

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 03.10.2023 16:25:58  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
«25» марта 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ**  
**МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки

**22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**

Направленность программы магистратуры

**Высокотемпературные наноструктурированные композиционные материалы**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Методы исследования структуры и свойств композиционных материалов» обсуждена на заседании кафедры технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

протокол от «11»марта 2019 №12

Заведующий кафедрой

И.Б. Пантелеев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов  
протокол от «21» марта 2019 № 6

Председатель

С.Г. Изотова

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Материаловедение и технологии материалов»		Н.О. Тагильцева
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 в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	07
4.3. Занятия лекционного типа.....	08
4.4. Занятия семинарского типа.....	09
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	09
4.4.2. Лабораторные занятия .....	09
4.5. Самостоятельная работа обучающихся .....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	17
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации ....	18

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

Для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-1</b> Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач</p>	<p><b>ПК-1.7</b> Знание основных методов подготовки сырья и методик определения его гранулометрического состава. Знание методов термического анализа сырьевых материалов</p>	<p><b>Знать:</b> – основные методы подготовки сырья и методик определения его гранулометрического состава (ЗН-1); – аппаратное оформление и методики определения удельной поверхности и эффективного размера частиц полидисперсных порошков (ЗН-2). <b>Уметь:</b> – выбирать метод определения удельной поверхности и эффективного размера частиц полидисперсных порошков (У-1); – выбрать аппаратное оформление и методики определения пластичной прочности водно-глиняных систем (У-2). <b>Владеть:</b> – навыками выполнения огневых проб глин и каменистого сырья (Н-1); – навыками выполнения термического анализа сырьевых материалов (Н-2).</p>
<p><b>ПК-5</b> Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале</p>	<p><b>ПК-5.7</b> Знание методов описания микроструктуры и рентгенографического анализа композиционных материалов и изделий из них</p>	<p><b>Знать:</b> – основные методы изучения структуры высокотемпературных материалов. (ЗН-3); – основные методы подготовки аншлифов (ЗН-4). <b>Уметь:</b> – классифицировать структурные элементы микроструктуры (У-3); – выявлять стереологические характеристики микроструктуры материалов (У-4).</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами микроскопического анализа для проведения количественной оценки поверхностей раздела (Н-3);</li> <li>– методом рентгенофазового анализа и основами расчета параметров структуры на основе рентгеновских спектров (Н-4).</li> </ul>
<p><b>ПК-7</b> Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау</p>	<p><b>ПК-7.7</b> Знание методов определения физико-химических и механических свойств композиционных материалов</p>	<p><b>Знать:</b> – современные методы определения химического состава композиционных материалов (ЗН-5);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные методы изучения структуры композиционных материалов (ЗН-6).</li> </ul> <p><b>Уметь:</b> – определять плотность, открытую пористость и водопоглощение материалов (У-5);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить испытания керамических материалов и изделий с минимально возможными временными и материальными затратами (У-6).</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами определения механических свойств композиционных материалов (Н-5);</li> <li>– навыками оценки взаимосвязи фазового состава, структуры и свойств композиционных материалов (Н-6).</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.В.07) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Новые композиционные наноструктурированные материалы», «Аттестация свойств наноструктурированных материалов», «Получение и анализ чистых и особо чистых веществ», «Оптимизация состава и свойств конструкционных материалов», «Керамоматричные композиционные материалы». Полученные в процессе изучения дисциплины «Методы исследования структуры и свойств композиционных материалов» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>74</b>
занятия лекционного типа	17
занятия семинарского типа, в т.ч.	51
семинары, практические занятия	–
лабораторные работы	51
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	6
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>34</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	<b>Устный опрос</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>Зачёт</b>

#### 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
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Подготовка сырья и методики определения его гранулометрического состава. Методы термического анализа сырьевых материалов.	4		10	6	ПК-1
2.	Методы описания микроструктуры. Электронная микроскопия.	2		10	7	ПК-5
3.	Рентгенографический анализ.	2		10	7	ПК-5
4.	Методы определения физико-химических свойств композиционных материалов.	4		10	7	ПК-7
5.	Методы определения механических свойств композиционных материалов.	5		11	7	ПК-7

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-1.7	Подготовка сырья и методики определения его гранулометрического состава. Методы термического анализа сырьевых материалов.
2.	ПК-5.7	Методы описания микроструктуры. Электронная микроскопия. Рентгенографический анализ.
3.	ПК-7.7	Методы определения физико-химических свойств композиционных материалов. Методы определения механических свойств композиционных материалов.

### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Подготовка сырья и методики определения его гранулометрического состава. Методы термического анализа сырьевых материалов.</u></p> <p>Подготовка сырья и методики определения его гранулометрического состава ситовым сухим и мокрым способами. Характеристика и классификация проволочных тканых сеток. Сита рифленые из стальной проволоки с квадратными ячейками (ГОСТ 6613–86 и ГОСТ 3306–88). Методика седиментационного анализа глин и каолинов. Определение удельной поверхности и эффективного размера частиц полидисперсных порошков по скорости прохождения воздуха. Аппаратурное оформление прибора ПСХ–2. Аппаратурное оформление и методика определения удельной поверхности и эффективного размера частиц полидисперсных порошков методом низкотемпературной абсорбции азота БЭТ. Аппаратурное оформление и методика определения пластичной прочности водно-глиняных систем (пластометр Ребиндера). Методика выполнения огневых проб глин и каменистого сырья. Комплексная термография керамического сырья. Определение потерь при прокаливанию</p>	4	Дискуссия
2	<p><u>Методы описания микроструктуры. Электронная микроскопия.</u></p> <p>Краткие сведения о металлографии. Классификация структурных элементов, общепринятые обозначения элементов микроструктуры. Методы подготовки шлифов. Количественный анализ поверхностей раздела. Стереологические характеристики микроструктуры материалов</p>	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
3	<p><u>Рентгенографический анализ.</u></p> <p>Количественный фазовый и структурный объёмный анализ. Расчет параметров структуры на основе рентгеновских спектров</p>	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p><u>Методы определения физико-химических свойств композиционных материалов.</u></p> <p>Определение воздушной, огневой и общей усадки. Методы определения плотности и удельного веса, открытой пористости и водопоглощения керамических материалов. Химический анализ силикатного сырья. Общие сведения. Количественный и качественный анализы, схема их проведения.</p>	4	Дискуссия
5	<p><u>Методы определения механических свойств композиционных материалов.</u></p> <p>Определение модуля нормальной упругости динамическим методом с помощью ультразвуковых колебаний. Методы определения пределов прочности при сжатии, изгибе, растяжении. Методы определения твердости по Виккерсу, Роквеллу, Бринелю. Микротвердость веществ и материалов.</p>	5	Дискуссия

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

Не предусмотрено.

##### 4.4.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Подготовка сырья и методики определения его гранулометрического состава. Методы термического анализа сырьевых материалов.</u></p> <p>Ситовой анализ сырья, сухой и мокрый способы. Методы седиментационного анализа глин и каолинов. Определение удельной поверхности тонкодисперсных порошков. Определение пластичной прочности глинистых масс. Проведение огневой пробы глин, полевых шпатов, пегматита, кварцевого песка. Определение огнеупорности глин и каолинов. Определение потерь при прокаливании. Комплексный термографический анализ.</p>	10	Мастер-класс в лаборатории

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Методы описания микроструктуры. Электронная микроскопия.</u></p> <p>Изготовление аншлифов классических керамических материалов (фарфор, алюмооксидная керамика, строительная керамика).</p> <p>Анализ поровой структуры (ААИ «ВидеоТест 3.2.»), получение микрофотографий. Химическое и электролитическое травление</p> <p>Количественный фазовый анализ микроструктуры.</p> <p>Анализ структуры материалов с помощью растровой электронной микроскопии.</p>	10	Мастер-класс в лаборатории
3	<p><u>Рентгенографический анализ.</u></p> <p>Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ материалов. Подготовка проб. Режимы съемки на дифрактометрах. Обработка рентгенограмм в пакетах анализа PDWin и SearchMatch.</p>	10	Мастер-класс в лаборатории
4	<p><u>Методы определения физико-химических свойств композиционных материалов.</u></p> <p>Определение воздушной, огневой и общей усадки. Методы определения плотности и удельного веса, открытой пористости и водопоглощения керамических материалов.</p>	10	Мастер-класс в лаборатории
5	<p><u>Методы определения механических свойств композиционных материалов.</u></p> <p>Определение модуля нормальной упругости методом стоячей волны и динамическим методом с помощью ультразвуковых колебаний.</p> <p>Определения пределов прочности при сжатии, изгибе, растяжении. Методики определения твердости по Виккерсу, Роквеллу.</p> <p>Микротвердость веществ и материалов.</p>	11	Мастер-класс в лаборатории

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<p><u>Подготовка сырья и методики определения его гранулометрического состава. Методы термического анализа сырьевых материалов.</u></p> <p>Особенности диспергирования материалов в полярных и неполярных жидкостях, влияние состояния поверхности частиц и сорбированных примесей.</p> <p>Виды седиментографов, особенности пробоподготовки для седиментационного анализа, область применения, пипеточный анализ.</p> <p>Ограничения применения методов фильтрации газов, для определения размера частиц. Применение воздушной сепарации для анализа дисперсности порошков.</p> <p>Пластичность глинистых масс, способы определения пластических характеристик материала, зависимость пластических свойств дисперсных систем от концентрации твердой фазы и свойств дисперсионной среды.</p> <p>Физико-химические процессы при природных исходящие в гидроалюмосиликатах при нагревании. Количественное определение тепловых эффектов. Калориметрические измерения. Определение теплоемкости и теплопроводности материалов.</p>	6	Устный опрос № 1
2	<p><u>Методы описания микроструктуры. Электронная микроскопия.</u></p> <p>Методы подготовки образцов. Шлиф-порошки, шлифовальные пасты, классификация по зернистости и типу абразивного материала. Отбор, маркировка, фиксация, резка образцов.</p> <p>Способы выявления микроструктуры материалов: химическое и электролитическое травление, оксидирование, эрозия, термическая обработка.</p> <p>Объёмная реконструкция структуры по отдельным параллельным сечениям.</p> <p>Взаимосвязь открытой, закрытой и общей пористости.</p>	7	Устный опрос № 2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	<p><u>Рентгенографический анализ.</u></p> <p>Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ, определение и идентификация фаз, примерное определение концентрации фаз, параметры кристаллической решетки. Степень гомогенности, определение механизма растворения и образования твердых растворов</p>	7	Устный опрос № 2
4	<p><u>Методы определения физико-химических свойств композиционных материалов.</u></p> <p>Масс-спектрометрия, атомно-силовая микроскопия и области их применения. Стадии уплотнения порошковых систем, получаемых различными способами. Ртутная порометрия, особенности метода, области применения. Особенности пробоподготовки и выбор дисперсионной среды при определении удельного веса материалов. Истинная плотность и рентгеновская плотность материала. Особенности химического анализа легких элементов (углерод, азот, кислород, бор).</p>	7	Устный опрос № 3
5	<p><u>Методы определения механических свойств композиционных материалов.</u></p> <p>Неакустические методы определения упругих констант материалов. Трещиностойкость материалов. Методы определения трещиностойкости. Теория Вейбула. Факторы влияющие на термостойкость материалов, методики оценки термостойкости неформованных огнеупорных материалов, связь фазового состава и структуры материалов с их термостойкостью.</p>	7	Устный опрос № 3

## **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: <http://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта.

Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

Зачет получают студенты, выполнившие все лабораторные работы, сдавшие и защитившие отчеты по ним.

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

Пример билета к зачету:

1. Способы активирования твердофазных реакций и состояния реагентов.
2. Основные принципы количественного рентгеновского анализа.

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 «зачёт».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография/Долгопрудный.: Интеллект, 2011. – 527 с.
2. Вихман, С.В. Физико-химические основы технологии наноструктурированных конструкционных керамических материалов : методические указания к лабораторным работам / С. В. Вихман, О. А. Кожевников ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии тонкой техн. керамики. - СПб, 2012. - 47 с.
3. Павлова, Е. А. Рентгенофазовый анализ: учебное пособие / Е. А. Павлова, О. В. Карпинская, Л. И. Михайлова; СПбГТИ(ТУ). - СПб, 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 ; СПбГТИ(ТУ). - СПб, 2012. - 36 с.
5. Основы материаловедения, коррозии и технологии материалов: учебное пособие / М.М. Сычев, В.Н. Коробко, Т.В. Лукашова, С.В. Мякин.– СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 94 с.

### **б) электронные издания**

1. Рентгенофазовый анализ порошковых материалов на дифрактометре ДР-02 "РАДИАН": Учебное пособие / А. В. Горюнов, В. И. Зарембо, Г. Э. Франк-Каменецкая, С. О. Шульгин ; СПбГТИ(ТУ). - СПб, 2012. - 47 с. (ЭБ)
2. Спектральные методы анализа : Практическое руководство : учебное пособие / В. И. Васильева [и др.] ; Под ред.: В. Ф. Селеменова и В. Н. Семенова. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 413 с.

3. Пантелеев, И. Б. Методы математического планирования эксперимента в технологии керамики [Текст]: учебное пособие / И. Б. Пантелеев, С. В. Вихман. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2012. – 71 с. (ЭБ)
4. Суворов, С.А. Процессы разрушения, оптимизация свойств и выбор высокотемпературных наноструктурированных материалов. Учебное пособие / С.А. Суворов, В.В. Козлов, Н.В. Арбузова. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 133 с. (ЭБ)
5. Орданьян, С.С. Проектирование состава, структуры и свойств керамических конструкционных наноматериалов: учебное пособие / С.С. Орданьян, А.Е. Кравчик – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 84 с. (ЭБ)

#### **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство IOP (Великобритания);

[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Методы исследования структуры и свойств композиционных материалов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;  
серьезное отношение к изучению материала;  
постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

## **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;  
национальные стандарты и технические регламенты;  
базы данных, каталоги, блок-схемы, иллюстрирующие изучаемый материал;  
плакаты, таблицы с моделями планирования эксперимента и др.;  
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- OpenOffice.

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. [http://patika.ru/Epasenet\\_patentnie\\_poisk.html](http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html) - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worlddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

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

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники.

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

Наименование и марка оборудования	Назначение и краткая характеристика оборудования
Дилатометр кварцевый ДКВ-5.	для определения ЛКТР до 700°С 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 <sup>3</sup> до 1000 °С
Печь муфельная	печь муфельная воздушная СНОЛ 7,2/1300 с объемом печного пространства 5 дм <sup>3</sup> до 1300 °С
Валки лабораторные	на 1 барабан с объемом 5 дм <sup>3</sup>
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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	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 Пфеферкорна	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 процессы осуществляются 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 структуры и свойств композиционных  
материалов»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-1</b>	<b>Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач</b>	промежуточный
<b>ПК-5</b>	<b>Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале</b>	промежуточный
<b>ПК-7</b>	<b>Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау</b>	промежуточный

## 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)
<b>ПК-1.7</b> Знание основных методов подготовки сырья и методик определения его гранулометрического состава. Знание методов термического анализа сырьевых материалов	<b>Знает</b> основные методы подготовки сырья и методик определения его гранулометрического состава (ЗН-1)	Ответы на задания № 1-2 к зачёту	Перечисляет базовые методы определения параметров исходных материалов	Излагает основы определения гранулометрического состава сырья ситовым сухим и мокрым способами.	Излагает широкий спектр современных методов определения гранулометрического состава исходных материалов
	<b>Знает</b> аппаратное оформление и методики определения удельной поверхности и эффективного размера частиц полидисперсных порошков (ЗН-2)	Ответы на задания № 3-4 к зачёту	Излагает методику седиментационного анализа глин и каолинов.	Способен самостоятельно разработать методику определения удельной поверхности и эффективного размера частиц.	Способен самостоятельно разработать методики определения удельной поверхности и эффективного размера частиц полидисперсных порошков.
	<b>Умеет</b> выбирать метод определения удельной поверхности и эффективного размера частиц полидисперсных порошков (У-1)	Ответы на задания № 5-6 к зачёту	Проводит анализ дисперсности порошков.	Интерпретирует данные основных видов анализа дисперсности порошков.	Выбирает метод научного исследования, исходя из конкретных производственных задач.
	<b>Умеет</b> выбрать аппаратное оформление и методики определения пластичной прочности водно-глиняных систем (У-2)	Ответы на задания № 7-8 к зачёту	Имеет представление о методике работы на пластометре Ребиндера.	Определять пластичную прочность водно-глиняных систем.	Интерпретирует данные определения пластичной прочности водно-глиняных систем.

	<b>Владет</b> навыками выполнения огневых проб глин и каменистого сырья (Н-1)	Ответы на задания № 9-10 к зачёту	Освоил методы отбора средней пробы керамического сырья.	Показывает навыки организации работы МЗЦ.	Показывает навыки подбора новых видов природного и техногенного сырья.
	<b>Владет</b> навыками выполнения термического анализа сырьевых материалов (Н-2)	Ответы на задания № 11-12 к зачёту	Освоил методы выполнения огневых проб глин и каменистого сырья.	Освоил методы обработки данных, полученных методами термографического анализа.	Освоил методы комплексной термография керамического сырья и навыками ее интерпретации.
<b>ПК-5.7</b> Знание методов описания микроструктуры и рентгенографического анализа композиционных материалов и изделий из них	<b>Знает</b> основные методы изучения структуры высокотемпературных материалов (ЗН-3)	Ответы на задания № 13-14 к зачёту	Излагает краткие сведения о металлографии.	Излагает методы анализа структуры материалов с помощью оптической микроскопии.	Излагает методы анализа структуры материалов с помощью растровой электронной микроскопии.
	<b>Знает</b> основные методы подготовки аншлифов (ЗН-4)	Ответы на задания № 15-16 к зачёту	Излагает основы методов подготовки образцов для микроскопического анализа.	Перечисляет основные способы выявления микроструктуры материалов.	Способен самостоятельно разработать методику химического и электролитического травления, оксидирования, эрозии.
	<b>Умеет</b> классифицировать структурные элементы микроструктуры (У-3)	Ответы на задания № 17-19 к зачёту	Выявляет взаимосвязь открытой, закрытой и общей пористости.	Проводит количественный фазовый анализ микроструктуры.	Выбирает оптимальные варианты исследования

	<b>Умеет</b> выявлять стереологические характеристики микроструктуры материалов (У-4)	Ответы на задания № 20-21 к зачёту	Оценивает базовые параметры микроструктуры материалов.	Выявляет стереологические характеристики микроструктуры материалов	Осуществляет объёмную реконструкцию структуры по отдельным параллельным сечениям.
	<b>Владеет</b> методами микроскопического анализа для проведения количественной оценки поверхностей раздела (Н-3)	Ответы на задания № 22-24 к зачёту	Освоил методы подготовки шлифов.	Освоил методы количественного анализа поверхностей раздела.	Излагает классификацию структурных элементов, общепринятые обозначения элементов микроструктуры.
	<b>Владеет</b> методом рентгенофазового анализа и основами расчета параметров структуры на основе рентгеновских спектров (Н-4)	Ответы на задания № 25-27 к зачёту	Освоил методы рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа.	Показывает навыки определения и идентификация фаз методами рентгенофазового анализа.	Освоил методы расчета параметров кристаллической решетки, степени гомогенности и механизма образования твердых растворов.
<b>ПК-7.7</b> Знание методов определения физико-химических и механических	<b>Знает</b> современные методы определения химического состава композиционных материалов (ЗН-5)	Ответы на задания № 28-31 к зачёту	Правильно выбирает общие методы анализа химического состава силикатного сырья.	Правильно выбирает методы классического количественного и качественного анализа силикатного сырья.	Излагает современные методы определения химического состава композиционных материалов.

свойств композиционных материалов	<b>Знает</b> современные методы изучения структуры композиционных материалов (ЗН-6)	Ответы на задания № 32-33 к зачёту	Правильно выбирает базовые методы оценки структуры композиционных материалов.	Правильно выбирает общие методы изучения структуры композиционных материалов.	Перечисляет современные методы изучения структуры композиционных материалов.
	<b>Умеет</b> определять плотность, открытую пористость и водопоглощение материалов (У-5)	Ответы на задания № 34-37 к зачёту	Определяет воздушную, огневую и общую усадку.	Определяет плотность, открытую пористость и водопоглощение керамических материалов.	Освоил взаимосвязь структуры и свойств композиционных материалов.
	<b>Умеет</b> проводить испытания керамических материалов и изделий с минимально возможными временными и материальными затратами (У-6)	Ответы на задания № 38-41 к зачёту	Перечисляет базовые методы определения механических свойств композиционных материалов.	Перечисляет общие методы определения механических свойств композиционных материалов.	Излагает современные методы определения механических свойств композиционных материалов.
	<b>Владеет</b> методами определения механических свойств композиционных материалов (Н-5)	Ответы на задания № 42-43 к зачёту	Освоил методы определения пределов прочности при сжатии, изгибе, растяжении.	Освоил методы определения модуля нормальной упругости.	Решает задачи выбора методик определения твердости по Виккерсу, Роквеллу, Бринелю.
	<b>Владеет</b> навыками оценки взаимосвязи фазового состава, структуры и свойств композиционных материалов (Н-6)	Ответы на задания № 44-47 к зачёту	Перечисляет факторы, влияющие на термостойкость материалов.	Решает задачи выбора методик оценки термостойкости неформованных огнеупорных материалов.	Показывает навыки оценки взаимосвязи фазового состава и структуры материалов с их термостойкостью.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Для получения зачёта должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

1. Способы добычи и методики отбора средней пробы керамического сырья.
2. Проволочные сита и решета – конструкция, характеристика (по ГОСТ 6613–86).
3. Принципы седиментационных методов анализа фракционного состава глин и каолинов.
4. Взаимосвязь удельной поверхности порошков с эффективным размером частиц, фракционный состав.
5. Метод определения дисперсности порошков по сопротивлению при пропускании потока воздуха (прибор ПСХ–2).
6. Определение удельной поверхности и дисперсности порошков по методу БЭТ.
7. Пластичная прочность системы глина – вода, тиксотропное упрочнение.
8. Первичная оценка качества природного керамического сырья при добыче на карьере.
9. Методика приготовления средней пробы керамического сырья для ситового анализа.
10. Порядок выполнения седиментационного анализа шликеров глин и каолинов.
11. Огневая проба – сущность метода, характеристики, значение для керамической технологии.
12. Термографический анализ глин и каолинов. Связь данных термограмм и основных параметров технологического процесса.

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:**

13. Металлографический анализ – задачи исследований, получение изображения на просвет и в отраженном свете, разрешение и увеличение.
14. Основные способы статистической обработки данных анализа микроструктуры.
15. Способы подготовки образцов для минералогического и металлографического анализов.
16. Принципы стереометрического анализа, взаимосвязь трехмерной структуры и ее двумерных аналогов.
17. Методы определения пористости, сравнительный анализ точности основных методов.
18. Причины возникновения пористости и ее зависимость от технологических параметров в производстве.
19. Основные характеристики размера, формы и ориентации фазовых составляющих керамических материалов.
20. Методы определения удельной поверхности и протяженности элементов пространственного строения.
21. Стереологические характеристики микроструктуры керамических материалов.
22. Принципиальная схема автоматического анализатора изображения.
23. Просвечивающая и растровая электронная микроскопия.

24. Основные виды и принцип действия микроскопов для изучения строения материалов сверхвысокого разрешения.
25. Сущность методов микрорентгеноспектрального анализа.
26. Сущность и основные характеристики методов микрорентгеноспектрального анализа.
27. Основные принципы количественного рентгеновского анализа.

**в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-6:**

28. Химический анализ силикатного сырья. Общие сведения.
29. Количественный и качественный анализ силикатного сырья, схема их проведения.
30. Масс-спектрометрия, атомно-силовая микроскопия и области их применения.
31. Особенности химического анализа легких элементов (углерод, азот, кислород, бор).
32. Стадии уплотнения порошковых систем, получаемых различными способами.
33. Ртутная порометрия, особенности метода, области применения.
34. Особенности пробоподготовки и выбор дисперсионной среды при определении удельного веса материалов.
35. Истинная плотность и рентгеновская плотность материала.
36. Определение воздушной, огневой и общей усадки.
37. Методы определения плотности и удельного веса, открытой пористости и водопоглощения керамических материалов.
38. Определение модуля нормальной упругости динамическим методом с помощью ультразвуковых колебаний.
39. Методы определения пределов прочности при сжатии, изгибе, растяжении.
40. Методы определения твердости по Виккерсу, Роквеллу, Бринеллю.
41. Микротвердость веществ и материалов.
42. Неакустические методы определения упругих констант материалов.
43. Трещиностойкость материалов. Методы определения трещиностойкости.
44. Теория Вейбула.
45. Факторы влияющие на термостойкость материалов
46. Методики оценки термостойкости неформованных огнеупорных материалов
47. Связь фазового состава и структуры материалов с их термостойкостью.

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

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