

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия силикатных материалов

Кафедра неорганической химии и химической экологии
химического факультета

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

Направленность (профиль) программы:
Энерго- и ресурсосберегающие процессы производства стекла и
стеклокомпозитов

Форма обучения
Очная

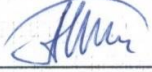
Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками
образовательных отношений, дисциплина по выбору

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия силикатных материалов» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии от «07» августа 2020 г. №909.

Разработчик: кафедра неорганической химии и химической экологии,
Исаев А.Б. - к.х.н., доцент


Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии
от «26» 02 2022 г., протокол № 6

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «18» 03 2022 г., протокол № 7

Председатель  Гасангаджиева У.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением

« 31 » 03 2022 г.  Гасангаджиева А.Г.
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физическая химия силикатных материалов» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, является дисциплиной по выбору ОПОП магистратуры по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии и химической экологии.

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

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: ПК-7.

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	экзамен			
2	144	40	16	24				104	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 часть, формируемую участниками образовательных отношений, является дисциплина по выбору ОПОП 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 и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-7. Способен оценивать инновационный и технологический риски при внедрении технологий производства изделий из стекла	ПК-7.1. Способен анализировать технологии производства изделий из стекла с точки зрения экологических и технологических рисков	Знает: технологии производства изделий из стекла Умеет: решать задачи определения рисков технологических процессов производства изделий из стекла; оценивать эффективность управления экологической безопасностью предприятия в соответствии с отечественными и зарубежными экологическими стандартами; Владеет: навыками эксплуатации современного оборудования производства изделий из стекла; навыками организации работы коллектива исполнителей на предприятиях производства изделий из стекла с минимальными рисками	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа
	ПК-7.2. Способен разрабатывает методы производства стеклокомпозитов	Знает: физико-химические процессы производства стеклокомпозитов Умеет: создавать технологии производства стеклокомпозитов с использованием знаний о физико-химических процессах, протекающих при их производстве Владеет: навыками реализации мероприятий по внедрению технологий производства стеклокомпозитов	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа
	ПК-7.3. Применяет инструменты оценки рисков при внедрении новых технологий	Знает: методологические подходы оценки рисков при внедрении новых технологий. Умеет: создавать модели оценки рисков при внедрении новых технологий оценки инновационных и технологических рисков внедрения новых технологий. Владеет: навыками создания инновационных технологий производства стеклокомпозитов.	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа

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	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Силикаты в различных состояниях								
1	Химическая связь в силикатах и кристаллическое состояние силикатов	2	2		4		12	Устный опрос
2	Расплавы, стеклообразное состояние силикатов. Силикаты в высокодисперсном состоянии	2	4		4		12	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 1:</i>		6		8		24	Коллоквиум
Модуль 2. Основы учения о фазовых равновесиях и диаграммах состояния гетерогенных систем								
1	Основные понятия о фазовых равновесиях	2	2		4		12	Устный опрос
2	Диаграмма состояния гетерогенных систем	2	4		4		12	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 2:</i>		6		8		24	Коллоквиум
Модуль 3. Процессы при синтезе силикатов								
1	Процессы твердофазного взаимодействия	2	2		4		12	Устный опрос
2	Процессы спекания и кристаллизации	2	2		4		12	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 3:</i>		4		8		24	Коллоквиум
Модуль 4. Подготовка к экзамену								
1	Подготовка к экзамену	2					36	экзамен
	<i>Итого по модулю 4:</i>						36	экзамен
	ИТОГО:		16		24		104	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, 8, 9 данного документа.
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7, 8, 9 данного документа.
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к экзамену.	Устный или письменный опрос	См. разделы 7, 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 в виде устного экзамена.

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. 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.

7.2. 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%.

1. 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.

2. Критерии выставления оценок на экзамене:

оценка «отлично»: глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах терминологии дисциплины, представленной в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

оценка «хорошо»: твёрдые и достаточно полные знания всего программного материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном реагировании на замечания по отдельным вопросам;

оценка «удовлетворительно»: знание и понимание основных вопросов программы, наличие несущественных ошибок (не более 50%) при неспособности их самостоятельной корректировки;

оценка «неудовлетворительно»: непонимание сущности излагаемых вопросов, грубые существенные ошибки в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы экзаменатора.

3. Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля успеваемости – контрольной работы:

оценка «отлично»: глубокие исчерпывающие знания материала, логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на вопросы билета; использование в необходимой мере в ответах терминологии дисциплины, представленной в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

оценка «хорошо»: твёрдые и достаточно полные знания материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы, могут быть допущены несущественные недочеты в ответах и незначительные нарушения логики изложения материала;

оценка «удовлетворительно»: знание и понимание основных материала, наличие несущественных ошибок (не более 50%) при неспособности их последовательного и логического изложения, вызывает затруднение использование терминологии дисциплины;

оценка «неудовлетворительно»: непонимание сущности вопросов, грубые существенные ошибки в ответе, отсутствие способности к письменному изложению материала.

4. Критерии оценки контрольных работ (коллоквиум):

оценка «отлично»: ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности, демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение находить рациональные пути решения задач, устанавливать причинно- следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении при решении задачи, графических построениях нет ошибок, задача решена рациональным способом с корректным использованием необходимых физико-химических величин, получен верный ответ. Работа выполнена на 76-100%

оценка «хорошо»: дан полный, правильный ответ на основе изученных понятий, концепций, закономерностей, теорий, но допускаются несущественные ошибки в расчетах при решении задач. Работа выполнена на 66-75%.

оценка «удовлетворительно»: дан полный ответ, но при этом есть существенные ошибки указывающие на неумение использовать теоретические знания и умения при решении поставленных задач. Данные пробелы в знаниях не препятствуют дальнейшему обучению. Работа выполнена на 50-65%

оценка «неудовлетворительно»: ответ обнаруживает незнание основного (порогового) содержания учебного материала. Работа выполнена менее 50%

5. Критерии оценки устного опроса- критерии оценивания:

оценка «отлично» - выставляется студенту, если студент дал подробные ответы на все заданные вопросы. При этом студент должен показать знания не только из основной литературы, но и знания из дополнительной литературы, сети Internet;

оценка «хорошо» - выставляется студенту, если студент дал полные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил незначительные ошибки в одном вопросе;

оценка «удовлетворительно» - выставляется студенту, если студент дал обобщенные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил незначительные ошибки в нескольких вопросах;

оценка «неудовлетворительно» - выставляется студенту, если студент не дал базовые ответы на все вопросы, не продемонстрировал логической связи между теоретическим и практическим материалом. Не показал знания из основной литературы. Студент допустил значительные ошибки в вопросах.

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>. - Режим доступа: для авторизир. Пользователей

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>. - Режим доступа: для авторизир. Пользователей

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>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей

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>. – 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/>.
- 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.
- 4) Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Нац. электрон. б-ка. — Москва – .Режим доступа: <https://нэб.пф> . – 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/>. – Яз., англ.
- 7) Королевское химическое общество (Royal Society of Chemistry) [Электронный ресурс]: журналы издательства. – Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/>. – 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>. – Яз., англ.
- 9) American Physical Society (APS) [Электронный ресурс]: журналы издательства American Physical Society (Американского физического общества). - Режим доступа: <http://journals.aps.org/about>. – Яз., англ.
- 10) SAGE Premier [Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства SAGE Premier. – Режим доступа: <http://journals.sagepub.com/>. – 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 самостоятельного изучения	Виды и содержание 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	
Вязкость силикатов в жидком стеклообразном состоянии	-поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка;
Определение краевого угла смачивания и поверхностного натяжения силикатных расплавов	- работа с вопросами для самопроверки;
Характеристика бинарных соединений. Метаи ортосиликаты, муллит, алюминаты кальция, энстатит, форстерит, гидросиликаты Al и Mg .	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Диаграммы состояния силикатных систем $Na_2O - CaO - SiO_2$; $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$, $CaO - SiO_2 - Al_2O_3$, $MgO - Al_2O_3 - SiO_2$; $MgO - CaO - SiO_2$. Характеристика тройных соединений в этих системах.	-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях;
	-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 каждые 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.