

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия силикатных материалов

Кафедра экологической химии и технологии
химического факультета

Образовательная программа
18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки
Энерго- и ресурсосберегающие процессы производства стекла и
стеклокомпозитов

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения
Очно-заочная

Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала, 2020

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия силикатных материалов» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры) от «20» ноября 2014г. №1480.

Разработчик: кафедра экологической химии и технологии, Исаев А.Б. к.х.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры экологической химии и технологии
от «18» 01 2020 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «21» 01 2020 г., протокол № 6

Председатель  Гасангаджиева У.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением
«28» 03 2020 г.  Гасангаджиева А.Г.
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физическая химия силикатных материалов» входит в вариативную часть и является дисциплиной по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой экологической химии и технологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных со строением и физико-химическими свойствами силикатов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе 144 академических часов по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лекц ии	Лаборат орные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации				
2	144	18	6	12				126	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физическая химия силикатных материалов» являются получение знаний о свойствах силикатных и других тугоплавких соединений в различных состояниях, а также основы учений о фазовых равновесиях и знакомство правилами работы с диаграммами состояния гетерогенных систем

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Физическая химия силикатных материалов» входит в вариативную часть и является дисциплиной по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Для освоения теории и практики физической химии силикатных материалов необходимы знания полученных при изучении дисциплин: дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии», «Химия и технология стекла», «Обогащение сырья для силикатных материалов».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ПК-3	готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	Знать: основные правила и приемы составления библиографических баз данных использованием стандартного программного обеспечения; Уметь: применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке докладов; анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений; Владеть: навыками работы с научными и образовательными порталами
ПК-4	способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную	Знать: сферы применения, современные методики и методы использования лабораторного оборудования и приборов при проведении экспериментов, способы планирования эксперимента, обработки результатов и их анализа, осуществления их корректной интерпретации. Уметь: различать сферы применения лабораторного оборудования и приборов, использовать современные методики и методы в проведении экспериментов, применять способы планирования, обработки результатов

	интерпретацию	эксперимента, осуществлять анализ и проводить корректную интерпретацию полученных экспериментальных данных. Владеть: навыками определения сферы применения лабораторного оборудования и приборов, использования современных методик и метод в научных исследованиях
ПК-7	готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке	Знать: знает специфику функционирования энерго- и ресурсосберегающих технологий, виды и особенности оборудования и технологической оснастки в области производства стекла и стеклокомпозитов с позиций энерго- и ресурсосбережения Уметь: разрабатывать мероприятия по энерго-ресурсосбережению, проводить выбор оборудования и технологической оснастке производства стекла и стеклокомпозитов. Владеть: приемами и методами использования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке производства стекла и стеклокомпозитов
ПК-8	готовностью к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования	Знать: основы разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования производства стекла, стекловолокна и стеклокомпозитов Уметь: самостоятельно разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования производства стекла, стекловолокна и стеклокомпозитов Владеть: приемами и методами разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования производства стекла, стекловолокна и стеклокомпозитов
ПК-9	способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их	Знать: основные положения экономики производственного цикла получения стекла и стекловолокна, основанной на экологически рациональной циркуляции материалов, сбережении и замещении ресурсов, минимизации, повторном использовании, переработке и утилизации отходов, внедрении малоотходной, безотходной и экологически чистой технологии производства стекла и стекловолокна Уметь: оптимизировать процессы производственного цикла получения стекла и стекловолокна с учетом экономической эффективности и экологической безопасности

	экологической безопасности	Владеть: приемами внедрения новой техники с целью повышения показателей производственного цикла получения стекла и стекловолокна, оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности
ПК-10	способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	Знать: основополагающие понятия и методы оценки инновационного и технологического риска при внедрении новых технологий производства стекла, стекловолокна и изделий на их основе Уметь: использовать приемы и методы оценки инновационного и технологического риска при внедрении новых технологий производства стекла, стекловолокна и изделий на их основе Владеть: способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении новых технологий производства стекла, стекловолокна и изделий на их основе
ПК-11	способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов	Знать: основы реализации мероприятий по комплексному использованию сырья и замене дефицитных материалов при производстве стекла, стекловолокна и изделий на их основе. Уметь: составлять задания для формирования оптимальной сырьевой базы производства стекла, на основе теоретических знаний и экспериментальных исследований осуществляет подбор и замену дефицитных материалов при производстве стекла, стекловолокна и изделий на их основе Владеть: приемами и методами по разработке решений для комплексного использования сырья и замене дефицитных материалов при производстве стекла, стекловолокна и изделий на их основе

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Самостоятел ная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма
-------	---------------------------	---------	--------	--	---------------------------	---

				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		промежуточной аттестации (по семестрам)
Модуль 1. Силикаты в различных состояниях									
1	Химическая связь в силикатах и кристаллическое состояние силикатов	2	1-2	2		2		14	Устный опрос
2	Расплавы, стеклообразное состояние силикатов. Силикаты в высокодисперсном состоянии	2	3-4			2		16	Устный опрос
<i>Итого по модулю 1:</i>				2		4		30	Коллоквиум
Модуль 2. Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем									
1	Основные понятия о фазовых равновесиях	2	5-6			2		14	Устный опрос
2	Диаграмма состояния гетерогенных систем	2	7-8	2		2		16	Устный опрос
<i>Итого по модулю 2:</i>				2		4		30	Коллоквиум
Модуль 3. Процессы при синтезе силикатов									
1	Процессы твердофазного взаимодействия	2	9-10	2		2		14	Устный опрос
2	Процессы спекания и кристаллизации	2	11-12			2		16	Устный опрос
<i>Итого по модулю 3:</i>				2		4		30	Коллоквиум
Модуль 4. Подготовка к экзамену									
1	Подготовка к экзамену	2	13-14					36	экзамен
<i>Итого по модулю 4:</i>								36	экзамен
ИТОГО:				6		12		126	экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Силикаты в различных состояниях

Тема 1. Химическая связь в силикатах и кристаллическое состояние силикатов. Химическая связь Si-O и Si-O-Si. Химическая связь металлов в силикатах и оксидах. Химическая связь в других тугоплавких соединениях. Силикаты в кристаллическом состоянии. Структура силикатов. Структура простых и сложных оксидов металлов. Полиморфизм. Дефекты кристаллической решетки.

Тема 2. Расплавы, стеклообразное состояние силикатов. Силикаты в высокодисперсном состоянии. Плавление силикатов, общие сведения. Строение расплава силикатов. Строение расплавов силикатов и оксидов. Роль расплавов в технологии силикатных материалов. Силикаты в

стеклообразном состоянии. Особенности стеклообразного состояния. Условия стеклообразования. Основные разновидности стекол. Строение стекла. Свойства стекла. Роль стеклообразного состояния в технологии силикатных материалов. Силикаты в высокодисперсном состоянии. Электрокинетические явления в высокодисперсных силикатных системах. Устойчивость и коагуляция коллоидных силикатных систем. Поверхностно-активные вещества в силикатных системах. Структурно-механические свойства силикатных высокодисперсных систем. Вода в соединениях гидратированных силикатов. Гидратация некоторых силикатных соединений. Кремнезем в высокодисперсном состоянии.

Модуль 2. Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем

Тема 3. Основные понятия о фазовых равновесиях. Система. Параметры системы. Фаза. Независимые компоненты. Термодинамическое равновесие в силикатах. Степени свободы. Химический потенциал. Правило фаз Гиббса. Сведения о диаграммах состояния гетерогенных систем.

Тема 4. Диаграмма состояния гетерогенных систем. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Система SiO_2 . Элементы состояния двухкомпонентных систем. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Система $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$. Система $\text{CaO}-\text{SiO}_2$. Система $\text{MgO}-\text{SiO}_2$. Трехкомпонентные системы. Основные типы диаграмм состояния трехкомпонентных систем. Система $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$. Система $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$. Правило рычага и его применение для количественных расчетов многокомпонентных систем. Методы построения диаграмм состояния.

Модуль 3. Процессы при синтезе силикатов

Тема 5. Процессы твердофазного взаимодействия. Процессы твердофазного взаимодействия. Твердофазные реакции и их классификация. Термодинамика твердофазных реакций. Поведение твердых тел при спекании. Диффузия в твердых телах. Механизм реакций в смесях твердых тел. Последовательность химических превращений при твердофазном взаимодействии. Кинетика твердофазных реакций. Методы реализации твердофазных реакций.

Тема 6. Процессы спекания и кристаллизации. Сущность и виды спекания. Твердофазное спекание. Жидкостное спекание. Спекание за счет процесса испарение — конденсация. Спекание за счет пластической деформации под давлением. Реакционное спекание. Факторы, влияющие на процесс спекания. Процесс кристаллизации. Кристаллизация расплавов и стекол. Кристаллизация из растворов. Процессы кристаллизации из газовой фазы. Процесс рекристаллизации. Характеристика границ зерен в твердом теле. Первичная и вторичная рекристаллизация. Практическое значение процессов рекристаллизации в технологии силикатных и других тугоплавких материалов.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Силикаты в различных состояниях

Тема 1. Химическая связь в силикатах и кристаллическое состояние силикатов. Определение коэффициента термического линейного расширения силикатных материалов

Тема 2. Расплавы, стеклообразное состояние силикатов. Силикаты в высокодисперсном состоянии. Определение вязкости стекла по методу растяжения стеклянного образца.

Модуль 2. Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем

Тема 3. Основные понятия о фазовых равновесиях. Определение вязкости стекла по методу Стокса. Определение поверхностного натяжения силикатных расплавов методом сидячей капли

Тема 4. Диаграмма состояния гетерогенных систем. Построение диаграммы состояния расплавов силикатов.

Модуль 3. Процессы при синтезе силикатов

Тема 5. Процессы твердофазного взаимодействия. Поведение глинистых материалов при спекании.

Тема 6. Процессы спекания и кристаллизации. Кристаллизация расплавов и стекол.

5. Образовательные технологии

Рекомендуемые образовательные технологии:

- ✓ на лекциях используется демонстративный материал в виде презентаций;
- ✓ решение ситуационных задач;
- ✓ расчетные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем и с консультацией преподавателя.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 6 часов аудиторных занятий. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Занятия лекционного типа (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция) составляют 30% аудиторных занятий.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится экзамен.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в интернете дополнительного материала
3. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.

4. Решение экспериментальных и расчетных задач.
5. Подготовка к коллоквиуму.
6. Подготовка к экзамену.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к экзамену.	Устный или письменный опрос	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение экспериментальных и расчетных задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

Промежуточный контроль проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

Итоговый контроль проводится либо в виде устного экзамена, либо в форме тестирования.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-3	готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации и научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	<p>Знать: основные правила и приемы составления библиографических баз данных использованием стандартного программного обеспечения;</p> <p>Уметь: применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке докладов; анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений;</p> <p>Владеть: навыками работы с научными и образовательными порталами</p>	Устный опрос Письменный опрос
ПК-4	способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов в и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию	<p>Знать: сферы применения, современные методики и методы использования лабораторного оборудования и приборов при проведении экспериментов, способы планирования эксперимента, обработки результатов и их анализа, осуществления их корректной интерпретации.</p> <p>Уметь: различать сферы применения лабораторного оборудования и приборов, использовать современные методики и методы в проведении экспериментов, применять способы планирования, обработки результатов эксперимента, осуществлять анализ и проводить корректную интерпретацию полученных экспериментальных данных.</p> <p>Владеть: навыками определения сферы применения лабораторного оборудования и приборов, использования современных методик и метод в научных исследованиях</p>	Устный опрос Письменный опрос
ПК-7	готовностью к разработке мероприятий по энерго- и	<p>Знать: знает специфику функционирования энерго- и ресурсосберегающих технологий, виды и особенности оборудования и технологической оснастки в области</p>	Устный опрос Письменный опрос

	ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке	<p>производства стекла и стеклокомпозитов с позиций энерго- и ресурсосбережения</p> <p>Уметь: разрабатывать мероприятия по энерго- ресурсосбережению, проводить выбор оборудования и технологической оснастке производства стекла и стеклокомпозитов.</p> <p>Владеть: приемами и методами использования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке производства стекла и стеклокомпозитов</p>	
ПК-8	готовностью к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования	<p>Знать: основы разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования производства стекла, стекловолокна и стеклокомпозитов</p> <p>Уметь: самостоятельно разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования производства стекла, стекловолокна и стеклокомпозитов</p> <p>Владеть: приемами и методами разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования производства стекла, стекловолокна и стеклокомпозитов</p>	Устный опрос Письменный опрос
ПК-9	способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности и технологическ	<p>Знать: основные положения экономики производственного цикла получения стекла и стекловолокна, основанной на экологически рациональной циркуляции материалов, сбережении и замещении ресурсов, минимизации, повторном использовании, переработке и утилизации отходов, внедрении малоотходной, безотходной и экологически чистой технологии производства стекла и стекловолокна</p> <p>Уметь: оптимизировать процессы производственного цикла получения стекла и стекловолокна с учетом экономической эффективности и экологической безопасности</p> <p>Владеть: приемами внедрения новой</p>	Устный опрос Письменный опрос

	их процессов, их экологической безопасности	техники с целью повышения показателей производственного цикла получения стекла и стекловолокна, оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности	
ПК-10	способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	<p>Знать: основополагающие понятия и методы оценки инновационного и технологического риска при внедрении новых технологий производства стекла, стекловолокна и изделий на их основе</p> <p>Уметь: использовать приемы и методы оценки инновационного и технологического риска при внедрении новых технологий производства стекла, стекловолокна и изделий на их основе</p> <p>Владеть: способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении новых технологий производства стекла, стекловолокна и изделий на их основе</p>	Устный опрос Письменный опрос
ПК-11	способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов	<p>Знать: основы реализации мероприятий по комплексному использованию сырья и замене дефицитных материалов при производстве стекла, стекловолокна и изделий на их основе.</p> <p>Уметь: составлять задания для формирования оптимальной сырьевой базы производства стекла, на основе теоретических знаний и экспериментальных исследований осуществляет подбор и замену дефицитных материалов при производстве стекла, стекловолокна и изделий на их основе</p> <p>Владеть: приемами и методами по разработке решений для комплексного использования сырья и замене дефицитных материалов при производстве стекла, стекловолокна и изделий на их основе</p>	Устный опрос Письменный опрос

7.2. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы

1. Химическая связь в силикатах и кристаллическое состояние силикатов.

2. Химическая связь Si-O и Si-O-Si.
3. Химическая связь металлов в силикатах и оксидах.
4. Химическая связь в других тугоплавких соединениях.
5. Силикаты в кристаллическом состоянии.
6. Структура силикатов.
7. Структура простых и сложных оксидов металлов.
8. Полиморфизм.
9. Дефекты кристаллической решетки.
10. Расплавы, стеклообразное состояние силикатов.
11. Силикаты в высокодисперсном состоянии.
12. Плавление силикатов, общие сведения.
13. Строение расплава силикатов.
14. Строение расплавов силикатов и оксидов.
15. Роль расплавов в технологии силикатных материалов.
16. Силикаты в стеклообразном состоянии.
17. Особенности стеклообразного состояния.
18. Условия стеклообразования.
19. Основные разновидности стекол.
20. Строение стекла. Свойства стекла.
21. Роль стеклообразного состояния в технологии силикатных материалов.
22. Силикаты в высокодисперсном состоянии.
23. Электрокинетические явления в высокодисперсных силикатных системах.
24. Устойчивость и коагуляция коллоидных силикатных систем.
25. Поверхностно-активные вещества в силикатных системах.
26. Структурно-механические свойства силикатных высокодисперсных систем.
27. Вода в соединениях гидратированных силикатов.
28. Гидратация некоторых силикатных соединений.
29. Кремнезем в высокодисперсном состоянии.
30. Основные понятия о фазовых равновесиях.
31. Система. Параметры системы. Фаза.
32. Независимые компоненты.
33. Термодинамическое равновесие в силикатах.
34. Степени свободы.
35. Химический потенциал.
36. Правило фаз Гиббса.
37. Сведения о диаграммах состояния гетерогенных систем.
38. Диаграмма состояния гетерогенных систем.
39. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.
40. Система SiO_2 .
41. Элементы состояния двухкомпонентных систем.
42. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем.
43. Система $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$.
44. Система CaO-SiO_2 .

45. Система MgO-SiO_2 .
46. Трехкомпонентные системы.
47. Основные типы диаграмм состояния трехкомпонентных систем.
48. Система $\text{Na}_2\text{O-CaO-SiO}_2$.
49. Система CaO-MgO-SiO_2 .
50. Правило рычага и его применение для количественных расчетов многокомпонентных систем.
51. Методы построения диаграмм состояния.
52. Процессы твердофазного взаимодействия.
53. Процессы твердофазного взаимодействия.
54. Твердофазные реакции и их классификация.
55. Термодинамика твердофазных реакций.
56. Поведение твердых тел при спекании.
57. Диффузия в твердых телах.
58. Механизм реакций в смесях твердых тел.
59. Последовательность химических превращений при твердофазном взаимодействии.
60. Кинетика твердофазных реакций.
61. Методы реализации твердофазных реакций.
62. Процессы спекания и кристаллизации.
63. Сущность и виды спекания.
64. Твердофазовое спекание.
65. Жидкостное спекание.
66. Спекание за счет процесса испарение — конденсация.
67. Спекание за счет пластической деформации под давлением.
68. Реакционное спекание.
69. Факторы, влияющие на процесс спекания.
70. Процесс кристаллизации.
71. Кристаллизация расплавов и стекол.
72. Кристаллизация из растворов.
73. Процессы кристаллизации из газовой фазы.
74. Процесс рекристаллизации.
75. Характеристика границ зерен в твердом теле.
76. Первичная и вторичная рекристаллизация.
77. Практическое значение процессов рекристаллизации в технологии силикатных и других тугоплавких материалов.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- выполнение лабораторных заданий (допуск, выполнение, сдача работ) – 60

баллов,

- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

письменная контрольная работа - 100 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Горшков В.С., Савельев В.Г., Федоров Н.Ф. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений. – М.: Высш. Школа. – 1988. – 400 с.

2. Бушуева, Н. П. Физическая химия силикатов : учебное пособие / Н. П. Бушуева, О. А. Панова. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. - 104 с. - ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80451.html>

б) дополнительная литература:

1. Бобкова, Н. М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов : учебник / Н. М. Бобкова. — Минск : Вышэйшая школа, 2007. — 301 с. — ISBN 978-985-06-1389-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20160.html>

3. Орлова, А. М. Химия силикатов : учебное пособие / А. М. Орлова, Е. А. Петрова. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. — 56 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/16384.html>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. - Москва, 1999. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 15.01.2020). – Яз. рус., англ.

2) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.02.2020).

3) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.02.2020).

4) Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Нац. электрон. б-ка. — Москва – .Режим доступа: <https://нэб.рф> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз. рус., англ.

5) ProQuest Dissertation &Theses Global (PQDT Global) [Электронный ресурс]: база данных зарубежных диссертаций. – Режим доступа:

<http://search.proquest.com/>

6) Springer Nature [Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства Springer Nature - Режим доступа: <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/siteindex/index.html>, <http://materials.springer.com/>, <http://www.springerprotocols.com/>, <https://goo.gl/PdhJdo>, <https://zbmath.org/> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз., англ.

7) Королевское химическое общество (Royal Society of Chemistry) [Электронный ресурс]: журналы издательства. – Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз., англ.

8) Американское химическое общество (ACS) [Электронный ресурс]: база данных полнотекстовых научных журналов Американского химического общества (ACS) коллекции Core+. – Режим доступа: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз., англ.

9) American Physical Society (APS) [Электронный ресурс]: журналы издательства American Physical Society (Американского физического общества). - Режим доступа: <http://journals.aps.org/about> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз., англ.

10) SAGE Premier [Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства SAGE Premier. – Режим доступа: <http://journals.sagepub.com/> (дата обращения: 21.02.2020). – Яз., англ.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Подготовка магистров к занятиям, а также выполнение самостоятельной работы заключается в чтении рекомендуемой литературы, подготовке к лабораторным занятиям и написания контрольной работы. При выполнении самостоятельной работы рекомендуется регулярное повторение пройденного материала, использование сведений по дисциплине, полученные из соответствующих интернет-источников. Для полного освоения материала, в котором встречаются много новых понятий и терминов необходимо строго посещать лекции, лабораторные занятия и своевременно выполнять все задания преподавателя.

Содержание тем, предназначенных для самостоятельного изучения, можно найти в списках основной литературы и дополнительной литературы. Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке вспомогательной литературы.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы с проведением поиска информации в различных поисковых системах, а также пользоваться специализированными сайтами научной литературы по материаловедению доступных с IP-адресов компьютеров, подключенных к локальной сети. При подготовке к итоговой контрольной работе и зачету необходимо тщательно изучить весь материал, который давался на лекциях и лабораторных работах, а также изучить вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения с использованием рекомендованной литературы.

Разделы и темы для	Виды и содержание
---------------------------	--------------------------

самостоятельного изучения	самостоятельной работы
Дифференциальный термический анализ силикатов	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Термическое расширение силикатных материалов	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Полиморфные превращения кремнезёма	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Вязкость силикатов в жидком стеклообразном состоянии	- работа с вопросами для самопроверки;
Определение краевого угла смачивания и поверхностного натяжения силикатных расплавов	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Характеристика бинарных соединений. Метаи ортосиликаты, муллит, алюминаты кальция, энстатит, форстерит, гидросиликаты Al и Mg .	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
Диаграммы состояния силикатных систем $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$; $\text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$; $\text{MgO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$. Характеристика тройных соединений в этих системах.	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
	- работа с вопросами для самопроверки;

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Охрана воздушного бассейна и утилизация газообразных выбросов» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

В соответствии с требованиями ФГОСЗ+ кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска

аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждого двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой.