах и марках современных материалов, их структуре и свойствах, анализировать и использовать ее для решения поставленных задач	ПК-3.1 Решение поставленных технологических задач на основе сбора и анализа информации о свойствах современных материалов	Знать: - основные методы исследования неметаллических высокотемпературных материалов (ЗН-1); - физико-химические принципы, положенных в основу методов исследования неметаллических высокотемпературных материалов (ЗН-2); Уметь: - найти и подвергнуть анализу информацию о свойствах современных материалов (У-1); - решать поставленные технологические задачи с использованием современной информации о материалах (У-2); Владеть: - методикой сбора и поиска информации о существующих типах и марках современных материалов, их структуре и свойствах (Н-1).

¹ Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

² Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчикам РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

³ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 образовательной программы бакалавриата (Б1.В.ДВ.02.01), является дисциплиной по выбору и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия». Дисциплина продолжает общехимическую подготовку специалистов, создающую теоретическую базу для профильных дисциплин. Полученные в процессе изучения дисциплины «Методы исследования неметаллических высокотемпературных материалов» знания, умения и навыки, создающие теоретическую и практическую базу для профильных дисциплин и могут быть использованы при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	118
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	–
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	–
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	72 (35)
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	10
другие виды контактной работы	–
Самостоятельная работа	26
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Способы добычи и методики отбора и подготовки средней пробы сырья.	2	0	1	2	ПК-3	ПК-3.1
2.	Методы анализа дисперсности порошков	2	0	6	2	ПК-3	ПК-3.1
3.	Механизм, кинетика и методы твердофазного синтеза кристаллических фаз.	2	0		2	ПК-3	ПК-3.1
4.	Синтез простых и сложных оксидов. Синтез бескислородных соединений	2	0	8	2	ПК-3	ПК-3.1
5.	Получение полуфабрикатов и их технологические свойства	2	0	12	2	ПК-3	ПК-3.1
6.	Применение рентгеновского анализа для изучения состава и структуры материалов	4	0	6	2	ПК-3	ПК-3.1
7.	Микроскопические методы анализа	4	0	7	2	ПК-3	ПК-3.1
8.	Спектральные методы анализа.	4	0	6	2	ПК-3	ПК-3.1
9.	Термический анализ	2	0	6	2	ПК-3	ПК-3.1
10.	Химический анализ	4	0	6	2	ПК-3	ПК-3.1
11.	Определение физических и структурных параметров спеченных материалов	2	0	4	2	ПК-3	ПК-3.1
12.	Определение электрофизических и полевых свойств материалов	2	0	4	2	ПК-3	ПК-3.1
13.	Определение комплекса физико-механических характеристик	2	0	4	2	ПК-3	ПК-3.1
14.	Влияние температуры на свойства материалов. Химическая устойчивость материалов при нагревании.	2	0	2		ПК-3	ПК-3.1

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	Способы добычи и методики отбора средней пробы керамического сырья Геологическая разведка полезных ископаемых (керамического сырья) с целью изучения его технологических свойств и оценки возможности проектирования и строительства промышленных предприятий. Методики подготовки средней пробы сырья для определения его технологических характеристик. Способы отбора средних проб исследуемого сырья с целью получения достоверных технологических характеристик глиняного и каменистого сырья.	2	Л, ЛВ
2.	Подготовка сырья и методики определения его гранулометрического состава ситовым сухим и мокрым способами. Методики подготовки средней пробы сырья для определения его гранулометрического состава ситовым сухим и мокрым (шликерным) способами. Характеристика и классификация проволочных тканых сеток и рифленых из стальной проволоки с квадратными ячейками. Конструктивные особенности проволочных сеток для выполнения ситового анализа, аппаратное оформление проведения испытаний мокрым и сухим способами (ГОСТ 6613-86 и ГОСТ 3306-88). Методика седиментационного анализа глин и каолинов. Расчет зернового состава сырья по фракциям. Физико-химические основы определения эффективного размера частиц и удельной поверхности тонкодисперсных порошков по методу низкотемпературной абсорбции азота (БЭТ). Аппаратурное оформление и методика определения удельной поверхности и эффективного размера частиц полидисперсных порошков методом низкотемпературной абсорбции азота БЭТ. Основы определения размеров частиц с помощью лазерных анализаторов. Основные положения теории Ми; статистические модели расчетов; методика анализа порошковых наноматериалов. Конструкции лазерных анализаторов размера частиц.	2	Л, ЛВ
3.	Методы синтеза кристаллических фаз керамических материалов. Синтез из элементов и соединений. Техногенное сырье, используемое в технологии керамических материалов. Классификация методов синтеза. Твердофазный	2	Л, ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>синтез, синтез через жидкую фазу, газофазный синтез. Способы получения различных соединений. Плазмохимический синтез, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, химическое осаждение из растворов, золь-гель синтез, гидротермальный синтез. Механизм и кинетика твердофазного синтеза. Термодинамика твердофазных реакций. Термодинамическая оценка возможности взаимодействия. Термодинамические параметры твердофазных реакций и методы их расчета. Механизм твердофазных реакций. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций. Явления разупорядочивания в кристаллах. Взаимодействие точечных дефектов. Твердофазные превращения без изменения состава. Кинетика твердофазных реакций. Методы изучения кинетики твердофазных реакций. Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики. Энергия активации твердофазных реакций. Методы активирования твердофазных реагентов.</p>		
4.	<p>Синтез оксидов. Основные промышленные методы получения оксидов. Получение оксидов непосредственным твердофазным синтезом и плавлением. Образование оксидных фаз методами химического осаждения и соосаждения. Физико-химические основы метода. Синтез бескислородных соединений из элементов и оксидов. Использование тепла экзотермических реакций при синтезе, метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Получение бескислородных соединений осаждением из газовой фазы. Плазмохимический синтез соединений, карботермическое, боротермическое, металлотермическое восстановление оксидов.</p>	2	Л, ЛВ
5.	<p>Аппаратурное оформление и методика определения пластичной прочности водно-глиняных систем (пластометр Ребиндера). Физико-химические основы и аппаратурное оформление методики определения пластичной прочности водно-глиняных систем с целью характеристики формовочных свойств и тиксотропного упрочнения водно-глиняных систем. Число пластичности. Технологические</p>	2	Л, ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>свойства суспензий, плотность, концентрация твердой фазы, текучесть, вязкость суспензий. Тиксотропия и дилатансия, методики определения структурирования суспензий. Скорость набора черепа. Воздушная усадка материалов. Чувствительность к сушке. Технологические свойства пресс-порошков. Концентрация временной технологической связки. Сыпучесть, текучесть, коэффициент сжимаемости, коэффициент полидисперсности порошков, плотность сырца.</p>		
6.	<p>Методы описания микроструктуры. Рентгенографический анализ. Краткая характеристика методов рентгенографического анализа. Подготовка образцов керамики для анализа на дифрактометрах типа ДРОН. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ, определение и идентификация фаз, примерное определение концентрации фаз, параметры кристаллической решетки. Оценка равновесности, дефектности кристаллической решетки по виду и уширению рентгенографических рефлексов. Степень гомогенности, определение механизма растворения и образования твердых растворов.</p>	4	Л, ЛВ
7.	<p>Краткие сведения о металлографии. Задачи металлографического исследования. Условия получения изображения в оптической микроскопии. Принцип действия и устройство металлографического исследовательского микроскопа типа МИМ. Разрешение, увеличение (реальное и геометрическое). Классификация структурных элементов, общепринятые обозначения элементов микроструктуры. Электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Принцип действия и устройство электронного микроскопа, увеличение и разрешение. Растровая электронная микроскопия (РЭМ). Методы подготовки образцов. Анализ поровой структуры керамических изделий (общая пористость, распределение пор по размерам, равномерность расположения пор). Связь вида и количества пор с технологическими факторами (температура спекания, состав и дисперсность исходных компонентов) и физико-механическими свойствами. Анализ фазового состава (качественный, количественный),</p>	4	Л, ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	определение размера, формы и ориентации зёрен поликристаллов основных фазовых составляющих. Количественный анализ поверхностей раздела. Связь плоскостной структуры с пространственным строением. Стереологические характеристики микроструктуры керамических материалов. Автоматический анализ микроструктуры. Применение видео- и компьютерной техники в металлографическом анализе. Основные принципы автоматического анализа изображений (ААИ).		
8.	Спектральные методы анализа. Микрорентгеноспектральный анализ. Инфракрасная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Ядерный магнитный резонанс. Рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный анализ. Масс-спектрометрия, атомно-силовая микроскопия и области их применения.	4	Л, ЛВ
9.	Методика выполнения огневых проб глины и каменистого сырья. Назначение и физико-химические основы определения качества сырья на содержание в нем красящих оксидов (Fe_2O_3 , TiO_2). Комплексная термография керамического и огнеупорного сырья. Дифференциальный термоанализ. Тепловые эффекты в материалах при нагревании и охлаждении. Назначение и физико-химические основы оценки отношения проб сырья к нагреванию до высоких температур (до $1300^{\circ}C$), позволяющее прогнозировать поведение заготовок изделий в процессе обжига. Определение потерь при прокаливании. Дилатометрия. Определение огневой усадки.	2	Л, ЛВ
10.	Качественный и количественный химический анализ силикатного сырья. Общие сведения. Количественный и качественный анализы, схема их проведения, катионный анализ, анионный анализ. Пересчет на элементный и оксидный составы.	4	Л, ЛВ
11.	Определение физических и структурных параметров спеченных материалов. Методы определения плотности и удельного веса, открытой пористости и водопоглощения керамических материалов. Морозостойкость. Определение температуры начала деформации под нагрузкой, интервала стеклования глазурей и коэффициента линейного термического расширения материалов.	2	Л, ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
12.	Полевые свойства материалов. Электропроводность, теплопроводность, магнитные свойства материалов, диэлектрическая проницаемость. Влияние структурных элементов на электрофизические и магнитные параметры материалов.	2	Л, ПЛ
13.	Определение модуля нормальной упругости методом стоячей волны и динамическим методом с помощью ультразвуковых колебаний. Методы определения пределов прочности при сжатии, изгибе, растяжении. Ударная вязкость и методы ее определения. Методы определения твердости по Виккерсу, Роквеллу, Бринеллю. Микротвердость веществ и материалов. Определение критического коэффициента интенсивности напряжений методом индентирования. Микроиндентирование. Методы определения термической стойкости керамических и огнеупорных материалов.	2	Л, ЛВ
14.	Влияние температуры на свойства материалов. Химическая устойчивость материалов при нагревании. Определение окалинстойкости и огнеупорности материалов.	2	Л, ПЛ

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

Семинарские занятия не предусмотрены

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1.	Отбор средней пробы и ее макроскопическое описание	1	1	
2.	Ситовой анализ сырья, сухой и мокрый способы. Методы седиментационного анализа глин и каолинов. Определение удельной поверхности тонкодисперсных порошков	6	2	
4.	Синтез сложных оксидов твердофазным методом из порошков различной дисперсности. Синтез сложных оксидов с использованием дисперсного природного сырья. Синтез сложных оксидов растворными методами. Синтез	8	4	

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
	бескислородных соединений из элементов и оксидов			
5.	Приготовление пресс-порошков, пластичных масс, шликеров. Определение пластичной прочности глинистых масс. Определение числа пластичности. Определение текучести и плотности суспензий. Определение насыпной плотности пресс-порошков. Построение кривой уплотнения прессовки. Определение скорости набора черепа. Определение воздушной усадки и плотности полуфабрикатов	12	4	
6.	Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ материалов. Подготовка проб. Режимы съемки на дифрактометрах. Обработка рентгенограмм в пакетах анализа PDWin и SearchMatch	6	2	
7.	Изготовление шлифов классических керамических материалов (фарфор, алюмооксидная керамика, строительная керамика). Изготовление шлифов композиционных материалов (металлокерамические спаи, глазурные покрытия, диффузионные пары, пары смачивания). Анализ поровой структуры (ААИ «ВидеоТест 3.2.»), получение микрофотографий. Химическое и электролитическое травление Количественный фазовый анализ микроструктуры	7	2	
8.	Оже-электронная спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия. Ядерный магнитный резонанс. Особенности расшифровки спектров. Анализ функциональных групп	6	4	
9.	Проведение огневой пробы глин, полевых шпатов, пегматита, кварцевого песка. Определение огнеупорности глин и каолинов. Определение потерь при прокаливании. Комплексный термографический анализ. Определение воздушной, огневой и общей усадки	6	4	
10.	Химический анализ силикатных и оксидных материалов. Методы растворной химии. Качественный и полуколичественный анализ с помощью методов МРСА	6	4	
11.	Определение плотности и удельного	4	2	

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
	веса, открытой пористости и водопоглощения материалов			
12.	Определение теплопроводности по ГОСТ 7076-87, определение магнитной и диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь, удельного объемного сопротивления четырехзондовым методом, магнитного момента, коэрцитивной силы	4	2	
13.	Определение модуля нормальной упругости методом стоячей волны и динамическим методом с помощью ультразвуковых колебаний. Определения пределов прочности при сжатии, изгибе, растяжении. Методика определения твердости по Виккерсу, Роквеллу, Бринеллю. Определение микротвердости материалов на приборе ПМТ-3	4	2	
14.	Определение предела прочности материалов при 1000 и 1200°C, определение температуры начала деформации под нагрузкой	2	2	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1.	Способы отбора проб в местах добычи пластичного сырья	2	Устный или письменный опрос
2.	Особенности диспергирования материалов в полярных и неполярных жидкостях, влияние состояния поверхности частиц и сорбированных примесей Механизация ситового анализа. Микросита и области их применения	2	Устный или письменный опрос
3.	Виды седиментографов, особенности пробоподготовки для седиментационного анализа, область применения, пипеточный анализ. Ограничения применения методов фильтрации газов, для определения размера частиц. Применение воздушной сепарации для анализа дисперсности порошков	2	Устный или письменный опрос
4.	Физико-химические основы методов определения удельной поверхности, полидисперсного сырья, основанные на определении гидравлического сопротивления	2	Устный или письменный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	порошка при прохождении потока воздуха от размеров частиц (поверхности). Аппаратурное оформление метода Л.С. Соломенского и Г.С. Хозаева (прибор ПСХ-2). Расчет удельной поверхности и эффективного размера частиц порошка. Методы определения удельной поверхности порошков. Взаимосвязь удельной поверхности порошка со средним размером частиц		
5.	Пластичность глинистых масс, способы определения пластических характеристик материала, зависимость пластических свойств дисперсных систем от концентрации твердой фазы и свойств дисперсионной среды	2	Устный или письменный опрос
6.	Физико-химические процессы, происходящие в природных гидроалюмосиликатах при нагревании. Количественное определение тепловых эффектов. Калориметрические измерения	2	Устный или письменный опрос
7.	Уравнения диффузии, применительно к процессам синтеза. Расчет соотношений компонентов в сложных многостадийных реакциях, проходящих с образованием промежуточных соединений. Кинетические модели и уравнения неизотермической кинетики	2	Устный или письменный опрос
8.	Получение бескислородных тугоплавких соединений методом электролиза расплава солей. Получение покрытий из тугоплавких соединений методом осаждения из газовой фазы	2	Устный или письменный опрос
9.	Технологические особенности при получении глинозема, стабилизированного и нестабилизированного диоксида циркония и ферритов растворными методами	2	Устный или письменный опрос
10.	Изучение тонкой кристаллической структуры методом графического анализа формы рентгенографических линий (ГАФРЛ) - микропластическая деформация, размеры блоков мозаики. Способы выявления микроструктуры материалов: химическое и электролитическое травление, оксидирование, эрозия, термическая обработка. Объемная реконструкция структуры по отдельным параллельным сечениям. Взаимосвязь открытой, закрытой и общей пористости. Влияние морфологии исследуемых объектов на выбор параметра, характеризующего истинный размер объекта	2	Устный или письменный опрос
11.	Области применения масс-спектропии, атомно-силовой микроскопии	2	Устный или письменный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	Спектральные методы анализа аморфных материалов		опрос
12.	Особенности пробоподготовки и выбор дисперсионной среды при определении удельного веса материалов. Истинная плотность и рентгеновская плотность материала	2	Устный или письменный опрос
13.	Неакустические методы определения упругих констант материалов. Трещиностойкость материалов. Методы определения трещиностойкости. Теория Вейбулла. Особенности химического анализа легких элементов (углерод, азот, кислород, бор)	2	Устный или письменный опрос

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения заданных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) теоретического характера.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1
1. Порядок выполнения седиментационного анализа шликеров глин и каолинов.
2. Основные способы статистической обработки данных анализа микроструктуры.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно»⁴.

⁴ Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Научные основы нанотехнологий и новые приборы: учебник - монография / Брайдсон, Рик и др. ; под ред. Р. Келсалла, А. Хамли, М. Геогегана ; пер. с англ. А. Д. Калашникова. - Долгопрудный, Московская обл. : Интеллект, 2011. - 527 с. – ISBN 978-5-91559-048-8.

2. Вихман, С.В. Физико-химические основы технологии наноструктурированных конструкционных керамических материалов : методические указания к лабораторным работам / С. В. Вихман, О. А. Кожевников. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2012. – 47 с.

3. Павлова, Е. А. Рентгенофазовый анализ: учебное пособие / Е. А. Павлова, О. В. Карпинская, Л. И. Михайлова. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра технологии стекла и ОТС. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. - 62 с.

4. Скворцов, Н. К. Научно-методические рекомендации для студентов и аспирантов по освоению современного физического оборудования: методические указания / Н. К. Скворцов, С. К. Курлянд, В. И. Клочков . – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии каучука и резины, Федер. гос. унитар. предприятие им. акад. С. В. Лебедева "НИИСК". – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2012. - 36 с.

5. Основы материаловедения, коррозии и технологии материалов: учебное пособие / М.М. Сычев, В.Н. Коробко, Т.В. Лукашова, С.В. Мясин. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 94 с.

б) электронные учебные издания

1. Орданьян, С.С. Проектирование состава, структуры и свойств керамических конструкционных наноматериалов: учебное пособие / С.С. Орданьян, А.Е. Кравчик. – Министерство образования и науки Российской Федерации Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 84 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Рентгенофазовый анализ порошковых материалов на дифрактометре ДР-02 "РАДИАН": Учебное пособие / А. В. Горюнов, В. И. Зарембо, Г. Э. Франк-Каменецкая, С. О. Шульгин. – Министерство образования и науки Российской Федерации Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра аналитической химии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2012. – 47 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Спектральные методы анализа. Практическое руководство : учебное пособие / В. И. Васильева [и др.] ; Под ред.: В. Ф. Селеменова и В. Н. Семенова. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2021. – 413 с. – ISBN 978-5-8114-1638-7 // Лань : электронно-

библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 12.01.2021). – Режим доступа: по подписке.

4. Пантелеев, И. Б. Методы математического планирования эксперимента в технологии керамики [Текст]: учебное пособие / И. Б. Пантелеев, С. В. Вихман. – Министерство образования и науки Российской Федерации Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2012. – 71 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. Суворов, С.А. Процессы разрушения, оптимизация свойств и выбор высокотемпературных наноструктурированных материалов. Учебное пособие / С.А. Суворов, В.В. Козлов, Н.В. Арбузова. – Министерство образования и науки Российской Федерации Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии высокотемпературных материалов. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 133 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - media.technolog.edu.ru
2. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
3. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 026-2016. Положение о бакалавриате./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2016.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 38 с.
2. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2002.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.- 7 с.
3. СТО СПбГТИ(ТУ) 020-2011. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению занятий./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2011.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.- 21 с.
4. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2010.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 6 с.
5. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.

В ходе лекционных занятий обучающемуся необходимо готовить конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Провести проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой обучающихся с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины. Планирование времени для изучения дисциплины необходимо осуществлять на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо в рамках внеаудиторной

самостоятельной работы регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в разделе 7 настоящей программы. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения следующих разделов учебной дисциплины. Для расширения и углубления знаний по учебной дисциплине необходимо активно использовать информационные ресурсы сети Интернет.

Для работы на лабораторных занятиях необходимы: проработка рабочей программы, уделив особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины, и конспектирование источников, а также изучение конспекта лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и просмотр рекомендуемой литературы.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение⁵.

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word)

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы⁶.

Реализация программы учебной дисциплины не предполагает наличия специализированного учебного кабинета при условии соответствия учебных кабинетов санитарным нормам, а его оборудования – изложенным ниже требованиям:

1. Учебная аудитория на 25 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине.

Лабораторные занятия проводятся в учебном кабинете, отвечающем санитарным нормам, а его оборудование – следующим требованиям:

1. Учебная аудитория на 25 и более мест
2. Персональные компьютеры для обучающихся.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.

Для проведения лабораторных занятий и проведения мастер классов используется лаборатория, оснащенная необходимым лабораторным оборудованием:

⁵ В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

⁶ В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Наименование и марка оборудования	Назначение и краткая характеристика оборудования
Дилатометр кварцевый ДКВ-5.	для определения ЛКТР до 700°C с компьютерным управлением
Твердомер по Виккерсу ТП-7-Р	для определения твердости по Виккерсу
Установка для определения предела прочности при изгибе спеченных материалов конструкции «НИИ Гириконд»	для определения предела прочности при изгибе спеченных материалов
Электропечь муфельная	печь муфельная воздушная с объемом печного пространства 1 м ³ до 1000 °С
Печь муфельная	печь муфельная воздушная СНОЛ 7,2/1300 с объемом печного пространства 5 дм ³ до 1300 °С
Валки лабораторные	на 1 барабан с объемом 5 дм ³
Роликовый измельчитель	для измельчения материалов
Печь трубчатая кварцевая	Среда – воздух, аргон, азот, до 1150 °С
Печь муфельная воздушная Тулячка-3У с объемом печного	печь муфельная воздушная с объемом печного пространства 2 дм ³ до 1200 °С
Мельница планетарная АГО-2Ус объемом 200 мл	для измельчения материалов, объем 200 мл
Дробилка конусная КИД-10	для измельчения материалов
Установка для определения упругих характеристик материалов «Звук-107»	для определения упругих характеристик материалов с компьютерным управлением
Микротвердомер Виккерса ПМТ-3	для определения микротвердости
Воздушный дилатометр	для определения ЛКТР до 1400 °С
Воздушный дифференциальный термический анализатор	до 1400 °С с компьютерным управлением
Седиментограф весовой Shimadzu	для определения дисперсности порошков
Весы ВЛКТ-500	для взвешивания порошков
Микроскоп металлографический МИМ-9	для изучения микроструктуры с компьютерной системой автоматического анализа изображений «ВидеоТест-Морфо»
Микроскоп XSP-105B	для изучения микроструктуры
Установка для определения потерь при прокаливании	на воздухе до 1400° с компьютерным управлением
Пресс гидравлический «Amsler».	для прессования керамических образцов, усилием 60 т
Пресс гидравлический П-125	для прессования керамических образцов, усилием 125 т (гидростат)
Вибромельница с объемом 1 л	для тонкого измельчения порошков
Мельница барабанная объемом 0,12 м ³	для тонкого измельчения порошков
Вискозиметр ВЗР-246	Лабораторный вискозиметр для определения текучести керамических суспензий
Весы ВСЛ-200	Аналитические весы с пределом взвешивания 200 г, точностью 0,0001 г.
Мельница планетарная «Санд» объемом 4 л	для тонкого измельчения порошков
Пресс гидравлический ПГР-400	для прессования керамических образцов, усилием

	10 т
Конический пластометр Ребиндера	для определения пластичности масс
Пластометр Пфферкорна	для определения пластической прочности масс
Ручной лабораторный экструдер	для формования образцов из пластичных масс
Аудитория тонкой и технической керамики (помещение № 1), 28 мест	Демонстрационные стенды образцов природного минерального сырья
	Демонстрационные стенды образцов тонкой и технической керамики и видов производственного брака

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Методы исследования неметаллических высокотемпературных
материалов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание ⁷	Этап формирования ⁸
ПК-3	Способен осуществлять сбор и обработку информации о существующих типах и марках современных материалов, их структуре и свойствах , анализировать и использовать ее для решения поставленных задач	промежуточный

⁷ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

⁸ Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.1 Решение поставленных технологических задач на основе сбора и анализа информации о свойствах современных материалов	Правильно выбирает основные методы исследования неметаллических высокотемпературных материалов (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-6 к зачету	Перечисляет основные методы изучения структуры и свойств материалов с ошибками	Правильно выбирает основные методы изучения структуры и состава исходного сырья, основные методы синтеза.	Обосновывает основные методы изучения структуры, свойств и состава исходного сырья, основные методы синтеза. Может применить эти знания для решения технологических задач.
	Перечисляет физико-химические принципы, положенные в основу методов исследования неметаллических высокотемпературных материалов (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 7-12 к зачету	Приводит примеры способов определения гранулометрического состава сырья, пластической прочности, свойств и структуры спеченных керамических материалов.	Ориентируется в широком круге современных методов определения гранулометрического состава сырья, пластической прочности, фазового состава, свойств и микроструктуры спеченных керамических материалов.	Правильно выбирает современные методы определения гранулометрического состава сырья, пластической прочности, фазового состава, свойств и микроструктуры спеченных керамических материалов, необходимых для совершенствования технологии керамических материалов для различных областей техники.
	Находит и анализирует информацию о свойствах современных материалов (У-1);	Правильные ответы на вопросы № 13-19 к зачету	Анализирует базовые свойства и параметры микроструктуры материалов.	Сопоставляет и делает выводы по зависимости свойств от стереологических характеристик микроструктуры материалов	Объясняет свойства материалов и способен осуществлять объёмную реконструкцию структуры по отдельным параллельным сечениям.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Формулирует и решает поставленные технологические задачи с использованием современной информации о материалах (У-2);	Правильные ответы на вопросы № 20-27 к зачету	Письменно излагает основные методики исследования керамического сырья и изделий	Сопоставляет и делает выводы по методикам исследования керамического сырья и изделий с минимально возможными временными и материальными затратами	Выбирает оптимальные варианты исследования (методику) керамического сырья с целью получения данных о возможности применения его в производстве керамических материалов и изделий с минимально возможными временными и материальными затратами
	Решает задачи сбора и поиска информации о существующих типах и марках современных материалов, их структуре и свойствах (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 28-36 к зачету	Демонстрирует осведомленность о различных видах современных материалов, их структуре и свойствах.	Выполняет алгоритм подготовки опытных образцов для проведения экспериментов, излагает методику расчета результатов и оформления отчета.	Показывает навыки оценки взаимосвязи фазового состава, структуры и свойств существующих типов и марок современных композиционных материалов.

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента
по компетенции ПК-3:**

1. Способы добычи и методики отбора средней пробы керамического сырья.
2. Принципы седиментационных методов анализа фракционного состава глин и каолинов.
3. Взаимосвязь удельной поверхности порошков с эффективным размером частиц, фракционный состав.
4. Определение удельной поверхности и дисперсности порошков по методу БЭТ.
5. Пластичная прочность системы глина – вода, тиксотропное упрочнение.
6. Огневая проба – сущность метода, характеристики, значение для керамической технологии.
7. Методика приготовления средней пробы керамического сырья для ситового анализа.
8. Порядок выполнения седиментационного анализа шликеров глин и каолинов.
9. Термографический анализ глин и каолинов. Связь данных термограмм и основных параметров технологического процесса.
10. Скорость реакции. Механизмы реакции.
11. Кинетические уравнения реакций.
12. Методы изучения кинетики твердофазных реакций.
13. Способы активирования твердофазных реакций и состояния реагентов.
14. Методы получения оксидов и их физико-химические свойства.
15. Синтез сложных оксидов химическим соосаждением в ультрадисперсном и наноразмерном состоянии.
16. Золь-гель технология синтеза ультрадисперсных оксидных соединений.
17. Методы синтеза бескислородных соединений в ультрадисперсном и наноразмерном состоянии.
18. Использование тепла экзотермических реакций при синтезе. Метод СВС.
19. Плазмохимический синтез соединений в ультрадисперсном состоянии.
20. Получение нанодисперсных порошков тугоплавких соединений осаждением из газовой фазы.
21. Сущность метода рентгенофазового анализа кристаллических веществ, рентгеноструктурный анализ.
22. Металлографический анализ – задачи исследований, получение изображения на просвет и в отраженном свете, разрешение и увеличение.
23. Способы подготовки образцов для минералогического и металлографического анализов.
24. Принципы стереометрического анализа, взаимосвязь трехмерной структуры и ее двумерных аналогов.
25. Основные способы статистической обработки данных анализа микроструктуры.
26. Методы определения пористости, сравнительный анализ точности основных методов.
27. Причины возникновения пористости и ее зависимость от технологических параметров в производстве.
28. Основные характеристики размера, формы и ориентации фазовых составляющих керамических материалов.
29. Методы определения удельной поверхности и протяженности элементов пространственного строения.
30. Стереологические характеристики микроструктуры керамических материалов.
31. Принципиальная схема автоматического анализатора изображения.

32. Просвечивающая и растровая электронная микроскопия.
33. Основные виды и принцип действия микроскопов для изучения строения материалов сверхвысокого разрешения.
34. Сущность и основные характеристики методов микрорентгеноспектрального анализа.
35. Основные принципы количественного рентгеновского анализа.
36. Методики определения физико-механических характеристик керамических материалов.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта (курсовой работы), экзамена или зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.