

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
НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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		Несмелов Д.Д.

Рабочая программа дисциплины «Новые композиционные наноструктурированные материалы» 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.....	10
4.4.1. Семинары, практические занятия	10
4.4.2. Лабораторные занятия	11
4.5. Самостоятельная работа обучающихся	12
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.....	14
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	16
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	17
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>ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии</p>	<p>ОПК-2.2 Знание принципов организации технологических процессов, умение создавать технологическую документацию в области новых наноструктурированных материалов, владение практическими навыками оформления документации.</p>	<p>Знать: - принципы организации технологического процесса и разработки технологической документации с учётом заданных свойств наноматериала (ЗН-1);</p> <p>Уметь: - составлять техническое задание на выполнение НИР и ОКТР по созданию новых материалов и технологий (У-1).</p> <p>Владеть: - навыками оформления научно-технических отчётов о проведении оценочных расчётов свойств планируемого материала, а также об их экспериментальном определении (Н-1).</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач</p>	<p>ПК-1.2 Знание принципов создания наноструктурированных материалов, умение проектировать состав, структуру и свойства материала, владение способностью применять методологию проектирования наноструктурированных материалов на практике.</p>	<p>Знать: - основные принципы создания наноструктурированных композиционных материалов, взаимосвязь состава, структуры и свойств (ЗН-2);</p> <p>Уметь: - применять основные методы оценки совместимости компонентов материала (У-2); - определять взаимное влияние состава, структуры и свойств (У-3); - выбирать компоненты материала для заданных условий эксплуатации (У-4).</p> <p>Владеть: - способностью применять методологию проектирования композиционных наноструктурированных материалов (Н-2).</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности</p>	<p>ПК-3.2 Знание принципов и алгоритмов проектирования нового материала, умение определять технологические требования, выбирать технологические стадии, владение методиками определения свойств материала.</p>	<p>Знать: - стадии процесса разработки нового материала и создания новой технологии (ЗН-3); - основные подходы к организации экспериментального исследования свойств нового материала во взаимосвязи со структурой и составом (ЗН-4); - последовательность технических решений при разработке новых материалов и принципы разработки плана эксперимента (ЗН-5).</p> <p>Уметь: - проводить оценку необходимости технологических стадий производства материала, выбирать необходимое технологическое оборудование, выбирать методы контроля (входного, операционного и выходного) (У-5);</p> <p>Владеть: - методиками определения основных физико-механических и теплофизических свойств материалов (Н-3); - навыками проектирования состава, структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов (Н-4).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Новые композиционные наноструктурированные материалы» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.О.08) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов», «Композиционные керамические материалы», «Методы исследования структуры и свойств композиционных материалов». Полученные в процессе изучения дисциплины «Новые композиционные наноструктурированные материалы» 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
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
Контактная работа с преподавателем:	127
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	79
семинары, практические занятия	64
лабораторные работы	15
курсовое проектирование (КР или КП)	16
КСР	–
другие виды контактной работы	–
Самостоятельная работа	62
Форма текущего контроля	Доклад
Форма промежуточной аттестации	курсовая работа, экзамен/27

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.	Подходы к проектированию свойств и технологии наноматериалов	10	20	3	16	ПК-1.2
2.	Алгоритм проектирования свойств и технологии нового материала	14	24	5	20	ОПК-2.2
3.	Технология нового материала: сырьё, оборудование, контроль	12	20	7	26	ПК-3.2

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-1.2	Подходы к проектированию свойств и технологии наноматериалов
2.	ОПК-2.2	Алгоритм проектирования свойств и технологии нового материала
3.	ПК-3.2	Технология нового материала: сырьё, оборудование, контроль

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Подходы к проектированию технологии и свойств наноматериалов Структура учебной дисциплины. Цели и задачи учебной дисциплины. Процесс создания нового материала и новой технологии. Основные этапы: НИР, ОКТР, выпуск опытной партии. Внедрение технологии. Подходы к проектированию свойств материалов. Гетерофазные и мономатериалы. Взаимосвязь основных элементов материаловедения «структура-свойство» (графическое	6	Слайд-презентация, дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	представление различных вариантов). Уровни структуры – связь со свойствами материала. Концентрационные зависимости: диаграммы состав-свойство, фазовые диаграммы состав-температура.		
2	<p><u>Алгоритм проектирования свойств и технологии нового материала</u></p> <p>Подготовка к разработке материала – оценка условий эксплуатации и формулирование требований к материалу, включая модельные представления.</p> <p>Оптимизация подбираемых компонентов – моно/гетерофазный материал, совокупный вклад компонентов в формирование структуры и свойств материала.</p> <p>Вопросы совместимости компонентов – термодинамическая оценка химического взаимодействия в заданных условиях, анализ диаграмм состояния, термомеханическая совместимость (КЛТР).</p> <p>Подготовка к разработке технологии материала. Разработка основных параметров технологии планируемых тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.</p> <p>Технологические и материаловедческие исследования и оптимизация параметров технологии новых композиционных материалов.</p>	2	Слайд-презентация, дискуссия
3	<p><u>Технология нового материала: сырьё, оборудование, контроль</u></p> <p>Особенности исходных веществ (сырья) как аргумент выбора технологических параметров создания тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.</p> <p>Оценка и выбор применяемого оборудования, необходимого для реализации запланированных параметров технологии и соответствующих характеристик материала.</p> <p>Выбор и подготовка методов контроля технологических параметров и свойств конечного материала.</p> <p>Разработка требований по технике безопасности и охране окружающей среды</p>	8	Слайд-презентация, дискуссия

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Подходы к проектированию технологии и свойств наноматериалов</u></p> <p>Расчет влияния пористости на прочность, теплопроводность, электропроводность и модуль упругости, оценка этих параметров для наноструктурированных композиционных материалов.</p> <p>Расчет влияния размера зерен на механические свойства композиционных материалов.</p> <p>Термодинамические расчеты по оценке совместимости компонентов материала с использованием известных термодинамических данных.</p> <p>Расчет коэффициентов диффузии $D = f(T)$ для различных твердых тел (металлы, карбиды, оксиды) и оценка времени, необходимого для заданного диффузионного пути (рост частиц, покрытия, твердые растворы и др.)</p> <p>Расчет эффективного коэффициента линейного термического расширения, модуля упругости, коэффициента теплопроводности композиционных материалов с использованием информации о физико-механических свойствах компонентов. Расчет термических напряжений на границе раздела фаз в гетерогенных материалах.</p>	20	Дискуссия, разбор конкретных примеров
2	<p><u>Алгоритм проектирования свойств и технологии нового материала</u></p> <p>Первоначальная оценка эксплуатационных требований к новому композиционному материалу. Подбор компонентов.</p> <p>Анализ информации о физико-химических свойствах компонентов – тугоплавких веществ. Изучение диаграмм состояния с их участием, на основе которых запланировано получение наноструктурированных материалов с заданными свойствами.</p> <p>Проведение термодинамических оценок вероятности протекания реакций между компонентами планируемого композиционного материала.</p>	24	Дискуссия, разбор конкретных примеров
3	<p><u>Технология нового материала: сырьё, оборудование, контроль</u></p> <p>Оценка необходимости и подбор</p>	20	Дискуссия, разбор конкретных

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>технологического оборудования для всех технологических стадий: подготовки сырья, измельчения, сушки, синтеза и консолидации (спекания, горячего прессования и т.д.).</p> <p>Выбор методов контроля структуры и основных свойств нового материала и сырья – входной, операционный, выходной контроль.</p> <p>Подбор доступного оборудования для проведения аттестации разрабатываемого материала.</p> <p>Подготовка технологического регламента, технологической инструкции, технических условий и иной технологической документации на новый материал.</p>		примеров

4.4.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Подходы к проектированию технологии и свойств наноматериалов</u></p> <p>Анализ состава и структуры исходных компонентов планируемого композиционного материала методами рентгенофазового анализа, растровой электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа.</p>	3	Мастер-класс в лаборатории
2	<p><u>Алгоритм проектирования свойств и технологии нового материала</u></p> <p>Выбор технологической схемы получения опытных образцов и экспериментальное получение новых материалов с использованием высокотемпературного синтеза в вакуумной или воздушной печи.</p>	5	Мастер-класс в лаборатории
3	<p><u>Технология нового материала: сырьё, оборудование, контроль</u></p> <p>Выбор методов контроля структуры и основных свойств нового материала. Анализ состава и структуры опытных образцов композиционного материала методами рентгенофазового анализа, растровой электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа. Анализ физико-механических характеристик материала методами трёхточечного изгиба и индентирования пирамиды Виккерса.</p>	7	Мастер-класс в лаборатории

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Цели и задачи НИР и ОКТР как стадий разработки материала и технологии. Техническое задание: структура, требования к назначению разрабатываемого объекта, его технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предписание по выполнению необходимых стадий создания документации.	12	Устный опрос № 1
2	Определение надежности механических свойств с учетом статистического характера хрупкого разрушения керамики (оценка критерия Вейбулла).	12	Устный опрос № 1
3	ГОСТ Р ИСО 9001-2008 Системы менеджмента качества. Требования. Общие положения систем ГОСТ 12. (ССБТ), ГОСТ 17. (Охрана природы) Правила разработки нормативной и технической документации на примере технологического регламента производства продукции отрасли, технологических схем керамического производства, подбора исходных компонентов, схем контроля качества выпускаемой продукции в соответствии с требованиями комплекса стандартов ГОСТ 3. – Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила оформления технологической документации.	16	Устный опрос № 2

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 курсовой работы и экзамена.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

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

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 45мин.

Пример билета к зачету:

1. Иерархическая взаимосвязь структурных характеристик поликристаллических керамических материалов.

2. Термодинамическая оценка химической совместимости компонентов планируемого композиционного керамического материала.

3. Правила разработки нормативной и технической документации на примере технологического регламента.

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».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие/Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М. : Academia, 2005. – 157 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.

б) электронные издания

1. 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)
2. 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)
3. 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)

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

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

С компьютеров института открыт доступ к:

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 - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

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 - 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 «Новые композиционные наноструктурированные материалы» 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 приходить, 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.

10.2. Программное обеспечение.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением: пакеты прикладных программ стандартного набора Open Office и Libre Office, MathCAD, AutoCAD, АСКОН Компас-3D, Scilab Enterprises-CeCILL, антивирусный пакет Kaspersky Endpoint Security; прикладное программное обеспечение автоматического анализа изображений «Tixomet Light»; программное обеспечение для рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа Rigaku SmartLab Studio 3.

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 - 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
Микротвердомер ПМТ-3.	для определения микротвёрдости по Виккерсу
Твердомер по Виккерсу ТП–7–Р	для определения твердости по Виккерсу
Универсальная испытательная машина Shimadzu AG-50kNXD	для определения предела прочности при изгибе спеченных материалов
Установка для определения упругих характеристик материалов «Звук–130»	для определения упругих характеристик материалов резонансным методом
Электропечь воздушная СНОЛ 12/16	печь воздушная с объемом печного пространства 12 л до 1600 °С
Электропечь вакуумная СНВГ-18/1.2.1ЛБ	печь вакуумная с объемом печного пространства 20 л до 1800 °С
Прибор СТА NETZSCH-Gerätebau GmbH STA 449 F3Jupiter	для синхронного термического анализа до 1600 °С
Анализатор термомеханический Shimadzu TMA-60	до 1100 °С для определения КЛТР и усадки образцов
Анализатор размеров частиц лазерный Shimadzu SALD-7500nano	для определения дисперсности порошков
Микроскоп металлографический Meiji 7000	для изучения микроструктуры с компьютерной системой автоматического анализа изображений «Thixomet Light»
Растровый электронный микроскоп Tescan Vega 3SBH с микрорентгеноспектральным анализатором Aztec X-Act	для изучения микроструктуры и элементного состава образцов
Весы ВЛКТ–500	для взвешивания порошков
Валки лабораторные	на 1 барабан с объемом 5 дм ³
Пресс гидравлический «Amsler».	для прессования керамических образцов, усилием 60 т
Вибромельница с объемом 1 л	для тонкого измельчения порошков
Мельница барабанная объемом 0,12 м ³	для тонкого измельчения порошков
Весы ВСЛ–200	Аналитические весы с пределом взвешивания 200

	г, точностью 0,0001 г.
Пресс гидравлический ПГР–400	для прессования керамических образцов, усилием 10 т
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 «Наноструктурированная керамика для машиностроения»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-2	Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	промежуточный
ПК-1	Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	промежуточный
ПК-3	Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	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)
ОПК-2.2 Знание принципов организации технологических процессов, умение создавать технологическую документацию в области новых наноструктурированных материалов, владение практическими навыками оформления документации	Знает принципы организации технологического процесса и разработки технологической документации с учётом заданных свойств наноматериала (ЗН-1);	Ответы на задания № 1-5, 7, 8 к экзамену	Может перечислить общие принципы организации технологических процессов и разработки наиболее распространённых видов технологической документации с учётом заданных свойств наноматериалов в целом	Самостоятельно объясняет принципы организации технологических процессов и разработки всех видов технологической документации с учётом заданных свойств наноматериалов в целом	В полной мере объясняет принципы организации технологических процессов и разработки всех видов технологической документации с учётом заданных свойств наноматериалов в целом и в узких специализированных областях
	Умеет составлять техническое задание на выполнение НИР и ОКТР по созданию новых материалов и технологий (У-1).	Ответы на задания № 1, 4, 6 к экзамену	Может перечислить принципы выбора технических требований для технического задания, в общем виде формулирует технические требования для предложенного материала	Самостоятельно объясняет принципы выбора технических требований для технического задания, формулирует технические требования для предложенного материала	В полной мере объясняет принципы выбора технических требований для технического задания, развёрнуто формулирует технические требования для предложенного материала

	Владеет навыками оформления научно-технических отчётов о проведении оценочных расчётов свойств планируемого материала, а также об их экспериментальном определении (Н-1).	Ответы на задания № 1-5, 9, 10 к экзамену	Может выбрать из предложенных образцов оформления научно-технических отчётов оформленные в соответствии с ГОСТ, может перечислить основные принципы обработки результатов эксперимента и их графического представления	Может самостоятельно оформлять научно-технические отчёты в соответствии с ГОСТ, самостоятельно объясняет основные принципы обработки результатов эксперимента и их графического представления	Может самостоятельно оформлять научно-технические отчёты в соответствии с ГОСТ, в полной мере объясняет принципы обработки результатов эксперимента и их графического представления
ПК-1.2 Знание принципов создания наноструктурированных материалов, умение проектировать состав, структуру и свойства материала, владение способностью применять методологию проектирования наноструктурированных материалов на практике	Знает основные принципы создания наноструктурированных композиционных материалов, взаимосвязь состава, структуры и свойств (ЗН-2);	Ответы на задания № 11-15 к экзамену	Может перечислить основные принципы создания наноструктурированных композиционных материалов и основные подходы к взаимосвязи состава, структуры и свойств	Самостоятельно объясняет основные принципы создания наноструктурированных композиционных материалов, различные подходы к взаимосвязи состава, структуры и свойств	В полной мере объясняет фундаментальные и прикладные принципы создания наноструктурированных композиционных материалов, различные подходы к взаимосвязи состава, структуры и свойств
	Умеет применять основные методы оценки совместимости компонентов материала (У-2);	Ответы на задания № 14-17 к экзамену	Может перечислить основные методы оценки совместимости компонентов материала	Самостоятельно объясняет основные методы оценки совместимости компонентов материала с использованием специализированных методик и программного обеспечения	В полной мере объясняет различные методы оценки совместимости компонентов материала с использованием специализированных методик и программного обеспечения

	<p>Умеет определять взаимное влияние состава, структуры и свойств (У-3);</p>	<p>Ответы на задания № 13, 17, 19-23 к экзамену</p>	<p>Может перечислить основные способы анализа взаимного влияния состава, структуры и свойств и самостоятельно построить температурную и концентрационную зависимость предложенного свойства по экспериментальным данным</p>	<p>Самостоятельно объясняет основные способы анализа взаимного влияния состава, структуры и свойств, может самостоятельно построить температурную и концентрационную зависимость предложенного свойства по экспериментальным данным</p>	<p>В полной мере объясняет способы анализа взаимного влияния состава, структуры и свойств, может самостоятельно построить температурную и концентрационную зависимость предложенного свойства по экспериментальным данным</p>
	<p>Умеет выбирать компоненты материала для заданных условий эксплуатации (У-4).</p>	<p>Ответы на задания № 11, 15-18 к экзамену</p>	<p>Может самостоятельно объяснить основные принципы выбора компонентов материала для заданных условий эксплуатации в рамках рассмотренных в курсе базовых алгоритмов</p>	<p>Может самостоятельно объяснить основные принципы выбора компонентов материала для заданных условий эксплуатации в рамках различных рассмотренных в курсе алгоритмов.</p>	<p>Может самостоятельно объяснить основные принципы выбора компонентов материала для заданных условий эксплуатации, самостоятельно формируя алгоритм в рамках общих принципов, рассмотренных в курсе</p>
	<p>Владеет способностью применять методологию проектирования композиционных наноструктурированных материалов (Н-2).</p>	<p>Ответы на задания № 11-15, 24-26 к экзамену</p>	<p>Может применять методологию проектирования основных видов композиционных</p>	<p>Может применять методологию проектирования различных видов композиционных</p>	<p>Может применять и адаптировать к конкретным задачам методологию проектирования</p>

			наноструктурированны х материалов	наноструктурированн ых материалов	различных видов композиционных наноструктурированн ых материалов
<p>ПК-3.2 Знание принципов и алгоритмов проектирования нового материала, умение определять технологические требования, выбирать технологические стадии, владение методиками определения свойств материала</p>	<p>Знает стадии процесса разработки нового материала и создания новой технологии (ЗН-3);</p>	<p>Ответы на задания № 27-28, 39-41 к экзамену</p>	<p>Может перечислить основные стадии процесса разработки нового материала и создания новой технологии</p>	<p>Самостоятельно объясняет рассмотренные в курсе стадии процесса разработки нового материала и создания новой технологии</p>	<p>Самостоятельно объясняет рассмотренные в курсе стадии процесса разработки нового материала и создания новой технологии; знает принципы формирования стадий.</p>
	<p>Знает основные подходы к организации экспериментального исследования свойств нового материала во взаимосвязи со структурой и составом (ЗН-4);</p>	<p>Ответы на задания № 27-28, 31 к экзамену</p>	<p>Может перечислить основные подходы к организации экспериментального исследования свойств нового материала во взаимосвязи со структурой и составом</p>	<p>Самостоятельно объясняет основные подходы к организации экспериментального исследования свойств нового материала во взаимосвязи со структурой и составом</p>	<p>Самостоятельно объясняет различные подходы к организации экспериментального исследования свойств нового материала во взаимосвязи со структурой и составом</p>
	<p>Знает последовательность технических решений при разработке новых материалов и принципы разработки плана эксперимента (ЗН-5).</p>	<p>Ответы на задания № 27-29, 38-41 к экзамену</p>	<p>Самостоятельно объясняет последовательность технических решений при разработке новых материалов и основные принципы разработки плана эксперимента</p>	<p>Самостоятельно объясняет последовательность технических решений при разработке новых материалов и различные принципы разработки плана эксперимента</p>	<p>Самостоятельно объясняет последовательность технических решений при разработке новых материалов, принципы её адаптации под конкретные задачи;</p>

					различные принципы разработки плана эксперимента
	Умеет проводить оценку необходимости технологических стадий производства материала, выбирать необходимое технологическое оборудование, выбирать методы контроля (входного, операционного и выходного) (У-5);	Ответы на задания № 31-38 к экзамену	Может проводить оценку необходимости технологических стадий производства материала, выбирать необходимое технологическое оборудование, выбирать методы контроля (входного, операционного и выходного) в рамках рассмотренных в курсе базовых алгоритмов	Может проводить оценку необходимости технологических стадий производства материала, выбирать необходимое технологическое оборудование, выбирать методы контроля (входного, операционного и выходного) в рамках рассмотренных в курсе различных алгоритмов	Может проводить оценку необходимости технологических стадий производства материала, выбирать необходимое технологическое оборудование, выбирать методы контроля (входного, операционного и выходного), самостоятельно формируя алгоритм.
	Владеет навыками проектирования состава, структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов (Н-4).	Ответы на задания № 31-41 к экзамену	Может выбрать из предложенных правильный алгоритм проектирования состава, структуры и свойств для конкретных материалов	Может самостоятельно формировать алгоритм проектирования состава, структуры и свойств для конкретных материалов	Может самостоятельно формировать алгоритм проектирования состава, структуры и свойств для конкретных материалов с использованием нескольких альтернативных подходов

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 ОПК-2:

1. Основные стадии процесса разработки нового материала и создания новой технологии.
2. Цели и задачи НИР и ОКТР как стадий разработки материала и технологии.
3. Виды технологической документации. Назначение, содержание, структура документов. Стандарты в области технологической документации.
4. Техническое задание: структура и основные требования.
5. Последовательность технических решений при разработке новых материалов.
6. Первоначальная оценка эксплуатационных требований к новому композиционному материалу. Подбор компонентов.
7. Разработка плана проведения эксперимента с учетом влияния дисперсности, состава, параметров технологии на важнейшие структурно-функциональные и эксплуатационные свойства разрабатываемого материала.
8. Принципы разработки математической модели плана эксперимента.
9. Оптимизация состава и свойств композиционного материала: принципы, подходы, методы.
10. Оптимизация технологии композиционного материала: технологические параметры, принципы, подходы, методы

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

11. Основные принципы создания композиционных наноструктурированных материалов.
12. Иерархическая взаимосвязь структурных характеристик поликристаллических композиционных наноструктурированных материалов.
13. Уровни структуры – связь со свойствами материала и технологическими стадиями. Взаимосвязь «состав-структура-свойство». Варианты графического представления.
14. Концентрационные зависимости: диаграммы состав-свойство, фазовые диаграммы состав-температура.
15. Выбор веществ-кандидатов для заданных условий эксплуатации – температура, давление, среда, уровень механических напряжений.
16. Термодинамическая оценка химической совместимости компонентов планируемого композиционного керамического материала.
17. Оценка влияния состава (концентрации компонентов) на свойства керамики. Правило аддитивности.
18. Оценка термомеханической совместимости компонентов планируемой гетерофазной керамики.
19. Оценка влияния структуры (пористости, размера зерен) на свойства (теплопроводность) керамики $\lambda = f(\Pi, d_{\text{зер}})$.
20. Оценка влияния структуры (пористости, размера зерен) на свойства (прочность) керамики $\sigma = f(\Pi, d_{\text{зер}})$.

21. Оценка влияния структуры (пористости, размер зерен) на свойства (модуль упругости) керамики $E = f(P, d_{\text{зер}})$.
22. Оценка влияния структуры на свойства (ползучесть) керамики $\varepsilon = f(P, d_{\text{зер}})$.
23. Оценка влияния температуры на свойства (ползучесть) керамики $\varepsilon = f(T)$.
24. Учёт взаимного влияния состава, структуры и свойств при проектировании композиционного материала.
25. Корректировка алгоритма создания нового материала на стадии НИОКТР с учётом экспериментальных данных о взаимосвязи состава, структуры и свойств нового материала.
26. Прогнозирование эксплуатационных характеристик нового материала на основе экспериментальных данных НИР и НИОКТР.

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

27. Опытная партия. Определение объёма опытной партии исходя из задач.
28. Общая последовательность принятия решений в процессе перехода от НИР к НИОКТР и выпуску опытной партии.
29. Экспериментальное определение эксплуатационных характеристик. Моделирование условий эксплуатации.
30. Определение надежности механических свойств с учетом статистического характера хрупкого разрушения керамики (оценка критерия Вейбулла).
31. Разработка и оптимизация технологической схемы производства.
32. Выбор метода синтеза компонентов для создания планируемой керамики конкретного назначения. Совместный синтез.
33. Оценка рациональных концентрационных пределов компонентов в создаваемых гетерофазных материалах с целью получения зависимости состав–свойство.
34. Особенности исходных веществ (сырья) как аргумент выбора технологических параметров создания тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
35. Оценка и выбор измельчительного оборудования, необходимого для реализации запланированных параметров технологии и соответствующих характеристик материала.
36. Оценка и выбор методов формования с ориентацией на конкретный состав и планируемые свойства керамики.
37. Оценка и выбор методов спекания с ориентацией на конкретный состав и планируемые свойства керамики.
38. Выбор и подготовка методов контроля технологических параметров и свойств материала (входной, операционный, выходной).
39. Назначение и особенности различных видов технологической документации: технологический регламент, технологическая инструкция, технические условия.
40. Правила разработки нормативной и технической документации на примере технологического регламента.
41. Разработка требований по технике безопасности и охраны окружающей среды.

4. Темы курсовых работ

1. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к композиционному термокатодному материалу для микрокатодов электронно-лучевых устройств
2. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к композиционному термокатодному материалу для крупногабаритных катодов стационарных плазменных двигателей
3. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к композиционному материалу для камеры сгорания и сопла жидкостного

реактивного двигателя

4. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к композиционному материалу для турбинной лопатки турбореактивного двигателя

5. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к композиционному материалу для носового обтекателя гиперзвукового летательного аппарата

6. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к композиционному материалу для антенного обтекателя

7. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к оптически прозрачному высокопрочному тугоплавкому материалу с низким пропусканием в ИК-области спектра

8. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к оптически прозрачному высокопрочному тугоплавкому материалу с низким пропусканием в УФ-области спектра

9. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к термобарьерному покрытию для турбинных лопаток турбореактивного двигателя

10. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к материалу подшипника с плотностью не выше $3,5 \text{ г/см}^3$

11. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к материалу сменных режущих пластин для обработки закалённых сталей и твёрдых сплавов

12. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к материалу резцов бурового долота

13. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к материалу электропроводного покрытия для корундовой керамики

14. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к материалу тонкостенных фарфоровых изделий

15. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к материалу высокотермостойкой литейной оснастки в МНЛЗ

16. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к монолитным огнеупорным материалам для выплавки цветных металлов

17. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к анодным и катодным материалам для электролитического получения алюминия

18. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к материалу для ванн стекловаренных печей для выплавки листового стекла

19. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к кислотоупорным высокопрочным безусадочным цементам

20. Составление макета технического задания и обоснование технических требований к полимербетонным (полимерцементным, пластбетонным) материалам

5. 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.