

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 26.09.2023 17:14:14
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» января 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ПРОЦЕССЫ МАССОПЕРЕНОСА В ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность программы магистратуры

Функциональные наноматериалы и покрытия для твёрдотельной электроники

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
Доцент		доцент Козлов В.В.

Рабочая программа дисциплины «Процессы массопереноса в технологии высокотемпературных материалов» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения

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

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	08
4.4.1. Семинары, практические занятия	08
4.5. Самостоятельная работа обучающихся	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
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	14
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации....	15

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-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>ОПК-1.2 Знание основ диффузионных процессов массопереноса, моделей кинетики процесса спекания высокотемпературных материалов</p>	<p>Знать: основы диффузионных процессов массопереноса при твёрдофазном и жидкофазном спекании высокотемпературных материалов (ЗН-1) Уметь: применять модели диффузионных процессов массопереноса для моделирования спекания высокотемпературных материалов (У-1) Владеть: методиками оценки и моделирования кинетики диффузионных процессов спекания высокотемпературных материалов (Н-1)</p>
<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-3.1 Знание методик моделирования тепловых потерь, температурных полей в высокотемпературных футеровках и изделиях в нестационарных условиях</p>	<p>Знать: основы процессов теплопереноса при эксплуатации высокотемпературных материалов, методику моделирования температурных полей в высокотемпературных футеровках и изделиях в нестационарных условиях (ЗН-2) Владеть: методикой моделирования тепловых потерь, температурных полей в высокотемпературных футеровках и изделиях в нестационарных условиях с применением специализированного ПО (Н-2)</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.О.06) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины: физика, общее материаловедение и технологии материалов, процессы и аппараты химической технологии. Полученные в процессе изучения дисциплины «Процессы массопереноса в технологии высокотемпературных 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
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
Контактная работа с преподавателем:	126
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия (в т.ч. на пр. подготовку)	72 (36)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	63
Форма текущего контроля	доклад
Форма промежуточной аттестации	Экзамен, КП / 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.	Диффузионные процессы массопереноса – общие закономерности, массоперенос при спекании высокотемпературных материалов.	15	36		12	ОПК-1
2.	Жидкофазное спекание высокотемпературных материалов.	6			26	ОПК-1
3.	Процессы теплопереноса при термообработке и эксплуатации высокотемпературных материалов и изделий.	15	36		25	ПК-3

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ОПК-1.2	Диффузионные процессы массопереноса – общие закономерности, массоперенос при спекании высокотемпературных материалов.
2.	ОПК-1.2	Жидкофазное спекание высокотемпературных материалов.
3.	ПК-3.1	Процессы теплопереноса при термообработке и эксплуатации высокотемпературных материалов и изделий.

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Диффузионные процессы массопереноса – общие закономерности, массоперенос при спекании высокотемпературных материалов. Общие закономерности диффузионных процессов, закон Фика, диффузия в газах жидкостях и в твёрдых материалах. Диффузия в кристаллах, самодиффузия объёмная и поверхностная, дефекты кристаллической решётки, их влияние на процессы диффузии и самодиффузии, критический размер пор. Механизмы массопереноса в твёрдофазном спекании высокотемпературных материалов. Стадии твёрдофазного спекания высокотемпературных материалов. Модели кинетики спекания высокотемпературных материалов. Движущая сила и способы интенсификации твёрдофазного спекания высокотемпературных материалов.	15	Дискуссия
2	Жидкофазное спекание высокотемпературных материалов. Механизм и стадии жидкофазного спекания высокотемпературных материалов, влияние технологических факторов.	6	Дискуссия
3	Процессы теплопереноса при термообработке и эксплуатации высокотемпературных материалов и изделий. Методики моделирования температурных полей в высокотемпературных материалах и изделиях при их термообработке и эксплуатации в условиях задач стационарной и нестационарной теплопроводности. Моделирование температурных полей и тепловых потерь через многослойные огнеупорные футеровки высокотемпературных промышленных агрегатов.	15	Дискуссия

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т.ч. на пр. подготовку, часы	Инновационная форма
1	<p>Диффузионные процессы массопереноса – общие закономерности, массоперенос при спекании высокотемпературных материалов.</p> <p>Расчёт кинетики (динамики изменения пористости и линейной усадки) твёрдофазного спекания высокотемпературных материалов.</p>	18	18	Мастер-класс
3	<p>Процессы теплопереноса при термообработке и эксплуатации высокотемпературных материалов и изделий.</p> <p>Моделирование температурных полей в высокотемпературных изделиях (в нестационарных условиях) в процессе их термообработки по заданному режиму – разогрев и выдержка при максимальной температуре, с применением специализированного ПО.</p> <p>Моделирование температурных полей и тепловых потерь через многослойные огнеупорные футеровки в условиях задачи стационарной теплопроводности.</p>	18	18	Мастер-класс

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Диффузионные процессы массопереноса – общие закономерности, массоперенос при спекании высокотемпературных материалов. Спекание оксидных высокотемпературных материалов, огнеупорных карбидов, нитридов, боридов и силицидов.	12	доклад
2	Жидкофазное спекание высокотемпературных материалов. Применение спекающих добавок, формирующих жидкую фазу (в том числе эвтектического состава), в технологии высокотемпературных материалов. Влияние параметров жидкой фазы (расплава) на спекание огнеупорных материалов.	26	доклад
3	Процессы теплопереноса при термообработке и эксплуатации высокотемпературных материалов и изделий. Теплопроводность, температуропроводность, теплоёмкость огнеупорных материалов. Влияние пористости на теплопроводность высокотемпературных материалов, модели оценки коэффициента теплопроводности многофазных высокотемпературных материалов. Изменение коэффициента теплопроводности в процессе эксплуатации высокотемпературных материалов.	25	доклад

4.5.1 Темы докладов

1. Теплоёмкость и тепловое расширение материалов.
2. Методы экспериментального определения теплопроводности огнеупорных материалов.
3. Влияние температуры на теплопроводность пористых огнеупорных материалов, изменение эффективности высокотемпературной теплоизоляции с ростом температуры.
4. Спекание материалов на основе SiC на нитридной связке.
5. Спекание материалов на основе SiC на глинистой связке.
6. Спекание самосвязанного материала на основе SiC.
7. Влияние пористости на коэффициент теплопроводности высокотемпературных материалов.
8. Обжиг динасовых огнеупоров, жидкофазное спекание.
9. Влияние фракционного состава шихты на формование и спекание высокотемпературных материалов.
10. Старение огнеупорных материалов, изменение свойств в процессе высокотемпературной эксплуатации.

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.technology.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена и защиты курсового проекта.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется двумя теоретическими вопросами из разных разделов дисциплины (для проверки знаний), время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта заданий на экзамене:

Вариант № 1

1. Диффузия в кристаллах с дефектами, критический размер пор.
2. Стадии твердофазного спекания.

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. Кашеев, И.Д. Химическая технология огнеупоров: учебное пособие для студентов вузов / И.Д. Кашеев, К.К. Стрелов, П.С. Мамыкин – Москва : Интермет Инжиниринг, 2007. – 747 с. ISBN 978-5-89594-146-1

2. Суворов С.А. Технология огнеупоров [Текст]: учебное пособие / С.А. Суворов, Т.М. Сараева, В.В. Козлов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии высокотемпературных материалов. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2012. – 149 с.

3. 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.

4. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учебное пособие для вузов / А.П. Зубехин, С.П. Голованова, Е.А. Яценко [и др.]. – Москва: Картэк, 2010 – 307 с. ISBN 978-5-9901582-2-1

5. Пантелеев, И. Б. Теоретические основы технологии керамики [Текст]: учебное пособие / И. Б. Пантелеев, Л. В. Козловский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический

институт (технический университет), Кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 114 с.

б) электронные издания:

1. Орданьян, С.С. Проектирование состава, структуры и свойств керамических конструкционных наноматериалов: учебное пособие / С.С. Орданьян, А.Е. Кравчик; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 84 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 19.01.2021). - 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;

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

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Процессы массопереноса в технологии высокотемпературных материалов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические 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.

СТО СПбГТИ 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

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;
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- OpenOffice,
- Python.

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://worldddofaut.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 проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами.

Для проведения мастер классов и демонстрации практической исследовательской работы используется следующее оборудование:

1. Анализатор размера частиц;
2. Дилатометр кварцевый ДКВ-4,
3. Гидравлические пресса с усилием 10 и 50 т.;

4. Установка для определения модуля Юнга, коэффициента Пуассона и скорости распространения звука в материале «Звук-130»;
5. Весы электронные аналитические, электронные технические;
6. Весы механические;
7. Лабораторные печи с карбидкремниевыми и дисилицидмолибденовыми нагревателями с рабочей температурой до 1600⁰С;
8. Сушильные шкафы;
9. Установка для определения температуры начала деформации под нагрузкой;
10. Установка вакуумирования;
11. Лабораторная посуда: колбы, мерные цилиндры, чаши, тигли.

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 «Процессы массопереноса в технологии высокотемпературных
материалов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	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-1.2 Знание основ диффузионных процессов массопереноса, моделей кинетики процесса спекания высокотемпературных материалов.	Объясняет основы диффузионных процессов массопереноса при твёрдофазном и жидкофазном спекании высокотемпературных материалов (ЗН-1)	Ответы на вопросы №1 - 16 к экзамену	Имеет представление о природе процессов массопереноса при спекании высокотемпературных материалов.	Правильно рассказывает о диффузионных процессах массопереноса при твёрдофазном и жидкофазном спекании высокотемпературных материалов.	Перечисляет механизмы массопереноса при твёрдофазном и жидкофазном спекании высокотемпературных материалов, приводит примеры диффузионных механизмов спекания.
	Демонстрирует применение моделей диффузионных процессов массопереноса для моделирования спекания высокотемпературных материалов (У-1)	Ответы на вопрос №18 к экзамену	Имеет представление о моделировании диффузионного спекания высокотемпературных материалов.	Перечисляет модели диффузионного спекания высокотемпературных материалов с указанием механизмов массопереноса.	Анализирует письменно формулы моделей диффузионного спекания высокотемпературных материалов с указанием механизмов массопереноса.
	Демонстрирует владение методиками оценки и моделирования кинетики диффузионных процессов спекания высокотемпературных	Ответы на вопрос №17 к экзамену	Имеет представление о макрокинетике диффузионного спекания порошков.	Демонстрирует формулы кинетики изменения макропоказателей спекания	Решает задачи кинетики изменения макропоказателей спекания (пористость, усадка)

	материалов (Н-1)			(пористость, усадка) высокотемпературных материалов.	высокотемпературных материалов, приводит примеры спекания высокотемпературных материалов.
ПК-3.1 Знание методик моделирования тепловых потерь, температурных полей в высокотемпературных футеровках и изделиях в нестационарных условиях	Объясняет основы процессов теплопереноса при эксплуатации высокотемпературных материалов, методику моделирования температурных полей в высокотемпературных футеровках и изделиях в нестационарных условиях (ЗН-2)	Ответы на вопросы №19-23 к экзамену Курсовой проект	Имеет представление о процессах теплопереноса при обжиге и эксплуатации огнеупорных изделий, материалов и футеровок.	Перечисляет основные принципы и механизмы переноса тепла при обжиге и эксплуатации огнеупорных изделий, материалов и футеровок.	Записывает формулы для выполнения расчёта температурных полей и тепловых потерь в высокотемпературных футеровках и изделиях в нестационарных условиях.
	Демонстрирует владение методикой моделирования тепловых потерь, температурных полей в высокотемпературных футеровках и изделиях в нестационарных условиях с применением специализированного ПО (Н-2)	Ответы на вопросы №24-26 к экзамену Курсовой проект	Имеет представление о моделировании тепловых потерь в условиях стационарной и нестационарной задач теплопроводности.	Демонстрирует моделирование температурных полей и тепловых потерь в условиях стационарной и нестационарной задач теплопроводности с помощью специализированного ПО.	Выполняет задания по моделированию температурных полей и тепловых потерь в условиях стационарной и нестационарной задач теплопроводности с помощью специализированного ПО, демонстрирует понимание основ математического моделирования.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и защиты курсового проекта. Шкала оценивания – «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

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

1. Общие закономерности диффузионных процессов, закон Фика.
2. Внешняя и внутренняя диффузия, критерий Био.
3. Коэффициент диффузии в твердых веществах, жидкостях и газах.
4. Виды дефектов в кристаллах, их влияние на коэффициент самодиффузии.
5. Влияние формы поверхности кристалла на концентрацию вакансий.
6. Самодиффузия, влияние температуры на коэффициент самодиффузии.
7. Поверхностная диффузия, эффект Ребиндера.
8. Диффузия в кристаллах с дефектами, критический размер пор.
9. Жидкофазное и твердофазное спекание керамических материалов.
10. Механизмы массопереноса твердофазного спекания.
11. Объемная самодиффузия.
12. Поверхностная диффузия.
13. Вязкое течение при спекании.
14. Стадии твердофазного спекания.
15. Движущая сила процесса спекания.
16. Способы интенсификации диффузионного спекания.
17. Макрокинетика диффузионного спекания порошков, скорость изменения объема (объемная усадка).
18. Модели диффузионного спекания высокотемпературных материалов.

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

19. Механические свойства спеченных материалов, теория Гриффитса, зависимость механической прочности от пористости.
20. Термические напряжения первого рода.
21. Теплоперенос, сравнение закона Фика и закона Фурье.
22. Механизмы переноса тепла.
23. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности.
24. Граничные условия в задачах теплопроводности.
25. Моделирование тепловых потерь через плоскую многослойную стенку (футеровку).
26. Метод конечных элементов в моделировании температурного поля.

6. Темы курсовых проектов:

1. Расчёт тепловых потерь через огнеупорную футеровку вращающейся печи обжига магнезита.
2. Расчёт тепловых потерь через огнеупорную футеровку вращающейся печи обжига известняка.
3. Расчёт тепловых потерь через огнеупорную футеровку вращающейся печи обжига портландцементного клинкера.
4. Расчёт тепловых потерь через огнеупорную футеровку сталеразливочного ковша.
5. Расчёт тепловых потерь через огнеупорную футеровку туннельной печи обжига керамических изделий.

6. Расчёт температурного поля, формирующегося в объёме изделия, при обжиге шамотного тигля для плавки силикатных стёкол.
7. Расчёт температурного поля, формирующегося в объёме изделия, при обжиге периклазового вкладыша шибера затвора.

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.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена.

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