

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:48:44  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТУГОПЛАВКИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ**  
**И СИЛИКАТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность образовательной программы

**Химическая технология неорганических веществ**

Профессиональный модуль

**Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		доцент И.Н. Медведева М.Е. Воронков

Рабочая программа дисциплины «Перспективные тугоплавкие неметаллические и силикатные материалы» обсуждена на заседании кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов  
протокол от 06 марта 2018 № 3

Заведующий кафедрой

И.Б. Пантелеев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов  
протокол от 15 марта 2018 № 6

Председатель

С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология» (неорганических веществ)		профессор А.А. Малыгин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
ПК-4 .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.3. Занятия семинарского типа .....	7
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	7
4.3.2. Лабораторные занятия .....	8
4.3. Самостоятельная работа обучающихся.....	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	9
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	9
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	12
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13

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

Для получения планируемых результатов освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся в соответствии с ФГОС ВО по направлению «Химическая технология» (18.03.01) (Утв. Приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 № 1005) должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-4</b>	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технологию изделий керамики на основе природного сырья: стеновой и строительной керамики, хозяйственного, художественного и электро-технического фарфора, фаянса;</li> <li>– технологию огнеупоров, перспективы развития технологии и применения высоко-температурных материалов;</li> <li>– основные группы передовых огнеупорных и керамических материалов, их назначение, применение и главные свойства;</li> <li>– формирование фазового состава огнеупорных и керамических и влияние его на эксплуатационные свойства готовой продукции.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– установить требования к технологическим процессам с точки зрения снижения материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости для обеспечения применения малоотходных технологий;</li> <li>– оценивать перспективу использования высокотемпературного материала.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современной методикой оценки качества готовой продукции.</li> </ul>
<b>ПК-8</b>	готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	<p><b>Знать:</b></p> <p>основные проектные решения современных заводов для производства продуктов и изделий строительной, стекольной, керамической, огнеупорной промышленности</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>оценивать, анализировать и интерпретировать сведения о новых видах оборудования и технологических процессов</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<b>Владеть:</b> навыками выбора различных видов оборудования для решения конкретных производственных задач

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к профессиональному модулю по выбору Б1.В.ДВ.01.02 «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов», является обязательной (Б1.В.ДВ.01.02.09) и изучается на 5 курсе (1, 2 сессия).

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении курсов «Общая и неорганическая химия», «Научные принципы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов», «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов», «Методы исследования тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

Компетенции, приобретенные в результате освоения дисциплины, будут использованы при выполнении и защите выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц / академических часов)	<b>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>14</b>
занятия лекционного типа	6
занятия семинарского типа, в т.ч.	8
семинары, практические занятия	6
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР)	2
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа,</b> из них курсовая работа	<b>126</b>
<b>Формы текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр 2
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КР, зачет (4)</b>

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Общая характеристика силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.	1	-	-	20	ПК-4, ПК-8
2	Химическая связь в ТНиСМ.	1	-	-	20	ПК-4, ПК-8
3.	Структура и свойства ТНиСМ	2	2	-	-	ПК-4, ПК-8
4.	Методы исследования ТНиСМ	2	-	-	10	ПК-4, ПК-8
5.	Физико-химические основы технологии ТНиСМ	-	2	-	20	ПК-4, ПК-8
6.	Основные закономерности процессов технологии ТНиСМ	-	2	-	10	ПК-4, ПК-8
7	Механические и тепловые процессы в технологии ТНиСМ	-	2	-	20	ПК-4, ПК-8
8	Физико-химические основы процессов спекания при участии ТНиСМ	-	-	-	-	ПК-4, ПК-8
9.	Технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Новые процессы получения ТНиСМ	-	-	-	26	ПК-4, ПК-8

### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Общая характеристика силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Место и роль силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (ТНиСМ) в экономике и научно-техническом прогрессе.	1	Слайд-презентации
2	Химическая связь в кристаллах. Правила построения ионных кристаллов. Структура тугоплавких простых и сложных оксидов, углерода, карбидов, нитридов и других бинарных соединений. Нестехиометрические твердые тела. Переходы порядок – беспорядок. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы..	1	Слайд-презентации

3	Структура кристаллов и кристаллическая решетка. Симметрия кристаллов, трансляционные решетки Бравэ, пространственные группы симметрии. Основы кристаллохимии: простейшие кристаллические структуры, плотнейшие упаковки, атомные и ионные радиусы, координационные числа. Дефекты кристаллической решетки. Типы дефектов. Дефекты по Шоттки и Френкелю. Дислокации. Влияние дефектов на свойства кристаллических тел.	2	Слайд-презентации
4	Теоретические основы, сущность, возможности, погрешности, аппаратное оформление важнейших методов исследования структуры и свойств ТНиСМ. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Спектроскопические методы (ИК-спектроскопия, флуоресцентный рентгеноспектральный анализ, рентгеноспектральное микрозондирование). Калориметрический анализ, дифференциальный термический и термогравиметрический анализ. Световая микроскопия, петрографический анализ, электронная микроскопия, растровая электронная микроскопия..	2	Слайд-презентации Слайд-презентации

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Особенности структуры силикатных расплавов. Степень ассоциации структурных элементов в силикатных расплавах. Стеклообразное состояние, строение и свойства стекол. Свойства силикатных стекол. Структура силикатных стекол.	1	
3	Коллоидно-дисперсное состояние вещества, поверхностные явления. Механизмы агломерации. Коагуляционные, конденсационные и кристаллизационные структуры.	1	
5	Правила определения последовательности фазовых преобразований при изменении температуры по диаграмме состояния. Графические и аналитические методы расчета количественных соотношений фаз в гетерогенных системах.	2	
6	Определение свойств веществ и термодинамических параметров реакций в системах ТНиСМ. Компьютерные базы термодинамических данных.	2	
7	Составление и контроль однородности сырьевых смесей. Технологические свойства и характеристики сырьевых смесей (полусухих масс, суспензий, шликеров, шламов, паст).	1	
7	Параметры и режимы сушки, основы расчета оптимальных режимов, способы управления процессом сушки. Современные методы сушки. Сушильные агрегаты: типы, методы расчета.	1	

### 4.3.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основные исторические этапы развития технологии керамики, стекла и вяжущих веществ	20	Контрольная работа №1
2	Теплофизические, электрофизические и магнитные свойства ТНиСМ. Влияние на них состава, природы химической связи, кристаллической структуры и текстуры материала.	10	Контрольная работа №1
2	Термические напряжения: причины возникновения и виды. Устойчивость материалов к воздействию термических напряжений. Теории термостойкости. Способы повышения работоспособности ТНиСМ. Статическая усталость. Вязкое течение. Ползучесть	10	Контрольная работа №1
4	Новые направления в методах исследования ТНиСМ. Ядерный магнитный резонанс. Применение преобразований Фурье для повышения чувствительности и производительности физических методов исследования. Применение метода Ритвельда в количественном рентгенофазовом анализе.	10	Контрольная работа №1
5	Физико-химическая сущность процессов гидратации и твердения вяжущих материалов. Гидратированные силикаты, алюминаты и ферриты кальция.	10	Контрольная работа №1
5	Режимы и условия получения гомогенных расплавов в технологии стекла и ситаллов; условия теплообмена на различных стадиях получения стекломассы. Способы и процессы получения оксидных расплавов.	10	Контрольная работа №1
6	Общие понятия о термодинамике необратимых процессов при диффузионном массопереносе.	10	Контрольная работа №2
7	Новые методы измельчения. Особенности получения высокодисперсных и нанопорошков.	10	Контрольная работа №2
7	Основное технологическое оборудование. Принципы действия, конструктивные особенности. Критерии выбора. Методы оценочного расчета производительности.	10	Контрольная работа №2
9	Вовлечение крупнотоннажных минеральных отходов промышленности в современные технологии производства ТНиСМ в решении глобальных экологических проблем	13	Контрольная работа №2

9	Долговечность ТНиСМ, их устойчивость к воздействию твердых, жидких и газообразных агрессивных сред, влаги, высоких и низких температур.	13	Контроль ная работа №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**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («зачтено») освоения предусмотренных элементов компетенций. Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета в устной форме. Зачет предусматривает проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Пример варианта вопросов на зачете:

1. Гидросиликаты магнезия – тальк и асбест. Структура, свойства, техническое значение.
2. Образование минералов портландцементного клинкера в процессе спекания (клинкерообразования). Последовательность физико-химических превращений при клинкерообразования

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

#### **а) основная литература:**

1. Брыков, А. С. Физико-химические методы управления структурой и свойствами цементного камня: учебное пособие / А.С. Брыков. – СПбГТИ(ТУ), 2014. – 31 с. (+ЭБ)
2. Брыков, А.С. Сульфатная коррозия портландцементных бетонов: учебное пособие / А.С. Брыков. – СПбГТИ(ТУ), 2014. – 28 с. (+ЭБ)
3. Брыков, А.С. Карбонизация и хлоридная коррозия портландцементных бетонов: учебное пособие / А.С. Брыков. – СПбГТИ(ТУ), 2016. – 33 с. (+ЭБ)
4. Брыков, А.С. Процессы химической коррозии в портландцементных бетонах: учебное пособие / А.С. Брыков. – СПбГТИ(ТУ), 2016. – 200 с.
5. Введение в нанотехнологию: учебник / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. – СПб. : Лань, 2012. – 457 с.
6. Жабрев, В.А. Расчет свойств силикатных стекол. Учебное пособие / В.А. Жабрев, С.В. Чуппина. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 80 с. (ЭБ)
7. Козлов, В.В. Методы синтеза нанопорошков и наноструктур. Методические указания / В.В. Козлов. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 20 с. (ЭБ)
8. Основы нанотехнологии: учебник / Н.Т. Кузнецов, В.Н. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 397 с.

9. 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)
10. Орданьян, С.С. Теоретические основы управляемого спекания наноструктурных материалов : учебное пособие / С.С. Орданьян, И.Б. Пантелеев. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 33 с. (ЭБ)
11. Орданьян, С.С. Технология наноструктурированных керамических материалов. Новые керамические инструментальные материалы : учебное пособие / С.С. Орданьян, И.Б. Пантелеев. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 86 с. (ЭБ)
12. Пантелеев, И. Б. Теоретические основы технологии керамики [Текст]: учебное пособие / И. Б. Пантелеев, Л. В. Козловский – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 114 с. (+ЭБ)
13. Пантелеев, И. Б. Химическая технология тонкой и строительной керамики: учебное пособие / И. Б. Пантелеев. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 104 с. (+ЭБ)
14. Суворов С.А. Технология огнеупоров [Текст]: учебное пособие / С.А. Суворов, Т.М. Сараева, В.В. Козлов – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 150 с.
15. 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)
16. Суворов, С.А. Расчетные методы определения фазового состава высокотемпературных систем. Учебное пособие / С.А. Суворов, В.Н. Фищев, Н.В. Арбузова. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 37 с. (ЭБ)
17. Суворов, С.А. Термические нагрузки и термостойкость высокотемпературных материалов. Учебное пособие / С.А. Суворов, В.Н. Фищев, В.В. Козлов. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 40 с. (ЭБ)

**б) дополнительная литература:**

1. Абдрахимов, В.З. Теоретические и технологические аспекты использования техногенного сырья в производстве теплоизоляционных материалов: Монография / В.З. Абдрахимов, Д. Ю. Денисов. – Самара, 2010. – 69 с.
2. Брыков, А.С. Химия силикатных и кремнеземсодержащих вяжущих материалов: учебное пособие / А.С. Брыков. – СПбГТИ(ТУ), 2011. – 144 с.
3. Гулоян, Ю.А. Физико-химические основы технологии стекла / Ю.А. Гулоян – Владимир: Гранзит-Икс, 2008. – 736 с.
4. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учеб. пособие для вузов / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. – М.: Физматлит, 2010. – 452 с.
5. Кашеев, И.Д., Химическая технология огнеупоров: учебное пособие для студентов вузов/ И.Д. Кашеев, К.К. Стрелов, П.С. Мамыкин – М.: Интернет Инжиниринг, 2007 – 747 с.
6. Колобкова, Е.В. Оптическое волокно: Физико-химические основы метода модифицированного химического парофазного осаждения / Е.В. Колобкова: СПбГТИ(ТУ) – СПб: СПбГТИ(ТУ), 2008 – 36 с. (+ЭБ)
7. Колобкова, Е.В. Инфракрасная спектроскопия стекол/ Е.В. Колобкова СПбГТИ(ТУ) – СПб: СПбГТИ(ТУ), 2008 – 18 с.
8. Колобкова, Е.В. Пеностекло / Е.В. Колобкова: СПбГТИ(ТУ) – СПб: СПбГТИ(ТУ), 2010 – 66 с. (+ЭБ)
9. Матухин, В. Л. Физика твердого тела: учеб. пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. – СПб; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 218 с.
10. Медведева, И.Н. Гармонизованные с европейскими нормами стандарты на цементы : учеб. Пособие // И.Н. Медведева, В.И. Корнеев, Е.Ю. Алешунина. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 35 с. (+ЭБ)
11. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов : учеб. пособие для вузов / А. П. Зубехин [и др.]. – М.: Картэк, 2010. –307 с.

12. Стандартные методы исследования огнеупоров : учебное пособие / С.А. Суворов, Т.М. Сараева, И.А. Туркин и др., СПбГТИ(ТУ) – СПб.: 2008 – 76 с. (+ЭБ)
13. Суворов, С.А. Научные принципы технологии огнеупоров : учебное пособие / С.А. Суворов, В.В. Козлов, СПбГТИ(ТУ) – СПб.: 2009 – 177с. (+ЭБ)
14. Суздаев, И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов/ И.П. Суздаев. – Изд 2-е испр. – М.: Книжный дом «ЛИБРОМ», 2009. – 592с. (Синергетика: от прошлого к будущему).
15. Штарк, Й. Цемент и известь/ Й. Штарк, Б. Вихт.– Киев, 2008.–469 с.
16. Журнал “Огнеупоры и техническая керамика”.
17. Журнал “Новые огнеупоры”.
18. Журнал «Стекло и керамика».
19. Журнал «Физика и химия стекла».

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

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - [media.technolog.edu.ru](http://media.technolog.edu.ru)
2. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
3. ЭБ «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>
4. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет

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

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

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 026-2016. Положение о бакалавриате./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2016.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 38 с.
2. СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;
3. СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2014.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 16 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.

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой обучающихся с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины. Планирование времени для изучения дисциплины необходимо осуществлять на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Для расширения и углубления знаний по учебной дисциплине необходимо активно использовать информационные ресурсы сети Интернет.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета в устной форме. Зачет предусматривает проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

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

### **10.1. Информационные технологии**

Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, видеоматериалов, виртуальных лабораторий и баз данных.

### **10.2. Программное обеспечение**

Представление лекционного материала:

ОС семейства Microsoft Windows версией не ранее MS Windows XP SP3 или открытые операционные системы;

Пакет программ Microsoft Office или аналогичный по функциональности, включающий текстовый и табличный процессор, программу подготовки и показа презентаций;

### **10.3. Информационные справочные системы**

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>)

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Реализация программы учебной дисциплины в рамках лекционных и практических занятий не предполагает наличия специализированного учебного кабинета при условии соответствия существующих учебных кабинетов санитарным нормам, а его оборудования – изложенным ниже требованиям:

1. Учебная аудитория на 25 и более мест
2. Стационарный или переносной персональный компьютер
3. Мультимедиа-проектор
4. Стационарный или переносной проекционный экран
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине

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

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допущенные по медицинским показаниям к обучению по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, изучают дисциплину в полном объеме. Учебный процесс осуществляется в соответствии с «Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ФГБОУ ВПО СПбГИ(ТУ)», утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации  
по дисциплине  
«Технологическое оборудование в производстве специальных тугоплавких  
неметаллических и силикатных материалов»**

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

<b>Компетенция</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-4</b>	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	промежуточный
<b>ПК-8</b>	готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает основные виды ТНиСМ, их значение в экономике и научно-техническом прогрессе	Правильные ответы на вопросы №1-3 к зачету	ПК-4 ПК-8
Освоение раздела №2	Имеет представление о строении ионных кристаллов, структуре тугоплавких простых и сложных оксидов, углерода, карбидов, нитридов и других бинарных соединений.	Правильные ответы на вопросы №4-9 к зачету	ПК-4 ПК-8
Освоение раздела № 3	Знает основы кристаллохимии, имеет представление о дефектах кристаллической структуры, влиянии дефектов на свойства кристаллических тел.	Правильные ответы на вопросы №10-23 к зачету	ПК-4 ПК-8
Освоение раздела №4	имеет общие представления о физико-химических методах анализа ТНиСМ, знаком с их классификацией, физическими принципами	Правильный ответ на вопрос №24 к зачету	ПК-4

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Способен применить нужные физико-химические методы в исследовании ТНиСМ и корректно интерпретировать полученные результаты	Правильные ответы на вопросы №25-30 к зачету	ПК-8
Освоение раздела № 5	знает учение о фазовых равновесиях и фазовые диаграммы состояния однокомпонентных и многокомпонентных систем; знает законы термодинамики и принципы термохимии; силикатов	Правильные ответы на вопросы № 31,32,35 к зачету	ПК-4
	Умеет использовать фазовые диаграммы в расчетах технологических процессов с участием ТНиСМ; оценить тепловые эффекты превращений	Правильные ответы на вопросы №33,34,36-39 к зачету	ПК-8
Освоение раздела № 6	Имеет представление об основных закономерностях формирования фазового состава ТНиСМ; механизмах и кинетике твердофазных реакций.	Правильные ответы на вопросы №43-45,47 к зачету	ПК-4
	Умеет выполнить термодинамический расчет для химических процессов с участием ТНиСМ;	Правильный ответ на вопрос №46 к зачету	ПК-8
Освоение раздела № 7	Имеет представление о стадиях подготовки сырьевых материалов, основных способах формования изделий, процессах сушки, тепло- и массообмена.	Правильные ответы на вопросы №48-50 к зачету	ПК-4
	Способен подобрать параметры и режимы сушки, выполнить расчет оптимальных режимов	Правильные ответы на вопросы №51 к зачету	ПК-8
Освоение раздела № 8	–понимает сущность физико-химических процессов, происходящих в смесях оксидов и бескислородных соединений при различных температурах, процессы спекания	Правильные ответы на вопросы №52-56 к зачету	ПК-4 ПК-8

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 9	умеет обосновать выбор исходных материалов и параметры технологии синтеза перспективных ТНиСМ, владеет основами высокотемпературных технологий их производства.	Правильные ответы на вопросы №57,58 к зачету	ПК-4 ПК-8

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-4:**

1. Общая характеристика ТНиСМ, их место и роль в экономике и научно-техническом прогрессе.
2. Роль отечественных ученых и научных школ в создании и развитии материаловедения и научных основ технологии ТНиСМ.
3. Классификации ТНиСМ: по химической природе, по структуре слагающих фаз, по особенностям технологии, строению, функциональному назначению, по размерным параметрам.
4. Химическая связь в кристаллах. Правила построения ионных кристаллов.
5. Структура тугоплавких простых и сложных оксидов, углерода, карбидов, нитридов и других бинарных соединений.
6. Особенности структуры кристаллических силикатов. Кремнекислородные мотивы в структурах силикатов. Структура силикатов с крупными катионами.
7. Явления полиморфизма и изоморфизма в ТНиСМ. Изоморфные замещения в силикатах.
8. Нестехиометрические твердые тела. Переходы порядок – беспорядок.
9. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы.
10. Структура и свойства ТНиСМ. Структура кристаллов и кристаллическая решетка. Симметрия кристаллов, трансляционные решетки Бравэ, пространственные группы симметрии.
11. Основы кристаллохимии: простейшие кристаллические структуры, плотнейшие упаковки, атомные и ионные радиусы, координационные числа.
12. Дефекты кристаллической решетки. Типы дефектов. Дефекты по Шоттки и Френкелю. Дислокации. Влияние дефектов на свойства кристаллических тел. Квазихимические реакции взаимодействия дефектов.
13. Твердые растворы: типы твердых растворов, условия образования и термодинамической стабильности. Эффект Френкеля-Киркендала. Твердые растворы в силикатах.
14. Теории строения жидкостей. Особенности структуры силикатных расплавов. Степень ассоциации структурных элементов в силикатных расплавах. Структура силикатных стекол.
15. Коллоидно-дисперсное состояние вещества, поверхностные явления.

16. Механизмы агломерации. Коагуляционные, конденсационные и кристаллизационные структуры. Поверхностно-активные вещества.
17. Механические и упругие свойства кристаллических и стеклообразных тел. Пластическая и упругая деформация.
18. Хрупкое разрушение: основные теории, стадии, механизмы. Коэффициент интенсивности напряжений.
19. Термические напряжения: причины возникновения и виды. Устойчивость материалов к воздействию термических напряжений. Теории термостойкости.
20. Способы повышения работоспособности при разрушении ТНиСМ. Статическая усталость. Вязкое течение. Крип.
21. Влияние микроструктуры и текстуры материалов на их разрушение.
22. Стеклообразное состояние, строение и свойства стекол. Свойства силикатных стекол.
23. Химические свойства ТНиСМ, их устойчивость к воздействию твердых, жидких и газообразных реагентов различной химической природы.
24. Методы исследования ТНиСМ. Теоретические основы, сущность, возможности, погрешности, аппаратное оформление важнейших методов исследования структуры и свойств ТНиСМ.
25. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ.
26. Спектроскопические методы (ИК-спектроскопия, флуоресцентный рентгеноспектральный анализ, рентгеноспектральное микрозондирование).
27. Электронный парамагнитный и ядерный магнитный резонанс.
28. Калориметрический анализ, дифференциальный термический и термогравиметрический анализ.
29. Световая микроскопия, петрографический анализ, электронная микроскопия, растровая электронная микроскопия.

**а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-8:**

30. Определение плотности, вязкости, поверхностного натяжения, микротвердости, а также упругих, прочностных, электрических, магнитных, технических и технологических свойств ТНиСМ.
31. Правило фаз и его значение.
32. Методы построения диаграмм состояния. Основные типы одно-, двух- и трехкомпонентных диаграмм состояния.
33. Правила определения последовательности фазовых преобразований при изменении температуры по диаграмме состояния.
34. Графические и аналитические методы расчета количественных соотношений фаз в гетерогенных системах. Особенности силикатных систем с точки зрения достижения равновесных состояний.
35. Общие понятия о геометрических основах диаграмм состояния четырехкомпонентных систем.
36. Диаграммы состояния важнейших силикатных, алюмосиликатных, фосфатных и других систем; характеристика фаз, образующихся в этих системах.
37. Закон Гесса и его применение для определения тепловых эффектов образования соединений, взаимодействия, плавления и кристаллизации, растворения, гидратации, полиморфных превращений в системах ТНиСМ.
38. Определение свойств веществ и термодинамических параметров реакций в системах ТНиСМ.
39. Компьютерные базы термодинамических данных. Энергия кристаллической решетки ТНиСМ.
40. Поведение сырьевых материалов при нагревании.

41. Физико-химическая сущность процессов гидратации и твердения вяжущих материалов.
42. Гидратированные силикаты, алюминаты и ферриты кальция. Водорастворимые силикаты и фосфатные вяжущие.
43. Основные закономерности формирования фазового состава ТНиСМ.
44. Установление термодинамической вероятности протекания процессов и последовательности фазовых преобразований в системах ТНиСМ.
45. Механизмы и кинетика твердофазных реакций.
46. Термодинамические условия достижения равновесия при твердофазных реакциях.
47. Общие понятия о термодинамике необратимых процессов при диффузионном массопереносе.
- 48 Физико-механическая подготовка сырьевых материалов.
49. Основные способы формования изделий в технологии ТНиСМ. Важнейшие технологические характеристики процессов формования и способы управления ими.
- 50 Процессы сушки в технологии ТНиСМ. Процессы тепло- и массообмена, протекающие при сушке.
- 51 Параметры и режимы сушки, основы расчета оптимальных режимов, способы управления процессом сушки
52. Процессы спекания, их классификация, стадии спекания.
- 53 Сущность, признаки, движущая сила, механизмы, кинетика процессов спекания и рекристаллизации.
- 54 Активированное спекание, физические основы.
- 55 Кристаллизация расплавов. Кинетика и механизмы образования центров кристаллизации и роста кристаллов.
56. Вязкость, поверхностное натяжение и смачивающая способность силикатных расплавов, влияние на них температуры и состава.
- 57 Общие принципы построения технологий ТНиСМ: научная обоснованность выбора исходных материалов, технологических операций и их параметров.
58. Основные принципы системного проектирования ТНиСМ и их технологий.

### **3.2 Типовые задания для выполнения контрольных работ**

1. Теория строения стекла (гипотеза Лебедева, теория Захариассена).
2. Химическая и физическая природа стекла.
3. Два определения стеклообразного состояния. Теория микронеоднородного строения стекла.
4. Оптические свойства стекол.
5. Химическая стойкость стекол.
6. Физические свойства стекол (ДТА стекол, КЛТР, электрические свойства стекол, вязкость).
7. Основные виды сырьевых материалов, вспомогательные сырьевые материалы. Подготовка шихты.
8. Стадии стекловарения. Силикатообразование. Стеклообразование.
9. Стадии стекловарения. Гомогенизация. Осветление. Отжиг.
10. Физико-химические основы формования.
11. Виды формования (виды выдувания, методы изготовления плоской ленты и трубок).
12. Метод получения полированного стекла.
13. Изготовление узкогорлой тары.
14. Классификация стекол.
15. Понятия: керамика и керамическая технология.
16. Классификация природного и техногенного сырья для производства керамики.
17. Состав и структура глин.

18. Генезис глин и каолинов.
19. Влияние оксидов титана и железа на качество керамики.
20. Природа процесса набухания глин и расклинивающего действия воды.
21. Способы обогащения каолинов.
22. Отношение каолинита к нагреванию.
23. Кварцсодержащее сырье в производстве керамики. Отношение к нагреванию. Назначение. Подготовка перед составлением керамических масс.
24. Полевошпатовое сырье. Роль полевых шпатов и пегматитов в технологии фарфора.
25. Заменители полевошпатового сырья в производстве керамики.
26. Сушка. Параметры сушки и их влияние на сушильный процесс. Природа воздушной усадки сырца при сушке. Регулирование скорости внутренней и внешней миграции воды.
27. Классификация способов формования заготовок керамических деталей.
28. Назначение и цель обжига керамики.
29. Основные положения теории спекания керамики с участием жидкой (стекловидной) фазы.
30. Физико-химические основы твердофазного спекания.
31. Назначение I, II и III обжигов фарфора.
32. Сырьевые ресурсы огнеупорной промышленности. Природное сырье. Основные месторождения. Виды и запасы природного сырья для производства огнеупоров. Техногенное сырье: синтетические материалы, промышленные отходы.
33. Шамотные массы для полусухого прессования, порядок смешивания компонентов. Влияние вида изделий на параметры формования и выбор прессового оборудования.
34. Приготовление шихты и масс для полусухого прессования муллитокорундовых изделий. Параметры формования сырца и обжиг изделий.
35. Пластическое формование сырца шамотных изделий. Виды брака сырца, методы предупреждения и устранения. Особенности режимов сушки сырца.
36. Технология изготовления высокоглиноземистого шамота из природного и техногенного сырья.
37. Назначение и технические свойства шамотных и полукислых огнеупоров. Технические требования.
38. Многошамотная технология производства алюмосиликатных изделий.
39. Получение магнезиально-известковых клинкеров, технические требования к ним. Способы предотвращения гидратации порошков.
40. Влияние технологических параметров на свойства динасовых огнеупоров. Контроль производства. Технические требования.
41. Составы масс для производства периклазошпинельных огнеупоров. Технологические схемы производства. Параметры операций. Структура и фазовый состав.
42. Рецептура и приготовление формовочных масс динасового сырца. Параметры формования. Режим сушки. Процессы, протекающие при обжиге. Режим обжига.
43. Рецептура и последовательность приготовления формовочных масс для производства периклазовых изделий на основе спеченных и плавленых порошков.
44. Вяжущие вещества: определение, классификация
45. Области применения гипсовых сухих строительных смесей
46. Твердение портландцемента
47. Активные минеральные добавки в цемент
48. Мокрый способ синтеза портландцемента
49. Сухой способ синтеза портландцемента
50. Природное сырье для производства гипсовых вяжущих веществ
51. Техногенное сырье для производства гипсовых вяжущих веществ

52. Свойства низкообжиговых гипсовых вяжущих
53. Высокообжиговые гипсовые вяжущие вещества: ангидрит, эстрих-гипс
54. Воздушная известь, классификация
55. Сырье для производства известковых вяжущих веществ
56. Свойства известковых вяжущих, области применения
57. Портландцементный клинкер. Способы характеристики
58. Сырье для производства портландцемента
59. Глиноземистый цемент. Фазовый состав, свойства

### **3.3 Типовые темы курсовых работ**

1. Классификация глин по ГОСТ 9169–75. Химический состав, физические и технологические свойства глин.
2. Строение глинистых минералов, их химический состав и их определяющее влияние на свойства глин.
3. Примеси в глинах и их влияние на технологию керамических изделий.
4. Кварц, физико-химические свойства.
5. Кварцевое сырье в составе масс и глазурей.
6. Полевошпатовое сырье. Виды сырья, роль в формировании керамического черепка, заменители.
7. Каолин. Строение кристаллической решетки каолинита и отношение его к нагреванию.
8. Физико-химические процессы, происходящие при спекании фарфора.
9. Режимы обжига фарфора.
10. Политой и уфельный обжиги, их назначение.
11. Фарфоровая и фаянсовая схемы обжига.
12. Глазурование. Составы глазурей.
13. Приготовление глазурей и способы их нанесения.
14. Декорирование керамических изделий.
15. Способы декорирования. Под- и надглазурное декорирование.
16. Составы красок для декорирования фарфоровых изделий

### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

1. Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в СПбГТИ(ТУ) (Утв. Приказом ректора СПбГТИ(ТУ) от 12.12.2014 № 463).

2. СТО СПбГТИ(ТУ) 026-2016. Положение о бакалавриате./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2016.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 38 с.

3. 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.