

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



СОГЛАСОВАНО

Директор института заочного обучения

Спесивцева С.Е.

2021 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Ястребинский Р.Н.

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Физическая химия силикатов

направление подготовки (специальность):

18.03.01 Химическая технология

Направленность программы (профиль, специализация):

Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная


Институт **Химико-технологический**

Кафедра **Технологии стекла и керамики**

Белгород 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», утвержденный приказами Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 923 от 7 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): канд.техн.наук, доцент  (Н.П.Бушуева)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ТСК

14 мая 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: канд.техн.наук, доцент  (Дороганов В.А.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой


Технология цемента и композиционных материалов

Заведующий кафедрой: д-р.техн.наук, профессор  (И.Н.Борисов)

14 мая 2021 г., протокол № 9

Рабочая программа одобрена методической комиссией ХТИ

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд.техн.наук, доцент  (Л.А.Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Естественно-научная подготовка	ПК-1 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.	ПК-1.6 Использует методы расчета равновесного состояния силикатных систем	<p>Знания: строения и свойств силикатов в различных состояниях; сущность высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов; фазовые равновесия и диаграммы состояния гетерогенных систем; методики получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем</p> <p>Умения: использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов; проводить направленный синтез новых материалов с требуемыми свойствами, определяя оптимальные условия процесса; определять равновесное состояние системы</p> <p>Навыки: владения методами физико-химического анализа для оценки химического и фазового состава вещества; методиками расчета свойств материалов; методами определения качественного и количественного соотношения равновесных фаз в заданных условиях</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Сырьевые материалы в производстве вяжущих материалов
2	Минералогия и кристаллография
3	Физическая химия силикатов
4	Химическая технология вяжущих материалов
5	Основы научных исследований
6	Методы физико-химических исследований вяжущих и композиционных материалов
7	Проектное обучение
8	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
9	Оптимизация технологического процесса производства цемента
10	Научно-исследовательская работа

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен, зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6	Семестр №7
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	2	214
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	12	2	10
лекции	4	2	2
лабораторные	6		6
практические	-		-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2		2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	204		204

Курсовой проект	-		-
Курсовая работа	36		36
Расчетно-графическое задание	-		-
Индивидуальное домашнее задание	-		-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	132		132
Экзамен, зачет	36		36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1. Предмет и содержание курса физической химии силикатов. Значение ФХС для технологий производства вяжущих и композиционных материалов					
	Знакомство с содержанием курса, его основных разделов и значение ФХС для силикатных технологий.	2			

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на
2. Силикаты в кристаллическом состоянии					

	<p>Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии; особенности кристаллического состояния материалов. Природа химической связи в них.</p> <p>Связь Si-O, Si-O-Si, строение тетраэдрической группы $[\text{SiO}_4]^{4-}$. Классификация силикатов по способу сочленения кремнекислородных тетраэдров. Вторая глава кристаллохимии силикатов.</p> <p>Полиморфизм, разновидности. Факторы, влияющие на процесс полиморфного превращения.</p> <p>Дефекты кристаллической решетки. Классификация.</p> <p>Твердые растворы, дефекты нестехиометрии.</p> <p>Одномерные дефекты.</p> <p>Тепловые дефекты по Френкелю и Шоттки.</p> <p>Влияние дефектов на свойства кристаллов.</p>	0,25		2	20
3. Расплавы силикатов.					
	<p>Процесс плавления. Строение расплавов и силикатов.</p> <p>Свойства расплавов (вязкость, поверхностное натяжение, смачивающая способность). Роль расплавов в технологии материалов.</p>	0,25			20
4. Силикаты в стеклообразном состоянии					
	<p>Процесс стеклования. Физико-химические особенности стеклообразного состояния. Строение стекол. Условия образования. Свойства стекол. Влияние химического состава стекол на механические свойства.</p>	0,25		0	20
5. Высокодисперсное состояние силикатов					
	<p>Электрокинетические явления высокодисперсных силикатных систем. Двойной электрический слой, электрокинетический потенциал. Коагуляционные, конденсационные и кристаллизационные структуры. Поверхностно-активные вещества. Влияние добавок на структурно-механические свойства суспензий.</p>	0,25		0	20
6. Физико-химические процессы синтеза силикатов					
	<p>Процессы диссоциации и дегидратации сырьевых материалов. Энергия активации процессов.</p> <p>Твердофазовые реакции. Механизм и особенности реакций в твердом состоянии. Кинетика твердофазовых реакций. Факторы, влияющие на скорость твердофазовых реакций.</p> <p>Спекание. Виды спекания, сущность процесса. Механизм; кинетика процесса; факторы, влияющие на процесс спекания.</p> <p>Кристаллизация расплавов и стекол. Кривые Таммана. Гомогенное и гетерогенное образование центров кристаллизации. Рост кристаллов.</p> <p>Процесс рекристаллизации. Первичная и вторичная рекристаллизация.</p>	0,25		2	20
7. Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем					

	<p>Основные понятия учения о фазовых равновесиях. Однокомпонентные системы и их диаграммы состояния. Система SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO.</p> <p>Двухкомпонентные системы, их диаграммы состояния, правила работы с ними. Характеристика соединений, твердых растворов, присутствующих в системах CaO-SiO_2; $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$, MgO-SiO_2.</p> <p>Трехкомпонентные силикатные системы, их диаграммы состояния, правила работы с ними. Характеристика соединений, твердых растворов, присутствующих в системах $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$, $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, MgO-CaO-SiO_2.</p>	0,75		2	32
	ВСЕГО	2		6	132

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

В соответствии с учебным планом практических занятий не предусмотрено

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ²
семестр № 7				
1	Силикаты в кристаллическом состоянии (ПК 1)	1. Определение скорости перерождения и степени тридимитизации кварцитов в процессе обжига.	2	2
2	Физико-химические процессы синтеза силикатов (ПК 1)	1. Кинетика реакций в твердом состоянии, протекающих при синтезе силикатных материалов.	2	2
3	Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем (ПК 1)	1. Изучение системы с ограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидкой фазе.	2	2
ИТОГО:			6	6

4.4. Содержание курсового проекта/работы

4.4. Содержание курсовой работы

Курсовая работа выполняется на тему «Расчет фазовых равновесий в гетерогенной силикатной системе» (используется конкретная реальная система $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, или CaO-MgO-SiO_2 , или $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, детальное изучение которых предусмотрено при изложении курса).

Целью работы является, научить студента, используя диаграмму состояния реальной системы, решать целый ряд сложных и важных практических проблем, связанных с получением разнообразных веществ с различным сочетанием свойств; обладать возможностью объяснить и усовершенствовать процессы, протекающие при образовании данного материала, установить и объяснить влияние фазового состава для получения материалов с заранее заданными свойствами.

Пояснительная записка содержит разделы: введение, краткое описание системы, определение расположения точки исходного состава расплава (смеси), описание последовательности изменений фазовых равновесий при охлаждении расплава исходного состава (нагревании смеси), количественные расчеты по диаграмме состояния, термодинамический расчет.

Объем работы составляет 20-25 страниц.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание для выполнения курсовой работы.

Пример задания

Точка исходного состава расплава находится в фазовом элементарном треугольнике $\Delta 2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2 - \text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2 - \text{CaO}\cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$, в поле кристаллизации корунда $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ и содержание Al_2O_3 равно 80%. Определить по диаграмме состояния трехкомпонентной системы $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ состав исходного расплава.

Выполнить работу по диаграмме состояния:

1. Описать трехкомпонентную систему;
2. Определить расположение точки исходного состава расплава на диаграмме состояния трехкомпонентной системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$;
3. Определить последовательность фазовых превращений в изучаемой системе $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$;
4. Дать схему изменений фазовых равновесий.
5. Выполнить количественные расчеты:
 - 5.1. Определить температуру, при которой количество расплава будет равно 90%. Указать его состав и состав равновесной твердой фазы.
 - 5.2. Определить составы и соотношение равновесных фаз при температуре, когда по пути кристаллизации появляется третья фаза нового состава.
 - 5.3. Определить температуру, при которой количество расплава будет относиться к количеству кристаллов как 1:2 (33,3:66,7).
 - 5.4. Определить составы и соотношение равновесных фаз в момент достижения конечной температуры кристаллизации, но до начала процесса.

5.5. Определить состав продукта полной кристаллизации (когда количество расплава равно 0%).

6. Термодинамический расчет. **Определить устойчивость геленита $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ в температурном интервале его кристаллизации.**

(Выделенным шрифтом указано индивидуальное задание, невыделенным – пункты задания для всех вариантов).

В процессе выполнения курсовой работы осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий³

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-1 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.6. Использует методы расчета равновесного состояния силикатных систем	Экзамен, зачет, защита курсовой работы, защита лабораторных работ, собеседование.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Силикаты в кристаллическом состоянии (ПК 1)	<ol style="list-style-type: none">1. Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии.2. Природа химической связи. Разновидности.3. Связь Si-O, Si-O-Si.4. Строение тетраэдрической группы $[\text{SiO}_4]^{4-}$.5. Классификация силикатов по способу сочленения кремнекислородных тетраэдров.6. Вторая глава кристаллохимии.7. Строение реальных кристаллов.8. Дефекты в решетках кристаллов, их влияние на свойства веществ.9. Твердые растворы замещения. Разновидности. Совершенный и несовершенный изоморфизм. Условия образования.10. Твердые растворы внедрения. Условия образования. Влияние их на свойства кристаллических тел.11. Дефекты нестехиометрии. Влияние их на свойства кристаллических тел.12. Тепловые дефекты по Шоттки и Френкелю.13. Одномерные дефекты кристаллической решетки.14. Полиморфизм, разновидности.15. Факторы, влияющие на процесс полиморфного превращения.
2.	Расплавы силикатов (ПК 1)	<ol style="list-style-type: none">1. Процесс плавления.2. Строение жидкостей.3. Строение силикатных расплавов.4. Свойства расплавов (вязкость, поверхностное натяжение, смачивающая способность).
3.	Силикаты в стеклообразном состоянии (ПК 1)	<ol style="list-style-type: none">1. Процесс стеклования.2. Физико-химические особенности стеклообразного состояния.3. Теории строения стекол.4. Условия образования оксидных стекол.5. Свойства стекол (вязкость и кристаллизационная способность).

4.	Высокодисперсное состояние силикатов (ПК 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электрокинетические явления высокодисперсных силикатных систем. 2. Строение двойного электрического слоя. 3. Мицелла. Мицеллярные формулы. 4. Коагуляция, пептизация. 5. Коагуляционные, конденсационные и кристаллизационные структуры. 6. Поверхностно-активные вещества.
5.	Физико-химические процессы синтеза силикатов (ПК 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процесс дегидратации глинистых минералов. 2. Процесс диссоциации карбонатов. 3. Твердофазовые реакции. 4. Роль диффузии в процессе взаимодействия веществ в твердой фазе. 5. Механизм диффузии в кристаллической решетке вещества. 6. Механизм и особенности реакций в твердом состоянии. 7. Описание кинетики твердофазовых реакций с помощью различных моделей. 8. Факторы, влияющие на скорость твердофазовых реакций. 9. Спекание. Виды спекания, сущность процесса. 10. Твердофазовое спекание. Механизм; кинетика процесса. 11. Жидкостное спекание. Механизм; кинетика процесса. 12. Кристаллизация расплавов и стекол. 13. Процесс рекристаллизации. Первичная и вторичная рекристаллизация.
6.	Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем (ПК 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия учения о фазовых равновесиях. 2. Однокомпонентная система с энантиотропными превращениями и диаграмма ее состояния. 3. Однокомпонентная система с монотропными превращениями и диаграмма ее состояния. 4. Система SiO_2. 5. Система Al_2O_3. 6. Системы CaO, MgO. 7. Двухкомпонентные системы, их диаграммы состояния, правила работы с ними. 8. Характеристика соединений, твердых растворов, присутствующих в системе CaO-SiO_2 ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$, MgO-SiO_2). Практическое значение диаграммы состояния. 9. Трехкомпонентные силикатные системы, их диаграммы состояния, правила работы с ними. 10. Характеристика соединений, твердых растворов, присутствующих в системе $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$ ($\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, MgO-CaO-SiO_2). Практическое значение диаграммы состояния.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для зачета

Для сдачи зачета необходимо выполнение и защита всех лабораторных работ, а также предусмотрено собеседование (в форме устного опроса) по всем разделам курса.

5.2.3. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

При защите курсовой работы могут быть предложены вопросы, например, с использованием диаграммы состояния системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$:

№ п/ п	Тема расчетно-графического задания	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	<p style="text-align: center;">Расчет фазовых равновесий в гетерогенной системе $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.</p> <p>Точка исходного состава расплава находится в фазовом элементарном треугольнике $\Delta \text{ } 2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2 - \text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2 - \text{CaO}\cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$, в поле кристаллизации корунда $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ и содержание Al_2O_3 равно 80%. Определить по диаграмме состояния трехкомпонентной системы $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ состав исходного расплава.</p> <p>Выполнить работу по диаграмме состояния:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Описать трехкомпонентную систему; 2. Определить расположение точки исходного состава расплава на диаграмме состояния трехкомпонентной системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$; 3. Определить последовательность фазовых превращений в изучаемой системе $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$; 4. Дать схему изменений фазовых равновесий. 5. Количественные расчеты: <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Определить температуру, при которой количество расплава будет равно 90%. Указать его состав и состав равновесной твердой фазы. 5.2. Определить составы и соотношение равновесных фаз при температуре, когда по пути кристаллизации появляется третья фаза нового состава. 5.3. Определить температуру, при которой количество расплава будет относиться к количеству кристаллов как 1:2 (33,3:66,7). 5.4. Определить составы и соотношение равновесных фаз в момент достижения конечной температуры кристаллизации, но до начала процесса. 5.5. Определить состав продукта полной кристаллизации (когда количество расплава 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать подробную характеристику соединению $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (строение, характер плавления, наличие полиморфизма, изоморфизма, в каких технических продуктах содержится); 2. Рассмотреть пограничную кривую, разделяющую поля кристаллизации $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ и $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ (найти ее; определить, направление падения температуры, какая пограничная кривая; определить характер процесса, протекающего на ней); 3. Найти тройную точку, где сходятся поля кристаллизации геленита $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$, $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ и $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$; определить какая она по направлению падения температур по пограничным, которые сходятся в ней; определить какой процесс протекает в ней и рассмотреть все случаи нарушения равновесия; 4. Задача: Шлак содержит 40 % $\gamma\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, 20 % ранкинита ($3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$) и стекло, содержащее 8 % Al_2O_3. Определить химический состав шлака.

равно 0%). 6. Термодинамический расчет. Определить устойчивость геленита $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ в температурном интервале его кристаллизации.	
--	--

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра при выполнении лабораторных работ, в форме решения тестовых заданий, кейс задач.

В пособии, предназначенным для выполнения лабораторных работ, представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, приведены понятия, определения и основные теоретические сведения по данной теме, а также методики выполнения.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования (устного опроса) преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его **знаний и умений** по определенному разделу дисциплины «Физическая химия силикатов».

Текущий контроль изучения теоретического материала возможен с применением тестирования. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Наименование раздела дисциплины Компетенции	Примерные контрольные вопросы
1.	Силикаты в кристаллическом состоянии Лабораторная работа 1. Определение скорости перерождения и степени тридимитизации кварцитов в процессе обжига. (ПК 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Полиморфизм, разновидности (привести конкретные примеры). 2. Фазовые переходы первого и второго рода. 3. Структурные изменения кристаллической решетки при полиморфизме. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. 4. Факторы, влияющие на скорость полиморфизма. 5. Схема фазовых превращений в системе SiO_2. 6. Отклонения от равновесных состояний в системе SiO_2.
2.	Физико-химические процессы синтеза силикатов Лабораторная работа 3. Кинетика реакций в твердом состоянии, протекающих при синтезе силикатных материалов (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные процессы, протекающие при взаимодействии веществ в твердой фазе. 2. Роль диффузии при взаимодействии веществ в твердой фазе. 3. Виды диффузии, энергия активации процесса, механизм диффузии в кристаллической решетке вещества.

		<p>4. Характерные особенности твердофазовых реакций.</p> <p>5. Кинетические уравнения Яндера, Гинстлинга-Броунштейна.</p>
3.	<p>Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем</p> <p>Лабораторная работа 2.</p> <p>Изучение системы с ограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидкой фазе (ПК 1)</p>	<p>1. Что такое система, фаза, компонент, число компонентов, параметры системы, степень свободы, число степеней свободы?</p> <p>2. Правило фаз Гиббса, его значение.</p> <p>3. Элементы строения двухкомпонентных диаграмм состояния.</p> <p>4. Правило рычага, применяемое для выполнения количественных расчетов равновесных фаз.</p> <p>5. Решение практических задач с применением реальных диаграмм состояния.</p> <p>6. Экспериментальный динамический метод определения температуры ликвидуса.</p> <p>7. Экспериментальный статический метод определения температуры ликвидуса.</p> <p>8. Построение кривых охлаждения по заданной диаграмме состояния.</p>

Тесты и кейсы для проверки текущих знаний
Перечень типовых тестовых заданий:

Раздел дисциплины	Вопросы	Ответы
Силикаты в кристаллическом состоянии (ПК 1)	Характер связи Si – O	1. ионная 2. ковалентная 3. ионно-ковалентная
	При SP – гибридизации орбиталей атома кислорода обеспечивается образование следующих связей с двумя атомами кремния	1. 2 σ 2. 2 σ +2 π 3. 2 σ +1 π
	При высокой донорской способности металлов образуются бориды составов	1. Me ₄ B, Me ₃ B, Me ₂ B 2. MeB ₄ , MeB ₆ , MeB ₁₂
	Определить к какому классу силикатов относится монтichelлит CaMg[SiO ₄]	1. островные 2. диортосиликаты 3. кольцевые 4. цепочечные (ленточные) 5. слоистые 6. каркасные

	Используя уравнение Клаузиуса-Клапейрона $dP/dT = Q/T\Delta V$, определить, если $dP/dT > 0$, то температура полиморфного превращения низкотемпературной формы в высокотемпературную	1. понижается 2. повышается																																															
	Какие полиморфные модификации относятся к полиморфизму SiO_2 ?	1. тридимит 2. кианит 3. кристобалит 4. коэсит 5. биотит																																															
	Представить схему полиморфных превращений Al_2O_3	$\theta-Al_2O_3$, $Al(OOH)$, $\alpha-Al_2O_3$, $\gamma-Al_2O_3$, $Al(OH)_3$																																															
	Какие дефекты кристаллической решетки относятся к нульмерным	1. электронные 2. атомные 3. одномерные 4. двухмерные 5. трехмерные																																															
	К каким дефектам кристаллической решетки относятся твердые растворы?	1. электронные 2. атомные 3. одномерные 4. двухмерные 5. трехмерные																																															
	К каким дефектам кристаллической решетки относятся тепловые дефекты по Шоттки и Френкелю?	1. электронные 2. атомные 3. одномерные 4. двухмерные 5. трехмерные																																															
Расплавы силикатов (ПК 1)	Какая жидкость (расплав) имеет квазикристаллическую структуру?	1. Френкеля 2. Бернала 3. Стюарта																																															
	Какая жидкость трудно стеклуется?	1. Френкеля 2. Бернала 3. Стюарта																																															
	Каково поверхностное натяжение силикатных расплавов?	1. 0,02.....0,01 Дж/м ² , 2. 0,3.....0,6 Дж/м ² , 3. 1.....1,2 Дж/м ² .																																															
	При наличии какого катиона в силикатном расплаве состав кремнекислородного аниона будет $[Si_2O_5]^{2-}_m$?	1. Na^+ 2. Ca^{2+} 3. Fe^{2+}																																															
	У представленных расплавов сопоставить размеры кремнекислородных анионов в порядке уменьшения	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ п/п</th> <th colspan="7">Химический состав расплава, мас. %</th> </tr> <tr> <th>SiO_2</th> <th>Al_2O_3</th> <th>MgO</th> <th>CaO</th> <th>Na_2O</th> <th>K_2O</th> <th>SO_3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>72</td> <td>2</td> <td>-</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>72</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>4</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>85</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>85</td> <td>15</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	№ п/п	Химический состав расплава, мас. %							SiO_2	Al_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	SO_3	1.	72	2	-	9	10	2	5	2.	72	2	1	10	11	4	-	3.	85	-	-	5	10	-	-	4.	85	15	-	-	-	-	-
	№ п/п	Химический состав расплава, мас. %																																															
SiO_2		Al_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	SO_3																																										
1.	72	2	-	9	10	2	5																																										
2.	72	2	1	10	11	4	-																																										
3.	85	-	-	5	10	-	-																																										
4.	85	15	-	-	-	-	-																																										
	Какое поверхностное натяжение на границе раздела фаз должно быть высоким, чтобы краевой угол смачивания был меньше 90°	1. $\sigma_{ТГ}$, 2. $\sigma_{ТЖ}$, 3. $\sigma_{ЖГ}$.																																															
Силикаты в стеклообразном состоянии (ПК-1)	В каком состоянии стекло находится при температуре ниже температуры	1. жидком 2. твердом 3. вязком (пластичном)																																															

	стеклования ($T < T_g$)	
	Чему равна вязкость при температуре стеклования?	1. 10^6 Па·с 2. 10^{13} Па·с 3. 10^9 Па·с
	Расположить катионы стеклообразователей, промежуточных и модификаторов в порядке возрастания силы связи	1. R_{Kt-O} промежут. 2. R_{Kt-O} стеклообр. 3. R_{Kt-O} модификат.
	Расположить оксиды в порядке усиления воздействия на уменьшение вязкости стекла	K_2O , Li_2O , MgO , BaO , SiO_2 , CaO , Na_2O , Al_2O_3 .
Высокодисперсное состояние силикатов (ПК 1)	В системе каолинит – вода заряд потенциалопределяющего слоя	1. отрицательный 2. положительный 3. нейтральный
	Двойной электрический слой состоит из...	1. адсорбционного и потенциалопределяющего 2. потенциалопределяющего и диффузионного 3. адсорбционного и диффузионного
	Процесс, обратный коагуляции, то есть перехода коагулята в золь называется	1. осаждение 2. конденсация 3. гидролиз 4. пептизация
	Установить соответствие расположению молекул воды в кристаллических веществах	1. филогидраты 1. молекулы воды в изолированном виде или в виде небольших групп 2. иногидраты 2. решетки молекул воды в виде каркаса 3. тектогидраты 3. молекулы воды слоями 4. незогидраты 4. молекулы воды в виде цепочек
	Адсорбционная способность воды глинистыми частицами в порядке убывания следующая:	1. гидрослюда, 2. монтмориллонит, 3. каолинит
Физико-химические процессы синтеза силикатов (ПК 1)	Температуры плавления кристаллов следующие: $T_{пл CaO} > T_{пл \alpha-Al_2O_3} > T_{пл \alpha-кristобалита}$. Расположить коэффициент диффузии кристаллов (D) в порядке убывания	
	Установить последовательность образования бинарных соединений в результате твердофазовых реакций в системе CaO - SiO ₂ :	1. CaO·SiO ₂ , 2. 3CaO·2SiO ₂ , 3. 2CaO·SiO ₂ , 4. 3CaO·SiO ₂ .
	В процессе твердофазового взаимодействия при температуре 1000°C участвует CaO. Выбрать наиболее рациональный способ введения CaO, в результате которого оксид проявит максимальную реакционную способность.	1. Предварительно полученный CaO обжигом CaCO ₃ при T=1000°C 2. Приготовление смеси (CaCO ₃ + другой компонент) и постепенный подъем температуры, при которой протекает реакция 3. Приготовление смеси (CaCO ₃ + другой компонент) и резкий подъем температуры, при которой протекает реакция (поместить смесь в разогретую до заданной температуры печь)
	Механизм твердофазового спекания за счет перераспределения вещества путем направленной	1. по Пинесу 2. по Есину 3. по Френкелю

	объемной и поверхностной самодиффузии	
	Скорость жидкостного спекания зависит от	<ol style="list-style-type: none"> 1. процессов массопереноса 2. размера спекаемых частиц 3. смачивающей способности жидкой фазы поверхности твердых частиц 4. структуры спекаемого материала
	Спекание за счет процесса испарение – конденсация протекает при условии	<ol style="list-style-type: none"> 1. упругость пара на поверхности с положительным радиусом кривизны выше, чем на поверхности с отрицательным радиусом кривизны 2. упругость пара на поверхности с положительным радиусом кривизны ниже, чем на поверхности с отрицательным радиусом кривизны
	Установить зависимость критического радиуса зародыша кристаллизации от степени переохлаждения	$T_1 > T_2 > T_3$ $r_{кр1} \quad r_{кр2} \quad r_{кр3}$
Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем (ПК 1)	При эвтектической температуре двухкомпонентная система находится в состоянии	<ol style="list-style-type: none"> 1. дивариантном 2. инвариантном 3. моновариантном
	В системе SiO_2 в метастабильном состоянии находятся ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. β-кварц 2. α-кварц 3. γ-тридимит 4. β-тридимит 5. α-тридимит 6. β-кристобалит 7. α-кристобалит
	При охлаждении расплавов до перитектической температуры протекает	<ol style="list-style-type: none"> 1. кристаллизация 2. разложение химического соединения в твердом состоянии 3. химическая реакция
	При охлаждении расплава до температуры основания купола ликвации протекает	<ol style="list-style-type: none"> 1. кристаллизация 2. разложение химического соединения в твердом состоянии 3. химическая реакция
	Если изотерма пересекает вертикаль состава бинарного соединения и продолжается в обе стороны, то эта изотерма	<ol style="list-style-type: none"> 1. эвтектическая 2. полиморфного превращения 3. перитектическая 4. разложения или образования бинарного соединения в твердом состоянии
	Какие превращения в системе $2CaO-SiO_2$ монокотропные?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\acute{\alpha} \rightarrow \alpha$ 2. $\gamma \rightarrow \acute{\alpha}$ 3. $\acute{\alpha} \rightarrow \beta$ 4. $\beta \rightarrow \gamma$ 5. $\beta \rightarrow \acute{\alpha}$
	Полиморфные превращения в системе $Na_2O-2SiO_2$	<ol style="list-style-type: none"> 1. монокотропные 2. энантиотропные
	Если в точке двойного подъема при охлаждении расплава трехкомпонентного состава протекает химическая реакция: Расплав+AC \rightarrow A ₁ C ₁ +ABC, в результате которой расплав исчезает, то точка исходного состава находится	<ol style="list-style-type: none"> 1. на соединительной линии A₁C₁-ABC 2. в элементарном фазовом треугольнике AC-A₁C₁-ABC 3. на соединительной линии AC-ABC 4. на соединительной линии A₁C₁-AC
	Если точка состава тройного (бинарного) соединения лежит в собственном поле первичной кристаллизации, то оно	<ol style="list-style-type: none"> 1. плавится инконгруэнтно 2. разлагается или образуется в твердом состоянии 3. плавится инконгруэнтно

Точка пересечения пограничной кривой и соответствующей ей соединительной линии на диаграмме состояния трехкомпонентной системы называется	1. точкой температурного максимума 2. точкой двойного опускания 3. точкой двойного подъема 4. точкой эвтектики
На пограничной кривой в трехкомпонентной системе в равновесии находятся	1. одна фаза 2. две фазы 3. три фазы 4. четыре фазы
Если в трехкомпонентной системе при определенной температуре в равновесии находятся расплав и кристаллы ABC, то точка исходного состава расплава будет находится	
Температуру начала плавления смеси кристаллов AC+AB+ABC определяет	1. изотерма, на которой находится точка исходного состава 2. тройная точка, где сходятся поля кристаллизации этих соединений
Если в точке двойного опускания при охлаждении системы в результате химической реакции $\text{Расплав} + \text{AB} + \text{AC} \rightarrow \text{ABC}$, полностью расходятся расплав и кристаллы AC, то точка исходного состава расплава будет находится	1. на соединительной линии AC-ABC 2. в элементарном фазовом треугольнике AC-AB-ABC 3. на соединительной линии AB-ABC 4. на соединительной линии AB-AC

Перечень типовых кейсов

Кейс 1.

При производстве стеклоизделий обнаружен непровар – наличие шихтных камней. Задача технолога – выяснить вид кристаллических включений, определить их размер и причину их наличия. Микроскопические исследования и определение показателя преломления позволили определить: внутренняя часть состоит из кварца, а наружные слои из тридимита. Вид камней характеризуется белой окраской. На камнях более крупных размеров присутствует растрескивание зерен песка, которое может вызвано объемным изменением при 575°C. Причина образования таких кремнеземистых камней может быть грубый или неоднородный гранулометрический состав кварцевого песка, плохое перемешивание шихты или неправильный состав шихты. Проверка гранулометрического состава шихты (соответствует требованиям), определение размера зерен камней и распределение их в объеме стекломассы позволили определить причину их образования – недостаток плавней в шихте. Увеличение содержания соды (пересчет состава исходной сырьевой смеси) и проверка нового состава в лаборатории позволили получить стекломассу без камней кристаллизации.

Задание: 1. Правильно ли поступил технолог? 2. Какой еще способ устранения непровара можно было использовать? 3. В чем эффективность того или иного метода устранения наличия шихтных камней?

Кейс 2.

При производстве портландцементного клинкера на горячем конце печи наблюдается сильное пыление. Задача технолога – определить причину и устранить пыление. Определение $\text{CaO}_{\text{своб.}}$ в продукте обжига (оно составило 0,45%) позволило определить причину – в клинкере при охлаждении произошло полиморфное превращение β -модификации $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ в λ -модификацию, что вызвало значительное изменение объема,

рассыпание и пыление клинкера. Для предотвращения данного полиморфного превращения необходима кристаллохимическая стабилизация – введение в состав сырьевой смеси добавки, например, 0,25% V_2O_5 . Корректировка состава сырьевой смеси с введением компонента, содержащего V_2O_5 в нужном количестве, позволило предотвратить полиморфное превращение $\beta\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2 \rightarrow \lambda\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ и клинкерное пыление.

Задание: 1. Правильно ли поступил технолог? 2. Какие меры для предотвращения пыления и получения заданного минералогического состава клинкера необходимо было использовать, если содержание $\text{CaO}_{\text{своб.}}$ в продукте обжига составило более 5%? В чем причина в этом случае клинкерного пыления?

Кейс 3.

При организации производства необходимо определить можно ли использовать в качестве футеровки в высокотемпературной зоне хром-магнезитовый огнеупор, например, состава 60% MgO , 30% Cr_2O_3 , 10% SiO_2 . Технолог предлагает определить для данного состава огнеупора по диаграмме состояния трехкомпонентной системы $\text{MgO-Cr}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ температуры начала и конца плавления ($T_{\text{нач.пл.}}=1850^\circ\text{C}$, $T_{\text{конца пл.}} \approx 2400^\circ\text{C}$). Если температура отходящих газов не превышает 1850°C , то такой огнеупор может быть использован в качестве футеровки.

Задание: 1. Что произойдет с огнеупором, если температура отходящих газов повысится до 2000°C ? 2. При организации производства цемента для оценки использования данного огнеупора в зоне спекания необходимо что еще определить?

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

ПК-1. Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание строения и свойств силикатов в различных агрегатных состояниях
	Знание сущности высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов
	Знание методики определения фазовых равновесий, используя диаграммы состояния гетерогенных систем
Умения	Умения использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов
	Умения проводить направленный синтез новых материалов с требуемыми свойствами, определяя оптимальные условия процесса

	Умения определять равновесное состояние системы
Навыки	Навыки владения методами физико-химического анализа для оценки химического и фазового состава вещества
	Навыки владения методик расчета свойств материалов
	Навыками владения методик определения качественного и количественного соотношения равновесных фаз в заданных условиях.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание строения и свойств силикатов в различных агрегатных состояниях	Не знает строения и свойств силикатов в различных агрегатных состояниях	Знает строение и свойства некоторых силикатов в различных агрегатных состояниях	Знает строение и свойства силикатов в различных агрегатных состояниях, но допускает неточности	Знает строение и свойства силикатов в различных агрегатных состояниях, отвечает на дополнительные вопросы
Знание сущности высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов	Не знает сущности высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов	Знает сущность высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов, но допускает при изложении материала ошибки и не отвечает на дополнительные вопросы	Знает сущность высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов, но неуверенно отвечает на дополнительные вопросы	Знает сущность высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов, при изложении материала использует дополнительную литературу, отвечает на дополнительные вопросы
Знание методики определения фазовых равновесий, используя диаграммы состояния гетерогенных систем	Не знает методики определения фазовых равновесий, используя диаграммы состояния гетерогенных систем	Знает методику определения фазовых равновесий, используя диаграммы состояния гетерогенных систем, но не может применить на практике.	Знает методику определения фазовых равновесий, используя диаграммы состояния гетерогенных систем, может применить на практике, но допускает ошибки.	Знает методику определения фазовых равновесий, используя диаграммы состояния гетерогенных систем, без ошибок может применить на практике.

Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умения использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов	Не умеет использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов	Умеет использовать некоторые методы физико-химического анализа для исследования материалов	Умеет использовать методы физико-химического анализа для исследования материалов, но допускает неточности	Умеет использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов, анализировать полученные результаты
Умения проводить направленный синтез новых материалов с требуемыми свойствами, определяя оптимальные условия процесса	Не умеет проводить направленный синтез новых материалов с требуемыми свойствами, определяя оптимальные условия процесса	Умеет проводить направленный синтез новых материалов с требуемыми свойствами, определяя оптимальные условия процесса, но допускает ошибки	Умеет проводить направленный синтез новых материалов с требуемыми свойствами, определяя оптимальные условия процесса, но не уверенно отвечает на дополнительные вопросы, допуская неточности	Умеет проводить направленный синтез новых материалов с требуемыми свойствами, определяя оптимальные условия процесса, уверенно грамотно отвечает на дополнительные вопросы
Умения определять равновесное состояние системы	Не умеет определять равновесное состояние системы	Умеет определять равновесное состояние системы, но допускает ошибки	Умеет определять равновесное состояние системы, но не отвечает на дополнительные вопросы	Умеет определять равновесное состояние системы, отвечает на дополнительные вопросы

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки владения методами физико-химического анализа для оценки химического и фазового	Не владеет навыками определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-	Владеет навыками определения химического и фазового состава вещества, используя некоторые методы физико-	Владеет навыками определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-химического	Владеет навыками определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-химического

состава вещества	химического анализа	химического анализа, но допускает ошибки	анализа, но допускает ошибки	анализа, не допуская ошибок
Навыки владения методик расчета свойств материалов	Не владеет навыками методик расчета свойств материалов	Владеет навыками методик расчета свойств материалов, но допускает ошибки и не отвечает на дополнительные вопросы	Владеет навыками методик расчета свойств материалов, но допускает неточности при ответе на дополнительные вопросы	Владеет навыками методик расчета свойств материалов, уверенно отвечает на дополнительные вопросы, ссылаясь на справочную литературу
Навыками владения методик определения качественного и количественного соотношения равновесных фаз в заданных условиях.	Не владеет навыками методик определения качественного и количественного соотношения равновесных фаз в заданных условиях.	Владеет навыками методик определения качественного и количественного соотношения равновесных фаз в заданных условиях., но допускает ошибки и не отвечает на дополнительные вопросы	Владеет навыками методик определения качественного и количественного соотношения равновесных фаз в заданных условиях., но допускает неточности при ответе на дополнительные вопросы	Владеет навыками методик определения качественного и количественного соотношения равновесных фаз в заданных условиях., безошибочно и грамотно отвечает на дополнительные вопросы

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, понятий, определений
	Знание строения и свойств силикатов в различных агрегатных состояниях
	Знание сущности физико-химических процессов синтеза силикатных материалов
Умения	Умение использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов
Навыки	Навыки владения методами определения химического и фазового состава вещества

	Навыки владения методиками расчета свойств материалов
	Навыки владения методами определения качественного и количественного соотношения равновесных фаз в заданных условиях

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание терминов, понятий, определений	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но может допускать неточности формулировок
Знание строения и свойств силикатов в различных агрегатных состояниях	Не знает строения и свойств силикатов в различных агрегатных состояниях	Знает строение и свойства некоторых силикатов в различных агрегатных состояниях
Знание сущности высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов	Не знает сущности высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов	Знает сущность высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов, но допускает при изложении материала ошибки

Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умения использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов	Не умеет использовать методы физико-химического анализа для исследования материалов	Умеет использовать методы физико-химического анализа для исследования материалов

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Навыки владения методами определения химического и фазового состава вещества	Не владеет навыками методов определения химического и фазового состава вещества	Владеет навыками методов определения химического и фазового состава вещества
Навыки владения методиками расчета свойств материалов	Не владеет навыками методик расчета свойств материалов	Владеет навыками методик расчета свойств материалов
Навыки владения методами определения	Не владеет навыками методов определения качественного и количественного соотношения	Владеет навыками методов определения качественного и количественного соотношения

качественного и количественного соотношения равновесных фаз в заданных условиях	равновесных фаз в заданных условиях	равновесных фаз в заданных условиях
---	-------------------------------------	-------------------------------------

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2.	Учебная лаборатория «Физическая химия силикатов»	Микроскоп МИН-8, ультратермостат ТУРЕ: 657 МТА KUTESZ; водяная баня; микроскоп МБУ-4; весы технические, торсионные и аналитические ВЛКТ-500; муфельная печь; силитовая печь; шахтная печь; сушильный шкаф, установка для термогравиметрического анализа, установка для определения вязкости стекла, ротационный вискозиметр РВ-8; вискозиметр ВМ; вискозиметр «Брукфильд», кварцевый дилатометр ДКВ-1 (подключен к компьютеру для обработки результатов и получения дилатометрической кривой); гидравлический пресс; штангенциркуль, в лаборатории имеются необходимые химическая посуда и химические реактивы; для самостоятельной работы студентов – читальный зал библиотеки БГТУ им. В.Г.Шухова.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4.	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633)	Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633)	Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition».	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018.
4	Google Chrome.	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. *Бушуева, Н.П.* Физическая химия силикатов: учеб. пособие / Н. П. Бушуева, О. А. Панова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 104 с.
2. *Ивлева И.А.* Минералогия и кристаллография [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов направления бакалавриата 18.03.01 "Химическая технология" профиль подготовки "Химическая технология вяжущих и композиционных материалов"; "Химическая технология стекла и керамики" / И. А. Ивлева. - Электрон. текстовые дан. - Белгород: Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. Режим доступа <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017062714110588800000658281>.
3. *Бушуева Н.П.* Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: Силикаты и другие тугоплавкие соединения в кристаллическом состоянии: учеб. пособие / Н.П. Бушуева, И.А.Ивлева, О.А.Панова, Е.И.Евтушенко – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 184 с.
4. *Бушуева Н.П.* Расчет фазовых равновесий в гетерогенной силикатной системе: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» (Физическая химия силикатов) для студентов направления бакалавриата 18.03.01 – Химическая технология: Н.П.Бушуева, Белгород: Изд-во БГТУ. 2018. – 29 с.
5. *Кузнецова, Т.В.* Физическая химия вяжущих материалов: Учеб. для хим.-технол. спец. вузов /Т.В. Кузнецова, И.В. Кудряшов, В.В. Тимашев. – М.: Высшая. школа, 1989. –384с

6. Савельев В.Г. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учебник / В.Г. Савельев, А.И. Рабухин. – М.: ИНФРА, 2004. – 351 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
2. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «IPRSMART» <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
<http://biblioclub.ru/>
5. Электронно-библиотечная система IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
8. Национальная электронная библиотека: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
9. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
10. Электронная библиотека НИУ БелГУ: <http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web>