

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Утверждаю

Директор института

 Р.Н. Ястребинский

«15» 05 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Физическая химия силикатов

направление подготовки (специальность):

18.03.02 Энерго и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

Направленность программы (профиль, специализация):

18.03.02.01 Рациональное использование материальных и энергетических
ресурсов в химической технологии вяжущих материалов

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

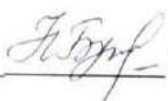
Институт **Химико-технологический**

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) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Естественно- научная подготовка	ПК-2 Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.	ПК-2.1. Использует законы естественнонаучных дисциплин, определяет строение, свойства и равновесное состояние силикатных систем, оценивает сущность высокотемпературных процессов синтеза веществ в технологии производства силикатных материалов.	Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин; строение и свойства силикатов в различных агрегатных состояниях; сущность высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов; фазовые равновесия и диаграммы состояния гетерогенных систем Уметь: использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов; проводить направленный синтез новых материалов с требуемыми свойствами, определяя оптимальные условия процесса Владеть: методами физико-химического анализа для оценки химического и фазового состава вещества; методиками расчета свойств материалов
Научно-исследовательский	ПК-5 Способен организовывать и проводить исследования свойств материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по	ПК-5.4 Исследует изменение свойств материалов при влиянии на них термической обработки и других видов воздействия, устанавливает зависимость между процессами формирования кристаллогидратов и набором прочности	Знать: фазовые равновесия и диаграммы состояния гетерогенных систем, Уметь: владеть методиками получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов и прогнозирования свойств строительных материалов. Владеть: методиками расчета свойств

	совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции	цементного камня с целью совершенствования технологического процесса производства и повышения качества продукции	материалов; навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций в заданных условиях.
--	--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Механическое оборудование (общий курс)
2	Оборудование цементных предприятий
3	Производственная эксплуатационная практика (4)
4	Физическая химия силикатов
5	Процессы и аппараты защиты окружающей среды
6	Технология производства цемента
7	Проектное обучение
8	Основы компьютерного проектирования технологического оборудования
9	Теория горения топлива и тепловые установки в производстве вяжущих материалов
10	Химия вяжущих материалов
11	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика (4)
12	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
13	Тепломассообмен во вращающихся печах
14	Оптимизация технологических процессов производства цемента с применением ЭВМ
15	Термодинамика силикатных систем
16	Управление технологическим процессом производства цемента
17	Энергосбережение в производстве цемента
18	Производственная преддипломная практика (6)

2. Компетенция ПК-5 Способен организовывать и проводить исследования свойств 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	Физико-химические свойства сырьевых материалов и техногенных продуктов
2	Физико-химические методы анализа
3	Методы физико-химических исследований вяжущих и композиционных материалов
4	Технология производства цемента
5	Физическая химия силикатов
6	Проектное обучение
7	Химия вяжущих материалов
8	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
9	Научно-исследовательская работа
10	Производственная преддипломная практика (6)

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен, зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	107	107
Курсовой проект	-	-

Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен, зачет	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на
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			2
2. Силикаты в кристаллическом состоянии					
	Энергетические аспекты кристаллического состояния вещества. Природа химической связи в кристаллах. Связь Si-O, Si-O-Si, строение тетраэдрической группы $[\text{SiO}_4]^{4-}$. Классификация силикатов по способу сочленения кремнекислородных тетраэдров. Полиморфизм, разновидности. Факторы, влияющие на процесс полиморфного превращения. Дефекты кристаллической решетки. Классификация. Твердые растворы, дефекты нестехиометрии. Одномерные дефекты. Тепловые дефекты по Френкелю и Шоттки. Влияние дефектов на свойства кристаллов.	8		8	12
3. Расплавы силикатов.					
	Процесс плавления. Строение жидкостей и расплавов силикатов. Энергия активации процесса плавления. Свойства расплавов (вязкость, поверхностное	2			2

	натяжение, смачивающаяся способность). Роль расплавов в технологии силикатных материалов.				
4. Силикаты в стеклообразном состоянии					
	Процесс стеклования. Физико-химические особенности стеклообразного состояния. Строение стекол. Условия образования. Свойства стекол. Влияние химического состава стекол на механические свойства.	2		4	5
5. Высокодисперсное состояние силикатов					
	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.	2		4	5
6. Физико-химические процессы синтеза силикатов					
	Процессы диссоциации и дегидратации сырьевых материалов. Твердофазовые реакции. Характерные особенности реакций в твердом состоянии. Кинетика твердофазовых реакций. Факторы, влияющие на скорость твердофазовых реакций. Спекание. Виды спекания, сущность процесса. Механизм; кинетика процесса; факторы, влияющие на процесс спекания. Кристаллизация расплавов. Гомогенное и гетерогенное образование центров кристаллизации. Рост кристаллов. Процесс рекристаллизации.	8		14	15
7. Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем					
	Основные понятия учения о фазовых равновесиях. Однокомпонентные системы и их диаграммы состояния. Система SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO . 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 . 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 .	10		4	12
	ВСЕГО	34		34	53

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 № 5				
1	Силикаты в кристаллическом состоянии	1. Определение скорости перерождения и степени тридимитизации кварцитов в процессе обжига.	8	8
2	Силикаты в стеклообразном состоянии	1. Определение вязкости стекла по методу растяжения стеклянного образца.	4	4
4	Высокодисперсное состояние силикатов	1. Влияние электролитов и поверхностно-активных веществ (ПАВ) на структурно-механические свойства суспензий.	4	4
5	Физико-химические процессы синтеза силикатов	1. Кинетика реакций в твердом состоянии, протекающих при синтезе силикатных материалов. 2. Кинетика спекания смесей на основе стекла.	6 8	6 8
6	Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем	1. Изучение системы с ограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидкой фазе.	4	4
ИТОГО:			34	34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

В соответствии с учебным планом не предусмотрено

4.5. Содержание расчетно-графического задания

Расчетно-графическое задание 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.

Объем работы составляет до 20 страниц.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание для выполнения расчетно-графического задания.

Пример задания

Точка исходного состава расплава находится в фазовом элементарном треугольнике $\Delta \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ 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%).

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

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

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-2 Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Использует законы естественнонаучных дисциплин, определяет строение, свойства и равновесное состояние силикатных систем, оценивает сущность высокотемпературных процессов синтеза веществ в технологии производства силикатных материалов.	Экзамен, зачет, защита расчетно-графического задания, защита лабораторных работ.

2. Компетенция ПК-5 Способен организовывать и проводить исследования свойств 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-5.4 Исследует изменение свойств материалов при влиянии на них термической обработки и других видов воздействия, устанавливает зависимость между процессами формирования кристаллогидратов и набором прочности цементного камня с целью совершенствования технологического процесса производства и повышения качества продукции	Экзамен, зачет, защита расчетно-графического задания, защита лабораторных работ.

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)
2	Силикаты в кристаллическом состоянии	<ol style="list-style-type: none">1. Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии.2. Виды химической связи.3. Связь Si-O, Si-O-Si.4. Строение тетраэдрической группы $[\text{SiO}_4]^{4-}$.5. Классификация силикатов по способу сочленения кремнекислородных тетраэдров.6. Нульмерные и одномерные дефекты в решетках кристаллов, их влияние на свойства веществ.7. Твердые растворы замещения. Совершенный и несовершенный изоморфизм. Условия образования.8. Твердые растворы внедрения. Условия образования.9. Дефекты нестехиометрии. Влияние их на свойства кристаллических тел.10. Тепловые дефекты по Шоттки и Френкелю.11. Краевая и винтовая дислокация в кристаллической решетке вещества.12. Полиморфизм, разновидности.13. Факторы, влияющие на процесс полиморфного превращения.
3	Расплавы силикатов	<ol style="list-style-type: none">1. Процесс плавления.2. Строение жидкостей.3. Строение расплавов силикатных материалов.4. Свойства расплавов (вязкость, поверхностное натяжение, смачивающая способность).
4	Силикаты в стеклообразном состоянии	<ol style="list-style-type: none">1. Физико-химические особенности стеклообразного состояния.2. Строение стекол.3. Условия образования стекол.4. Свойства стекол (вязкость и кристаллизационная способность).
5	Высокодисперсное состояние силикатов	<ol style="list-style-type: none">1. Строение двойного электрического слоя.2. Мицелла. Мицеллярные формулы.3. Коагуляция, пептизация.4. Коагуляционные, конденсационные и кристаллизационные структуры.5. Поверхностно-активные вещества.
6	Физико-химические процессы синтеза силикатов	<ol style="list-style-type: none">1. Процесс дегидратации глинистых минералов.2. Процессы диссоциации карбонатов.3. Твердофазовые реакции.4. Роль диффузии в процессе взаимодействия веществ в твердой фазе.

		<ol style="list-style-type: none"> 5. Механизм диффузии в кристаллической решетке вещества. 6. 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.
7	<p>Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем</p>	<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.

Типовой вариант экзаменационного билета

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова

Кафедра технологии стекла и керамики

Дисциплина: Физическая химия силикатов

Направление: 18.03.02 – Энерго и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки: Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в химической технологии вяжущих материалов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Нульмерные и одномерные дефекты в решетках кристаллов, их влияние на свойства веществ.
2. Свойства расплавов (вязкость, поверхностное натяжение, смачивающая способность).
3. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы CaO-SiO_2 и ее значение для силикатных технологий.
4. Задача. Расплав при температуре 1400°C находится в равновесии в количестве 15% с кристаллами кордиерита $2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$ и шпинели $\text{MgO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, соотношение которых 1:2. Определить состав исходного расплава (система $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$).

Одобрено на заседании кафедры « ____ » _____ 20__ г. Протокол № ____
Зав. кафедрой _____ В.А.Дороганов

5.2.2. Перечень контрольных материалов

для зачета

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

5.2.3. Перечень контрольных материалов

для защиты расчетно-графического задания

При защите расчетно-графического задания могут быть предложены вопросы, например, с использованием диаграммы состояния системы $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$:

1. Дать подробную характеристику соединению $2\text{MgO}\cdot \text{SiO}_2$ (строение, характер плавления, наличие полиморфизма, изоморфизма, в каких технических продуктах содержится);
2. Рассмотреть пограничную кривую, разделяющую поля кристаллизации шпинели $\text{MgO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ и муллита $3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ (найти ее; определить, какая пограничная кривая; определить характер процесса, протекающего на ней);
3. Найти тройную точку, где сходятся поля кристаллизации шпинели $\text{MgO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, кордиерита $2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$ и форстерита $2\text{MgO}\cdot \text{SiO}_2$; 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 (с использованием количественного определения равновесных фаз в заданных условиях).

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра при выполнении лабораторных работ.

В пособии, предназначенном 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. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

Примерный перечень контрольных вопросов для собеседования

№	Тема лабораторной работы	Примерные контрольные вопросы
1.	Определение скорости перерождения и степени тридимитизации кварцитов в процессе обжига.	<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.	Влияние электролитов и поверхностно-активных веществ на структурно-механические свойства суспензий	<ol style="list-style-type: none">1. Электрокинетические явления в высокодисперсных системах, причины их образования.2. Строение двойного электрического слоя.3. Строение мицеллы.4. Мицеллярные формулы.5. Строение коллоидной частицы SiO_2.6. Механизм процессов коагуляции и пептизации, способы влияния на эти процессы.
3.	Определение вязкости стекла по методу растяжения стеклянного образца	<ol style="list-style-type: none">1. Физико-химические особенности стеклообразного состояния.2. Интервал стеклования: границы, значения температуры и вязкости границ интервала для промышленных силикатных стекол.

		<p>3. Условия образования оксидных стекол.</p> <p>4. Теории строения стекол.</p> <p>5. Вязкость стекла, влияние температуры и состава на вязкость стекла.</p>
4.	Изучение системы с ограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидкой фазе	<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>
5.	Кинетика реакций в твердом состоянии, протекающих при синтезе силикатных материалов	<p>1. Основные процессы, протекающие при взаимодействии веществ в твердой фазе.</p> <p>2. Роль диффузии при взаимодействии веществ в твердой фазе.</p> <p>3. Виды диффузии, энергия активации процесса, механизм диффузии в кристаллической решетке вещества.</p> <p>4. Характерные особенности твердофазовых реакций.</p> <p>5. Кинетические уравнения Яндера, Гинстлинга-Броунштейна.</p>
6.	Кинетика спекания смесей на основе стекла	<p>1. Что представляет собой процесс спекания?</p> <p>2. Показатели оценки степени спекания.</p> <p>3. Виды спекания.</p> <p>4. Твердофазовое спекание: сущность процесса, механизм по Я.И.Френкелю и Б.Я. Пинесу.</p> <p>5. Жидкостное спекание: сущность процесса, механизм.</p> <p>6. Спекание испарение – конденсация: сущность процесса, механизм.</p> <p>7. Реакционное спекание, механизм.</p>

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.

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
	Знание фазовых равновесий и диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем
Умения	Уметь использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов
	Уметь проводить направленный синтез материалов с требуемыми свойствами, определяя оптимальные условия процесса
	Уметь использовать методы получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов и прогнозирования свойств строительных материалов
Навыки	Владеть навыками определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-химического анализа
	Владеть навыками расчета свойств материалов
	Владеть навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций 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 терминов, понятий, определений	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание строения и свойств силикатов в	Не знает строения и	Знает строение и свойства	Знает строение и свойства силикатов, но	Знает строение и свойства силикатов,

различных агрегатных состояниях	свойств силикатов	некоторых силикатов	допускает неточности	отвечает на дополнительные вопросы
Знание сущности высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов	Не знает сущности высокотемпературных процессов синтеза силикатных материалов	Знает сущность высокотемпературных процессов синтеза, но допускает при изложении материала ошибки и не отвечает на дополнительные вопросы	Знает сущность высокотемпературных процессов синтеза, но неуверенно отвечает на дополнительные вопросы	Знает сущность высокотемпературных процессов синтеза, при изложении материала использует дополнительную литературу, отвечает на дополнительные вопросы
Знание фазовых равновесий и диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем	Не знает методов определения равновесного состояния системы, не знает элементов строения и правил работы с диаграммами состояния гетерогенных систем	Знает методы определения равновесного состояния системы, знает элементы строения и правила работы с диаграммами состояния гетерогенных систем, но не может применить на практике.	Знает методы определения равновесного состояния системы, знает элементы строения и правила работы с диаграммами состояния гетерогенных систем, может применить на практике, но допускает ошибки.	Знает методы определения равновесного состояния системы, знает элементы строения и правила работы с диаграммами состояния гетерогенных систем, без ошибок может применить на практике.

Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов	Не умеет использовать 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 методы физико-химического анализа для исследования материалов
Уметь проводить направленный синтез новых материалов с требуемыми	Не умеет проводить направленный синтез материала с	Умеет составить программу синтеза материала с	Умеет составить программу синтеза материала, определить	Умеет составить программу синтеза материала, определить

свойствами, определяя оптимальные условия процесса	требуемыми свойствами и его осуществить	требуемыми свойствами и его осуществить, но допускает ошибки	условия, получить и исследовать свойства полученного материала, но не уверенно отвечает на дополнительные вопросы, допуская неточности	условия, получить и исследовать свойства полученного материала, уверенно грамотно отвечает на дополнительные вопросы
Уметь использовать методы получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов и прогнозирования свойств строительных материалов	Не умеет использовать методы получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов и прогнозирования свойств строительных материалов	Умеет использовать методы получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов, но не может прогнозировать свойства материалов	Умеет использовать методы получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов и прогнозирования свойств материалов, но не отвечает на дополнительные вопросы	Умеет использовать методы получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов и прогнозирования свойств материалов, отвечает на дополнительные вопросы

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-химического анализа	Не владеет навыками определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-химического анализа	Владеет навыками определения химического и фазового состава вещества, используя некоторые методы физико-химического анализа и допускает ошибки	Владеет навыками определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-химического анализа и допускает ошибки	Владеет навыками безошибочного определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-химического анализа

Владеть навыками расчета свойств материалов	Не владеет навыками расчета свойств материалов	Владеет навыками расчета свойств материалов, но допускает ошибки и не отвечает на дополнительные вопросы	Владеет навыками расчета свойств материалов, но допускает неточности при ответе на дополнительные вопросы	Владеет навыками расчета свойств материалов, уверенно отвечает на дополнительные вопросы, ссылаясь на справочную литературу
Владеть навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций в заданных условиях.	Не владеет навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций в заданных условиях	Владеет навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций в заданных условиях, но допускает ошибки и не отвечает на дополнительные вопросы	Владеет навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций в заданных условиях, но допускает неточности при ответе на дополнительные вопросы	Владеет навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций 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
	Знание фазовых равновесий и диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем
Умения	Уметь использовать современные методы физико-химического анализа для исследования материалов
	Уметь использовать методы получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов и прогнозирования свойств строительных материалов

Навыки	Владеть навыками определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-химического анализа
	Владеть навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций 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
Знание фазовых равновесий и диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем	Не знает методов определения равновесного состояния системы, не знает элементов строения и правил работы с диаграммами состояния гетерогенных систем	Знает методы определения равновесного состояния системы, знает элементы строения и правила работы с диаграммами состояния гетерогенных систем

Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Уметь 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
Уметь использовать методы получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов и	Не умеет использовать методы получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов и прогнозирования свойств строительных материалов	Умеет использовать методы получения, построения и расшифровки диаграмм состояния гетерогенных силикатных систем, необходимых для подбора составов и прогнозирования свойств строительных материалов

прогнозирования свойств строительных материалов		
---	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владеть навыками определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-химического анализа	Не владеет навыками определения химического и фазового состава вещества, используя методы физико-химического анализа	Владеет навыками определения химического и фазового состава вещества, используя некоторые методы физико-химического анализа, но допускает ошибки
Владеть навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций в заданных условиях.	Не владеет навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций в заданных условиях	Владеет навыками вычисления констант равновесия, скорости химических реакций в заданных условиях, но может допускать ошибки.

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.	302 УК2 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.

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 расчетно-графического задания по дисциплине «Физическая химия силикатов» для студентов направления бакалавриата 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии/ Н.П.Бушуева, Белгород: Изд-во БГТУ. 2017. – 23 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., Рабухин А.И. 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

Электронно-библиотечная система КнигаФонд	http://WWW.knigafund.ru/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://WWW.iprbookshop.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru/
Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г.Шухова	http://elib.bstu.ru/