

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.09.2023 17:39:26
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

26 января 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Направленность программы магистратуры

Химическая технология композиционных и наноматериалов для современной техники

Квалификация

Магистр

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
Зав. кафедрой		Профессор Пантелеев И. Б.

Рабочая программа дисциплины «Химическая технология наноструктурированных материалов» обсуждена на заседании кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов
протокол от 19 января 2021 № 4
Заведующий кафедрой

И. Б. Пантелеев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов
протокол от 21 января 2021 № 5

Председатель

С. Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		М. В. Рутто
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	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины	5
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	6
4.3. Занятия семинарского типа.....	8
4.3.1. Лабораторные занятия.....	8
4.4. Самостоятельная работа.....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	15

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

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

В результате 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>ПК-1 Способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских, технологических и проектных задач</p>	<p>ПК-1.4 Применение на практике знаний свойств химических элементов, соединений и наноструктурированных материалов на их основе</p>	<p>Знать: физико-химические основы процессов, используемых при получении наноструктурированных материалов (ЗН-1);</p> <p>Уметь: определять набор свойств наноструктурированных материалов для службы в определённых условиях (У-1);</p> <p>Владеть: методикой поиска решения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации наноструктурированных материалов (Н-1).</p>
<p>ПК-3 Способен к анализу новых технологий и разработке рекомендаций по составу и способам обработки материалов с целью достижения требуемого набора физико-механических и эксплуатационных свойств</p>	<p>ПК-3.3 Разработка на основе анализа инновационных технологий производства наноструктурированных материалов с требуемым набором физико-механических и эксплуатационных свойств</p>	<p>Знать: современные инновационные технологии наноструктурированных материалов (ЗН-2);</p> <p>Уметь: разработать рекомендации по составу и технологии наноструктурированных материалов (У-2);</p> <p>Владеть: методами подбора состава и обработки наноструктурированных материалов для обеспечения требуемого уровня физико-механических и эксплуатационных свойств (Н-2)</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химическая технология наноструктурированных материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 образовательной программы магистратуры (Б1.В.05) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Дисциплина является профильной и продолжает общетеоретическую и технологическую подготовку магистрантов. Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины «Химическая технология наноструктурированных материалов»: физика, математика, общая и неорганическая химия, органическая химия, теоретические основы силикатных технологий, силикатные материалы и их основные свойства. Полученные в процессе изучения дисциплины «Химическая технология наноструктурированных материалов» знания, умения и навыки, создающие теоретическую и практическую базу для профильных дисциплин, и могут быть использованы при прохождении производственной практики, а также при подготовке магистерской диссертации.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	7/252
Контактная работа с преподавателем:	107
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	–
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	54 (27)
курсовое проектирование (КР)	18
КСР	–
другие виды контактной работы	–
Самостоятельная работа	117
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	КР
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Физические основы жаропрочности и жаростойкости твердых материалов. Окисление и жаростойкость материалов.	6		6	12	ПК-3	ПК-3.3
2.	Фазы внедрения и материалы на их основе. Кристаллохимия и электронное строение фаз внедрения, методы их получения.	4			12	ПК-1	ПК-1.4
3.	Наноструктурированные композиционные материалы на основе карбидов, технология получения, свойства и области применения.	8		14	23	ПК-1	ПК-1.4
4.	Нитриды переходных элементов, свойства и материалы на их основе.	2		6	12	ПК-1	ПК-1.4
5.	Наноструктурированные керамические материалы на основе тугоплавких боридов, силицидов, интерметаллидов.	6		10	14	ПК-3	ПК-3.3
6.	Ковалентные соединения, свойства, методы получения. Наноструктурированные материалы на основе тугоплавких ковалентных соединений.	4		10	14	ПК-3	ПК-3.3
7.	Тугоплавкие оксиды и материалы на их основе. Тугоплавкие оксиды, их физические и термодинамические свойства.	2			14	ПК-3	ПК-3.3
8.	Спекание керамики на основе тугоплавких соединений. Физические основы и основные теории спекания.	4		8	16	ПК-3	ПК-3.3

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1.	Физические основы жаропрочности и жаростойкости твердых материалов. Окисление и жаростойкость материалов. Техническая прочность кристаллов. Температурная зависимость прочности. Основы статистической теории прочности Вейбулла. Жаропрочность, способы повышения жаропрочности. Термостойкость,	6	Л

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	термопрочность. Химические свойства металлов переходных групп и сплавов на их основе. Окисляемость и сущность процесса окисления металлов, бескислородных соединений. Роль легирующих добавок. Коррозионная устойчивость. Жаростойкие покрытия.		
2.	<u>Фазы внедрения и материалы на их основе. Кристаллохимия и электронное строение фаз внедрения, методы их получения.</u> Современные представления о фазах внедрения. Правило Хегга. Кристаллические особенности строения фаз внедрения – фаз переменного состава. Роль отечественных ученых в разработке теоретических представлений о фазах внедрения.	4	Л, ЛВ
3.	<u>Наноструктурированные композиционные материалы на основе карбидов, технология получения, свойства и области применения.</u> Строение диаграмм состояния систем Me(IV)–C, Me(V)–C, Me(VI)–C, U–C, Pu–C. Анализ закономерностей строения. Основные физико-химические свойства карбидов. Изменение свойств карбидов в области гомогенности. Термодинамический анализ взаимодействия в системах Me'C – Me" с целью выбора металл-связки. Основные диаграммы состояния Me'C – Me", анализ важнейших систем Me'C – Me" с участием тугоплавких металлов. Твердые растворы карбидов. Физические, механические свойства композиций на основе карбидов. Керметы для металлорежущего инструмента. Промышленные твердые сплавы, классификация, требования по ГОСТ. Проблема создания безвольфрамовых твердых керметов на основе системы TiC–Me. Технология получения, требования к сырью, технико-экономические показатели. Разработка керметов с применением карбидов, полученных методом СВС.	8	Л, Э
4.	<u>Нитриды переходных элементов, свойства и материалы на их основе.</u> Кристаллохимия и электронное строение нитридов. Основные диаграммы состояния Me – N, свойства нитридов, изменение свойств в области гомогенности как отражение специфики химической связи в нитридах. Физико-химические основы и технология разработки композиций на основе нитридов.	2	Л, ЛВ
5.	<u>Наноструктурированные керамические материалы на основе тугоплавких боридов, силицидов, интерметаллидов.</u> Кристаллохимия боридов и особенности их электронного строения. Основные системы Me–B. Дибориды переходных металлов и их свойства, гексабориды редкоземельных элементов, их некоторые свойства. Связывание боридов металлами. Основные системы MeB ₂ – Me. Основы технологии получения материалов MeB ₂ –Me. Новые инструментальные материалы на основе диборида титана. Взаимодействие боридов с другими классами тугоплавких соединений. Композиции карбид–диборид, нитрид–диборид переходных элементов. Особенности структуры и свойства эвтектик MeC–MeB ₂ , MeN – MeB ₂ . Моделирование эвтектик. Системы LnB ₆ – MeB ₂ и материалы на их основе. Области применения. Кристаллохимия и особенности химической связи силицидов переходных металлов. Физико-химические основы образования интерметал-	6	Л, ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	лидов. Фазы Лавеса, Юм-Розери, Курнакова и др. Кристаллическая структура, химическая связь и свойства интерметаллидов. Техническое значение. Технология производства методами керамической технологии (на примере сверхпроводников).		
6.	<u>Ковалентные соединения, свойства, методы получения. Наноструктурированные материалы на основе тугоплавких ковалентных соединений.</u> Системы бор–углерод, бор–азот, кремний–азот, кремний–углерод, алюминий–азот. Материалы на основе гексагонального нитрида бора. Термостойкие высокотемпературные материалы на основе нитридов кремния, алюминия, технология высокотемпературных материалов. Современное развитие химии высоких давлений и температур. Синтетический сверхтвердый β-BN. Физико-химические основы создания композиций на их основе.	4	Л, Э
7.	<u>Тугоплавкие оксиды и материалы на их основе. Тугоплавкие оксиды, их физические и термодинамические свойства.</u> Характер химической связи в оксидах. Области применения, требования, предъявляемые к материалам. Технология производства керметов на основе систем Al ₂ O ₃ –Me, ZrO ₂ –Me, UO ₂ –Me, Y ₂ O ₃ –Me, их свойства. Молекулярные керметы. Направленно-кристаллизованные эвтектики. Материалы на основе систем Al ₂ O ₃ –ZrO ₂ , MgO–Al ₂ O ₃ –ZrO ₂ , Al ₂ O ₃ –TiO ₂ , муллит – карбид кремния для двигателестроения, инструментального назначения.	2	Л, Э
8.	<u>Спекание керамики на основе тугоплавких соединений. Физические основы и основные теории спекания.</u> Выбор условий спекания. Влияние газовой среды спекания. Основные типы печей. Условия спекания в печах периодического и непрерывного действия. Нагревательные элементы. Основные показатели работы печей. Режим спекания, его роль в формировании структуры материала, механическая обработка спеченных изделий. Теория Я.И. Френкеля о вязком течении твердых фаз. Теория Б.Я. Пинеса о диффузионном "залечивании" пор. Диффузия в твердых телах и ползучесть кристаллических тел при высоких температурах. Механизмы массопереноса в контактной зоне: механизм вязкого течения, механизм объемной самодиффузии, механизм поверхностной диффузии, механизм испарения-конденсации. Эффекты при спекании разнородных тел. Жидко-фазное спекание.	4	Л, Э

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практ. подготовку	
1	Физические основы жаропрочности и жаростойкости твердых материалов. Окисление и жаростойкость материалов.	6	3	

3	Наноструктурированные композиционные материалы на основе карбидов, технология получения, свойства и области применения.	14	7	
4	Нитриды переходных элементов, свойства и материалы на их основе.	6	3	
5	Наноструктурированные керамические материалы на основе тугоплавких боридов, силицидов, интерметаллидов.	10	5	
6	Ковалентные соединения, свойства, методы получения. Наноструктурированные материалы на основе тугоплавких ковалентных соединений.	10	5	
8	Спекание керамики на основе тугоплавких соединений. Физические основы и основные теории спекания.	8	4	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1.	<u>Физические основы жаропрочности и жаростойкости твердых материалов. Окисление и жаростойкость материалов.</u> Теория Гриффитса и ее развитие. Относительность представлений о хрупком и пластическом разрушении. Кинетика и механизм окисления. Формирование защитных оксидных пленок на металлах и керметах.	12	Устный или письменный опрос
2.	<u>Фазы внедрения и материалы на их основе. Кристаллохимия и электронное строение фаз внедрения, методы их получения.</u> Гетеродесмичность химической связи в металлоподобных соединениях, электронное строение карбидов. Представление о донорно-акцепторном механизме электронного обмена в фазах внедрения.	12	Устный или письменный опрос
3.	<u>Наноструктурированные композиционные материалы на основе карбидов, технология получения, свойства и области применения.</u> Методы получения карбидов из элементов, СВС, восстановлением оксидов, газофазные, плазменно-химические и др. методы получения. Достоинства и недостатки, технико-экономические показатели. Основные сырьевые материалы в производстве спеченных композиций на основе карбидов. Новейшие разработки в области инструментальных керметов на основе карбидов. Конструкционная керамика на основе карбидов для использования в области весьма высоких температур. Материалы для атомной техники и энергетики.	23	Устный или письменный опрос
4.	<u>Нитриды переходных элементов, свойства и материалы на их основе.</u> Методы получения нитридов, плазмохимический синтез, метод СВС. Карбонитриды и материалы на их основе, безвольфрамовые твердые сплавы типа КНТ.	12	Устный или письменный опрос
5.	<u>Наноструктурированные керамические материалы на основе тугоплавких боридов, силицидов, интерметаллидов.</u> Методы получения боридов, технико-экономические показатели. Основные сырьевые материалы в производстве спеченных компо-	14	Устный или письменный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	зиций на основе боридов. Методы получения и свойства важнейших силицидов. Жаростойкие материалы на их основе и применение в технике. Технология производства нагревателей из дисилицида молибдена. Взаимодействие силицидов с диборидами, композиционные материалы в системах $\text{MeSi}_2 - \text{MeB}_2$, $\text{MeSi}_2 - \text{SiC}$. Интерметаллиды в решении проблемы водородной энергетики, интерметаллиды с памятью формы. Композиционные материалы с использованием интерметаллидов.		
6.	<u>Ковалентные соединения, свойства, методы получения. Наноструктурированные материалы на основе тугоплавких ковалентных соединений.</u> Строение и свойства индивидуальных соединений; практическое значение, методы получения соединений, перспективы плазмохимического и СВС-метода синтеза. Особенности промышленного производства режущих материалов на базе СТМ. Области применения. Керамические материалы на основе карбидов бора и кремния, проблемы активации процесса спекания, области применения. Взаимодействие в системах $\text{V}_4\text{C} (\text{SiC}) - \text{MeB}_2$ и износостойкие, ударопрочные керамические материалы на их основе.	14	Устный или письменный опрос
7.	<u>Тугоплавкие оксиды и материалы на их основе. Тугоплавкие оксиды, их физические и термодинамические свойства.</u> Основные оксиды – простые, сложные; физические, термодинамические и механические свойства оксидов. Совместимость с металлами и другими тугоплавкими соединениями. Диаграммы состояния оксид-металл, важнейшие двойные и тройные системы для создания машиностроительной керамики.	14	Устный или письменный опрос
8.	<u>Спекание керамики на основе тугоплавких соединений. Физические основы и основные теории спекания.</u> Шлифование, ультразвуковая, электроискровая и лазерная обработка. (Материал этого раздела излагается при чтении разделов, где излагаются конкретные технологии изготовления керамических материалов).	16	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 защиты курсовой работы и экзамена.

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

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

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Структура, особенности химической связи на примере карбидов.
2. Нитрид алюминия: структура, физико-химические свойства и материалы на его основе.

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. Шевченко, А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов : учеб. пособие для вузов/А.А. Шевченко. – Санкт-Петербург : Профессия, 2010. – 223 с. – ISBN: 978-5-91884-003-0

2. Гаршин, А.П. Абразивные материалы и инструменты. Технология производства: учебн. пособие/А.П. Гаршин, С.М. Федотова. СПбГПУ. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2008. – 1009 с. – ISBN 978-5-7422-1853-1

3. 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.

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. – Министерство образования и науки 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.

2. 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.

3. 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, 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.

4. 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, 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.

5. 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, 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.

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;

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 проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТО СПбГТИ (ТУ) 039-2013. КСУКДВ. Магистратура. Общие требования. /

СПбГТИ(ТУ).– Введ. с 2013-01-01.– СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.– 29 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 магистранту 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 магистрантов 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 обеспечение.

- 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 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°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
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 «Химическая технология наноструктурированных материалов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских, технологических и проектных задач	промежуточный
ПК-3	Способен к анализу новых технологий и разработке рекомендаций по составу и способам обработки материалов с целью достижения требуемого набора физико-механических и эксплуатационных свойств	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)
ПК-1.4 Применение на практике знаний свойств химических элементов, соединений и наноструктурированных материалов на их основе	Перечисляет физико-химические основы процессов, используемых при получении наноструктурированных материалов (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 11-21 к экзамену	Перечисляет физико-химические основы процессов, используемых при получении наноструктурированных материалов с ошибками.	Перечисляет физико-химические основы процессов, используемых при получении наноструктурированных материалов без ошибок, но путается в химическом составе.	Перечисляет физико-химические основы процессов, используемых при получении наноструктурированных материалов, хорошо ориентируется в химическом составе. Может применить эти знания для решения технологических задач.
	Сопоставляет и делает выводы по проведению различных видов химического и физико-химического анализа свойств наноструктурированных материалов для службы в определённых условиях. Объясняет суть основных методов анализа свойств наноструктурированных материалов (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-10 к экзамену	Имеет представление о различных видах химического и физико-химического анализа свойств наноструктурированных материалов для службы в определённых условиях. Перечисляет основные методы анализа свойств наноструктурированных материалов с ошибками.	Может сочетать теоретические методы химического и физико-химического анализа наноструктурированных материалов и конкретные примеры службы в определённых условиях с помощью наводящих вопросов.	Способен самостоятельно представить схему химического и физико-химического анализа свойств наноструктурированных материалов для службы в определённых условиях, легко ориентируется в терминах.
	Разрабатывает план решения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации наноструктурированных материалов (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 22-30 к экзамену	С ошибками решения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации наноструктурированных материалов.	Формирует план проведения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации наноструктурированных материалов с	Способен самостоятельно формировать план проведения научно-исследовательских и технологических задач при соблюдении основных условий эксплуатации наноструктурированных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
				небольшими подсказками преподавателя.	материалов с применением прикладных программных средств.
ПК-3.3 Разработка на основе анализа инновационных технологий производства наноструктурированных материалов с требуемым набором физико-механических и эксплуатационных свойств	Называет современные инновационные технологии наноструктурированных материалов (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 31-41 к экзамену	Путается в перечислении основных современных инновационных технологий наноструктурированных материалов.	Перечисляет основные современные инновационные технологии наноструктурированных материалов с небольшими ошибками.	Уверенно и без ошибок перечисляет основные современные инновационные технологии наноструктурированных материалов.
	Отвечает на дополнительные вопросы по разработке рекомендаций по составу и технологии наноструктурированных материалов (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 42-52 к экзамену	Перечисляет основные рекомендации по составу и технологии наноструктурированных материалов. Путается в названиях терминов.	Перечисляет основные рекомендации по составу и технологии наноструктурированных материалов с помощью наводящих вопросов.	Хорошо разбирается в разработке рекомендаций по составу и технологии наноструктурированных материалов. Рассказывает о путях решения задач технологии и постановки экспериментов.
	Демонстрирует навыки подбора состава и обработки наноструктурированных материалов для обеспечения требуемого уровня физико-механических и эксплуатационных свойств (Н-2)	Правильные ответы на вопросы № 53-63 к экзамену; защита курсовой работы	Демонстрирует с ошибками методики подбора состава и обработки наноструктурированных материалов для обеспечения требуемого уровня физико-механических и эксплуатационных свойств.	Демонстрирует знания о методиках подбора состава и обработки наноструктурированных материалов для обеспечения требуемого уровня физико-механических и эксплуатационных свойств, но путается в последовательности.	Уверенно демонстрирует знания о методиках подбора состава и обработки наноструктурированных материалов для обеспечения требуемого уровня физико-механических и эксплуатационных свойств.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

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

1. Машиностроительная керамика, назначение и принципы создания.
2. Жаропрочность и жаростойкость керамических материалов.
3. Основные закономерности окисления материалов.
4. Основные механизмы окисления металлов и сплавов, методы защиты.
5. Современные представления о фазах внедрения.
6. Правило Хегга.
7. Кристаллические особенности строения фаз внедрения – фаз переменного состава.
8. Физические свойства порошков и их влияние на технологию. Особенности ультрадисперсных порошков.
9. Структура, особенности химической связи на примере карбидов.
10. Карбиды переходных металлов IV группы. Свойства, методы получения и перспективные материалы на их основе.
11. Карбиды переходных металлов V группы. Свойства, методы получения и перспективные материалы на их основе.
12. Физико-химические основы создания безвольфрамовых твердых сплавов – структурных аналогов сплавов WC–Co.
13. Физико-химические особенности и технология получения керметов на основе системы карбид вольфрама – кобальт.
14. Физико-химические основы и процессы, протекающие при спекании в присутствии жидкой фазы (на примере систем MeC – Me^I).
15. Физико-химические особенности и технология стандартных твердых сплавов группы ТК (WC–TiC–Co).
16. Карбид кремния – свойства, структура, методы получения.
17. Керамические материалы на основе карбида кремния, методы получения.
18. Карбид бора – свойства, структура, методы получения.
19. Взаимодействие SiC с тугоплавкими веществами и композиционные материалы.
20. Технология керметов инструментального назначения на основе карбонитрида титана.
21. Нитриды переходных металлов. Структура, особенности химической связи, свойства.
22. Методы получения нитридов переходных металлов. Взаимодействие в системе Me^IN – Me^{II}.
23. Особенности взаимодействия нитридов с металлами и перспективные керметы на их основе.
24. Нитрид алюминия: структура, физико-химические свойства и материалы на его основе.
25. Нитриды кремния: структура, физико-химические свойства и материалы на его основе.
26. Нитрид бора, структура, свойства, методы получения.
27. Получение кубического нитрида бора и материалы на его основе.
28. Бориды переходных металлов. Структура, особенности химической связи и свойства боридов.
29. Методы получения боридов, взаимодействие их друг с другом.
30. Особенности взаимодействия боридов с переходными металлами.
31. Силициды переходных металлов. Химическая связь, структура, свойства и области применения.

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

32. Взаимодействие силицидов с другими классами веществ и композиционные материалы.
33. Технология нагревателей на основе дисилицида молибдена.
34. Интерметаллиды. Особенности химической связи; классификация интерметаллидов, их свойства и области применения.
35. Система бор–углерод.
36. Система бор–азот.
37. Система кремний–азот.
38. Система кремний–углерод.
39. Система алюминий–азот.
40. Материалы на основе гексагонального нитрида бора.
41. Термостойкие высокотемпературные материалы на основе нитридов кремния, алюминия, технология высоко температурных материалов.
42. Современное развитие химии высоких давлений и температур.
43. Синтетический сверхтвердый β -BN.
44. Технология производства керметов на основе систем Al_2O_3 –Me.
45. Технология производства керметов на основе систем ZrO_2 –Me.
46. Технология производства керметов на основе систем UO_2 –Me,
47. Технология производства керметов на основе систем Y_2O_3 –Me.
48. Молекулярные керметы.
49. Направленно-кристаллизованные эвтектики.
50. Материалы на основе систем Al_2O_3 – ZrO_2 инструментального назначения.
51. Материалы на основе систем MgO – Al_2O_3 – ZrO_2 инструментального назначения.
52. Материалы на основе систем Al_2O_3 – TiO_2 инструментального назначения.
53. Материалы на основе систем муллит – карбид кремния для двигателестроения, инструментального назначения.
54. Выбор условий спекания. Влияние газовой среды спекания. Основные типы печей.
55. Условия спекания в печах периодического и непрерывного действия. Нагревательные элементы.
56. Основные показатели работы печей.
57. Механизмы массопереноса в контактной зоне: механизм вязкого течения, механизм объемной самодиффузии.
58. Механизм поверхностной диффузии, механизм испарения-конденсации.
59. Режим спекания, его роль в формировании структуры материала, механическая обработка спеченных изделий.
60. Теория Я.И. Френкеля о вязком течении твердых фаз.
61. Теория Б.Я. Пинеса о диффузионном "залечивании" пор.
62. Диффузия в твердых телах и ползучесть кристаллических тел при высоких температурах.
63. Эффекты при спекании разнородных тел. Жидкофазное спекание.

4. Темы курсовых работ

1. Методы получения наночастиц твердых веществ.
2. Получение наночастиц методом механосинтеза, измельчения, применяемые механоактиваторы.
3. Особенности структурного состояния наночастиц ($d \leq 100$ нм).
4. Роль поверхности и поверхностного состояния атомов в наночастицах на поведение ансамбля частиц.

5. Размерные эффекты, проявляемые в изменении физических свойств наноструктурированных материалов.
6. Горячее прессование, горячее изостатическое прессование в технологии наноматериалов.
7. Исследование структуры объемных материалов с наноразмерными зернами твердой фазы.
8. Влияние дисперсности фазовых составляющих наноструктурированных материалов на физические свойства.
9. Влияние дисперсности фазовых составляющих наноструктурированных материалов на механические свойства.
10. Примеры использования наноструктурированных керамик в различных областях техники.
11. Термодинамические, физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне.
12. Методы исследования структуры наноструктурированных материалов.
13. Ричард Фейнман – основоположник наноауки. Нанотехнология Н. Танигучи.
14. Аллотропные формы углерода. Открытие фуллеренов. Нанотрубки. Методы получения и применение.
15. Методы измерения дисперсности нанопорошков.
16. Нанопорошки металлов и оксидов: получение и применение.
17. Методы получения и применение графена и алмазоидов.
18. Наноструктурные пленки и покрытия: виды и методы нанесения.
19. Наноконпозиты и нанопористые материалы.
20. Методы исследования наноматериалов. Физико-химические свойства наноматериалов.

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

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы), экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).