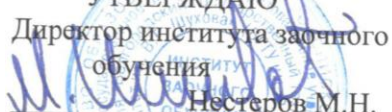


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института заочного
обучения

Нестеров М.Н.
« 16 » апреля 2015 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Павленко В.И.
« 16 » апреля 2015 г.



**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

заочная

Институт строительного материаловедения и техноферной безопасности

Кафедра: технологии стекла и керамики

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 Энерго и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата), утвержденного 12.03.2015г., № 227

- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): к.т.н., доцент  (Бушуева Н.П.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Технологии цемента и композиционных материалов
(наименование кафедры)

/ Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (Борисов И.Н.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » апреля 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » апреля 2015 г., протокол № 8

/ Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (Евтушенко Е.И.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » апреля 2015 г., протокол № 8

Председатель к.т.н., доцент  (Порожнюк Л.А.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-2	Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <p>– основные законы естественнонаучных дисциплин; методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>Уметь:</p> <p>– использовать основные законы естественнонаучных дисциплин; методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью энерго- и ресурсосбережения; работать с учебной и научной литературой.</p> <p>Владеть:</p> <p>- основными законами естественнонаучных дисциплин; методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Информатика
3	Процессы и аппараты химической технологии

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов производства силикатных материалов

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	12	168
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	20	2	18
лекции	8	2	6
лабораторные	12	0	12
практические	-	-	
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	160	10	150
Курсовой проект	-	-	
Курсовая работа	-	-	
Расчетно-графические задания	РГЗ		18
Индивидуальное домашнее задание	-	-	
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		-	96
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Зачет, экзамен	-	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
1.	Предмет и содержание курса физической химии силикатов. Значение ФХС для силикатных технологий.	2			10
	ВСЕГО	2			10

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Силикаты в кристаллическом состоянии					
	<p>Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии; особенности кристаллического состояния тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, природа химической связи в них.</p> <p>Классификация силикатов.</p> <p>Полиморфизм, разновидности.</p> <p>Дефекты кристаллической решетки. Твердые растворы, дефекты нестехиометрии. Одномерные дефекты.</p> <p>Тепловые дефекты по Френкелю и Шоттки. Влияние дефектов на свойства кристаллов.</p>	1		4	16
2. Силикаты в жидком состоянии					
	Процессы плавления. Строение жидкостей и силикатных расплавов. Свойства расплавов.	1			10
3. Силикаты в стеклообразном состоянии					
	Процессы стеклования. Физико-химические особенности стеклообразного состояния. Теории строения силикатных стекол. Условия образования. Свойства стекол.	0,5		2	10
4. Высокодисперсное состояние силикатных материалов					
	Электрокинетические явления в высокодисперсных силикатных системах. Двойной электрический слой, электрокинетический потенциал. Мицелла. Строение коллоидных форм кремнезема, гелей кремниевой кислоты. Коагуляция, пептизация. Коагуляционные, конденсационные и кристаллизационные структуры. Поверхностно-активные вещества.	0,5		2	10
5. Высокотемпературные процессы синтеза силикатных материалов					
	<p>Твердофазовые реакции. Механизм и особенности реакций в твердом состоянии. Описание кинетики твердофазовых реакций с помощью различных моделей. 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. Гомогенное и гетероген-</p>	1		2	25

	ное образование центров кристаллизации. Рост кристаллов. Процесс рекристаллизации. Первичная и вторичная рекристаллизация.				
6. Фазовые равновесия и диаграммы состояния гетерогенных систем					
	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 $\text{CaO} - \text{SiO}_2$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$, $\text{MgO} - \text{SiO}_2$. Трехкомпонентные силикатные системы, их диаграммы состояния, правила работы с ними. Характеристика соединений, твердых растворов, присутствующих в системах $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$, $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{SiO}_2$.	2		2	25
	ВСЕГО	6		12	96

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий Учебным планом не предусмотрены

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Силикаты в кристаллическом состоянии	1. Определение скорости перерождения и степени тридимитизации кварцитов в процессе обжига.	4	4
2	Силикаты в стеклообразном состоянии	1. Определение вязкости стекла по методу растяжения стеклянного образца.	2	2
3	Высокодисперсное состояние силикатных материалов	1. Влияние электролитов и поверхностно-активных веществ на структурно-механические свойства суспензий.	2	2
4	Высокотемпературные процессы синтеза силикатных материалов	1. Кинетика гетерогенных процессов, протекающих при синтезе силикатных материалов.	2	2
5	Фазовые равновесия и диаграммы состояния гетерогенных систем	1. Изучение системы с ограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидкой фазе.	2	2
			12	12
ВСЕГО:			12	12

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Силикаты в кристаллическом состоянии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Структурная характеристика тетраэдрической группы $[\text{SiO}_4]^{4-}$, и характерные особенности ее свойств. 2. Нульмерные и одномерные дефекты в решетках кристаллов, их влияние на свойства веществ. 3. Твердые растворы замещения. Совершенный и несовершенный изоморфизм. Условия образования. 4. Твердые растворы внедрения. Условия образования. 5. Дефекты нестехиометрии. Влияние их на свойства кристаллических тел. 6. Тепловые дефекты по Шоттки и Френкелю. 7. Краевая и винтовая дислокация в кристаллической решетке вещества. 8. Полиморфизм, разновидности. 9. Факторы, влияющие на процесс полиморфного превращения.
2	Силикаты в жидком состоянии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процесс перехода вещества из твердого состояния в жидкое. 2. Строение жидкостей и силикатных расплавов. 3. Свойства расплавов: вязкость, поверхностное натяжение, смачивающая способность.
3	Силикаты в стеклообразном состоянии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физико-химические особенности стеклообразного состояния. 2. Условия стеклообразования. 3. Теории строения стекла. 4. Свойства стекол: вязкость, кристаллизационная способность.
4	Высокодисперсное состояние силикатных материалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электрокинетические явления в высокодисперсных силикатных системах. 2. Двойной электрический слой, электрокинетический потенциал. 3. Мицеллообразование. 4. Коагуляция коллоидных силикатных систем. 5. Коагуляционные, конденсационные и кристаллизационные структуры
5	Высокотемпературные	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кристаллизация расплавов и стекол. Кривые Таммана.

	<p>процессы синтеза силикатных материалов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. 3. Процесс роста кристаллов. 4. Твердофазовые реакции. 5. Диффузионные процессы при твердофазовом взаимодействии веществ. 6. Механизм и особенности реакций в твердом состоянии. 7. Кинетика твердофазовых реакций. Факторы, влияющие на скорость твердофазовых реакций. 8. Спекание, сущность процесса, разновидности. 9. Твердофазовое спекание, механизм, кинетика, пути ускорения процесса. 10. Жидкостное спекание, механизм, кинетика, пути ускорения процесса. 11. Спекание испарение – конденсация. 12. Процесс рекристаллизации. Виды, механизм, кинетика процесса.
<p>6</p>	<p>Фазовые равновесия и диаграммы состояния гетерогенных систем</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Учение о фазовых равновесиях гетерогенных систем. Правило фаз Гиббса. 2. Однокомпонентные системы с монотропными и энантиотропными превращениями и диаграммы их состояния. 3. Система SiO_2 и ее практическое значение. 4. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы с эвтектикой. Применение правила рычага в двухкомпонентных системах. 5. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы с химическим соединением, плавящимся конгруэнтно. 6. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы с химическим соединением, плавящимся инконгруэнтно. 7. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы с химическим соединением, разлагающимся или образующимся в твердом состоянии. 8. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы с ликвидацией, полиморфными превращениями, твердыми растворами. 9. Система $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ и ее значение. 10. Система $\text{CaO}-\text{SiO}_2$ и ее значение. 11. Система $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ и ее значение. 12. Система $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ и ее значение. 13. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с эвтектикой. Применение правила рычага в трехкомпонентных системах для количественного определения соотношения равновесных фаз. 14. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с бинарным химическим соединением, плавящимся конгруэнтно. 15. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с бинарным химическим соединением, плавящимся инконгруэнтно. 16. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с бинарным химическим соединением, разлагающимся в твердом состоянии. 17. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с по-

		<p>лиморфными превращениями, ликвацией.</p> <p>18. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с тройным химическим соединением, плавящимся конгруэнтно.</p> <p>19. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с тройным химическим соединением, плавящимся инконгруэнтно.</p> <p>20. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ и ее значение для силикатных технологий.</p> <p>21. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ и ее значение для силикатных технологий.</p> <p>22. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ и ее значение для силикатных технологий.</p> <p>23. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы $\text{MgO}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ и ее значение для силикатных технологий.</p>
--	--	--

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Учебным планом не предусмотрены.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

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

Для выполнения расчетно-графического задания изданы:

1. «Расчет фазовых равновесий в гетерогенной системе» / Методические указания к выполнению расчетно-графического задания по дисциплине «Физическая химия силикатов» для студентов, обучающихся по направлению 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. /Н.П.Бушуева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2016. – 30 с.

2. Бушуева Н.П. Фазовые равновесия в гетерогенных системах: Практикум /Н.П.Бушуева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2013. – 80 с.

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

Пример задания

Расплав при температуре 1400°C в количестве 20% находится в равновесии с α -тридимитом (SiO_2) и кордиеритом ($2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$), соотношение которых 1:5. Определить по диаграмме состояния трехкомпонентной системы $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ состав этого расплава.

Выполнить работу по диаграмме состояния:

1. Описать трехкомпонентную систему;
2. Определить последовательность фазовых превращений в изучаемой системе $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$;

3. Дать схему изменений фазовых равновесий.

Количественные расчеты:

1. Определить температуру, при которой количество расплава будет равно 90%. Указать его состав и состав равновесной твердой фазы.

2. Определить составы и соотношение равновесных фаз при температуре, когда по пути кристаллизации появляется третья фаза нового состава.

3. Определить температуру, при которой количество расплава будет относиться к количеству кристаллов как 1:2 (33,3:66,7).

4. Определить составы и соотношение равновесных фаз в момент достижения конечной температуры кристаллизации, но до начала процесса.

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

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

Некоторые темы расчетно-графических заданий

1. Расплав при температуре 1700°C находится в равновесии в количестве 80% с кристаллами шпинели $\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ и корунда $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, соотношение которых 3:1. Определить состав исходного расплава (система $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

2. Расплав при температуре 1400°C в количестве 20% находится в равновесии с α -тридимитом (SiO_2) и кордиеритом ($2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$), соотношение которых 1:5. Определить состав исходного расплава (система $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

3. Точка исходного состава расплава находится в поле первичной кристаллизации шпинели $\text{MgO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ на изотерме 1800°C и содержание MgO составляет 35%. Определить состав исходного расплава (система $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

4. Точка исходного состава расплава находится в поле первичной кристаллизации периклаза MgO на изотерме 2400°C и содержание SiO_2 составляет 5%. Определить состав исходного расплава (система $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

5. 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 $\text{MgO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, соотношения которых 1:2. Определить состав исходного расплава (система $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

6. Расплав, содержащий 50% SiO_2 , при температуре 1700°C находится в равновесии с форстеритом $2\text{MgO}\cdot \text{SiO}_2$ в соотношении 4:1. Определить состав исходного расплава (система $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

7. Точка исходного состава расплава находится на пограничной кривой, разделяющей поля кристаллизации кордиерита $2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$ и муллита $3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$, и содержание SiO_2 составляет 57%. Определить состав исходного расплава (система $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

8. Расплав при температуре 1500°C в количестве 30% находится в равновесии с кристаллами $\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ и $2\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{SiO}_2$, соотношение которых 2:1. Определить состав исходного расплава (система $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

9. Точка исходного состава расплава находится на соединительной линии $\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2$ и содержание в ней Al_2O_3 составляет 10%. Определить состав исходного расплава (система $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

10. Расплав при температуре 1400°C находится в равновесии с кристаллами $3\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ и $2\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2$ в соотношении 2:1:5. Определить состав исходного расплава (система $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

11. Дан химический состав портландцементного клинкера:

Содержание оксидов, масс.%			
CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
62	11	4	23

Пересчитать данный состав портландцементного клинкера к трехкомпонентному, используя метод эквимольной замены оксидов. Выполнить работу по диаграмме состояния (система $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, пункты заданий даны в примере).

12. Расплав начинает кристаллизоваться при температуре 1800°C с выделением $\alpha\text{-}2\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2$, а при температуре 1500°C появляются кристаллы геленита $2\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{SiO}_2$. Определить состав исходного расплава (система $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

13. Расплав, содержащий 50% CaO, при температуре 1500°C находится в равновесии с кристаллами геленита $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ в количестве 60 и 40%. Определить состав исходного расплава (система CaO-Al₂O₃-SiO₂). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

14. Расплав при температуре 1900°C находится в равновесии с кристаллами CaO и $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ в соотношении 4:2:1. Определить состав исходного расплава (система CaO-Al₂O₃-SiO₂). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

15. Расплав начинает кристаллизоваться при температуре 1700°C с выделением кристаллов муллита $3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$, а при температуре 1400°C появляется α-тридимит (SiO₂). Определить состав исходного расплава (система CaO-Al₂O₃-SiO₂). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

16. Расплав, содержащий 5% SiO₂, при температуре 1900°C в количестве 55% находится в равновесии с кристаллами CaO. Определить состав исходного расплава (система CaO-Al₂O₃-SiO₂). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

17. Расплав, содержащий 60% Al₂O₃, находится в равновесии с кристаллами CaO·6Al₂O₃ и корунда α-Al₂O₃ в соотношении 2:1:2. Определить состав исходного расплава (система CaO-Al₂O₃-SiO₂). Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

18. Расплав, содержащий 30% MgO, при температуре 2000°C находится в равновесии с кристаллами периклаза MgO в соотношении 95:5. Определить состав исходного расплава в системе MgO-CaO-SiO₂. Выполнить работу по диаграмме состояния (пункты заданий даны в примере).

5.4. Перечень контрольных работ

Контрольная работа охватывает все разделы курса. Она состоит из теоретических вопросов по каждому разделу дисциплины и задач по двух- и трехкомпонентным диаграммам состояния реальных силикатных систем. Предусмотрена вариантность контрольных работ, для выполнения которых изданы методические указания, где представлены требования к их выполнению, перечень вопросов к каждому варианту и содержание задач. [Методические указания к выполнению контрольных работ по ФХТН и СМ (для студентов заочной формы обучения спец. 2508) / Н.П.Бушуева, М.С.Шиманская. – Белгород: Изд-во БГТУ им.В.Г.Шухова, 2004. – 24 с.]

6.1. Перечень основной литературы

1. *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.- 76 с.
2. *Бушуева Н.П.* Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: Лабораторный практикум /Н.П.Бушуева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. – 76 с.
3. *Бушуева Н.П.* Фазовые равновесия в гетерогенных системах: Практикум /Н.П.Бушуева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2013. – 80 с.
4. *Савельев В.Г.* Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: Учебник. /В.Г.Савельев, А.И.Рабухин. – М.: ИНФРА, – 2004. – 351 с.
5. *Горшков В.С.* Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений: Учеб. для вузов /В.С. Горшков, В. Г. Савельев, Н.Ф. Федоров. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Физическая химия силикатов. /Под ред. Пащенко А.А./ – М.: Высшая школа, 1986. – 365 с.
2. *Куколев Г.В.* Химия кремния и физическая химия силикатов: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1966. – 463 с.
3. *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. – 384 с.
4. *Бобкова Н.М.* Физическая химия силикатов и тугоплавких соединений: Учебник для вузов. – Минск: Вышэйшая школа, 1984. – 256 с.
5. *Торопов Н.А.* Диаграммы состояния силикатных систем. – Л.: Наука, 1972. – Т. 3. – 523 с.
6. *Бабушкин В.И.* Термодинамика силикатов. /В.И.Бабушкин, Г.М.Матвеев, О.П.Мчедлов-Петросян. – М.: Стройиздат, 1986. – 408 с.
7. *Киреев В.А.* Курс физической химии /В.А. Киреев. – М: Химия». – 1975. – 776 с.
8. *Павленко В.И.* Химическая термодинамика: учебное пособие для вузов. /В.И. Павленко. – М.: Высшая школа, 1998. – 319 с.
9. *Барзаковский В.П.* Диаграммы состояния силикатных систем. /В.П. Барзаковский, В.В. Лапин, Н.Н. Курцева. – Л.: Наука, 1971. Вып. 1 – 4. – 235 с.
10. *Кругляков П.М.* Физическая и коллоидная химия: Учеб. пособие /М.П. Кругляков, Т.Н. Хаскова. – М.: Высшая школа, 2005. – 319 с.
11. Расчет фазовых равновесий в гетерогенной системе / Методические указания к выполнению расчетно-графического задания по дисциплине «Физическая химия силикатов» для студентов, обучающихся по направ-

- лению 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. /Н.П.Бушуева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2016. – 30 с.
12. Методические указания к выполнению контрольных работ по ФХТН и СМ (для студентов заочной формы обучения спец. 2508) / Н.П.Бушуева, М.С.Шиманская. – Белгород: Изд-во БГТУ им.В.Г.Шухова, 2004. – 24 с.
13. Краткий справочник физико–химических величин / Под ред. А.А. Равделя, А.Н. Пономаревой. - Л.: Химия. – 1983.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://WWW.knigafund.ru/>
2. <http://ntb.bstu.ru/resources/el.php>
3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. [https://elib.bstu.ru/Reader/Book/-](https://elib.bstu.ru/Reader/Book/)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия специально оборудованных кабинетов и лабораторий. Организация отдельных лекций по дисциплине «Физическая химия силикатов» проводится на базе специализированной аудитории, оснащенной компьютеризированным комплексом рабочего места преподавателя.

Лабораторные занятия ведутся в специализированных учебных лабораториях № 302 и 210 кафедры технологии стекла и керамики, оборудованной в соответствии с требованиями, предъявляемыми к учебным химическим лабораториям.

В лаборатории имеются приборы и оборудование: микроскоп МИН-8, микроскоп «ЙЕНАВАЛ», микроскоп «ПОЛАМ Р-211», ультратермостат ТУРЕ: 657 МТА KUTESZ; водяная баня; микроскоп МБУ-4; высокотемпературный микроскоп МНО-2; весы технические, торсионные и аналитические ВЛКТ-500; муфельная печь; силитовая печь; шахтная печь; ротационный вискозиметр РВ-8; вискозиметр ВМ; вискозиметр «Брукфильд», кварцевый дилатометр ДКВ-1 (подключен к компьютеру для обработки результатов и получения дилатометрической кривой); гидравлический пресс. В лаборатории имеются необходимые химическая посуда и химические реактивы.

Имеются компьютеры и соответствующее программное обеспечение для сопровождения эксперимента и ведения сложных расчетов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1.

Методические указания и учебные пособия для обучающегося по освоению дисциплины

1. *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.- 76 с.
2. Расчет фазовых равновесий в гетерогенной системе / Методические указания к выполнению расчетно-графического задания по дисциплине «Физическая химия силикатов» для студентов, обучающихся по направлению 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. /Н.П.Бушуева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2016. – 30 с.
3. *Бушуева Н.П.* Фазовые равновесия в гетерогенных системах: Практикум /Н.П.Бушуева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2013. – 80 с.
4. *Бушуева Н.П.* Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: Лабораторный практикум /Н.П.Бушуева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. – 76 с.
5. Методические указания к выполнению контрольных работ по ФХТН и СМ (для студентов заочной формы обучения спец. 2508) / Н.П.Бушуева, М.С.Шиманская. – Белгород: Изд-во БГТУ им.В.Г.Шухова, 2004. – 24 с.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена без изменений на 2016/2017 учебный год

Заведующий кафедрой _____  _____ Е.И.Евтушенко
подпись, ФИО

Директор института _____  _____
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями в п. 6.1:

6.1. Перечень основной литературы

1. Савельев В.Г. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: Учебник. /В.Г.Савельев, А.И.Рабухин. – М.: ИНФРА, – 2004. – 351 с.
2. 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.
3. Бушуева Н.П. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: Лабораторный практикум /Н.П.Бушуева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. – 76 с.
4. Бушуева Н.П. Фазовые равновесия в гетерогенных системах: Практикум /Н.П.Бушуева. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2013. – 80 с.
5. Горшков В.С. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений: Учеб. для вузов /В.С. Горшков, В. Г. Савельев, Н.Ф. Федоров. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.
6. Бушуева Н.П. Физическая химия силикатов: учеб. пособие / Н.П. Бушуева, О.А. Панова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. – 102 с.

утверждена на 2017 /2018 учебный год.

Протокол № 1 заседания кафедры от « 7 » сентября 2017 г.

/Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

8.2 УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена без изменений на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от 28.05.2018г.

/Заведующий кафедрой ТСК _____  Евтушенко Е.И.

/Директор ХТИ _____  Павленко В.И.

8.2. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена без изменений на 2019/2020 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от 24 июня 2019 г.

/Заведующий кафедрой ТСК  Евтушенко Е.И.

/Директор ХТИ  Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 17 заседания кафедры от «13» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021 / 2022 учебный год.

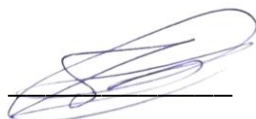
Протокол № 19 заседания кафедры от « 14 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой



И.Н. Борисов

Директор института



Р.Н. Ястребинский