

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химические основы производства стекловолокна

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

Махачкала, 2020

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические основы производства стекловолокна» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВОпо направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры) от «20» ноября 2014 г. № 1480.

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

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры экологической химии и технологии
от «28» 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 «Физико-химические основы производства стекловолокна» входит в перечень обязательных дисциплин вариативной части 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 с изучением основных типов стекловолокна и физико-химических процессов, протекающих при его формировании.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных –ПК-7, 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 зачета, экзамена.

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

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
4	144	18	6	12				126	зачет, экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физико-химические основы производства стекловолокна» являются изучение основных типов стекловолокна и физико-химических процессов, протекающих при его формировании.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Физико-химические основы производства стекловолокна» входит в перечень обязательных дисциплин вариативной части образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Изучение теории и практики этой дисциплины начинается после прохождения студентами материала курсов.

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-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-9	способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности	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

	технологических процессов, их экологической безопасности	стекловолокна с учетом экономической эффективности и 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 семестра	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	Практически е занятия	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1. Типы стеклянных волокон								
1	Стекло различных типов для стекловолокна	4	1-3			2		16	Устный опрос
2	Кварцевое и базальтовое волокно	4	4-6	2		2		14	Контрольная работа
	Итого по модулю 1:			2		4		30	Коллоквиум
	Модуль 2. Стадии стекловарения								
1	Осветление стекломассы	4	7-9	2		2		14	Устный опрос
2	Гомогенизация стекломассы	4	10-12			2		16	Контрольная работа
	Итого по модулю 2:			2		4		30	Коллоквиум
	Модуль 3. Процессы получения стекловолокна								
1	Получение стекловолокна	4	13-15			2		16	Устный опрос
2	Намотка стекловолокна	4	16-17	2		2		14	Контрольная работа
	Итого по модулю 3:			2		4		30	Коллоквиум
	Модуль 4. Подготовка к экзамену								
	Подготовка к экзамену	4	18					36	зачет, экзамен
	Итого по модулю 4:							36	зачет, экзамен
	ИТОГО:			6		12		126	зачет, экзамен

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Типы стеклянных волокон.

Тема 1. Стекло различных типов для стекловолокна.
Стекловолокно марки Е. Требования к стекловолокну. Стандарт ASTM D578-98. Химический состав различных марок стекол для производства стекловолокна и их физико-химические и механические свойства. Стекловолокно из бесщелочного и кварцевого магнийалюмосиликатного стекла. Стекловолокно Е, не содержащее бора, получают на основе системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--CaO--MgO}$. Стекловолокно марки S на основе систем $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MgO}$ или $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MgO--CaO}$. Стекловолокно на основе стекла AR. Щелочестойкие стекла на основе системы $\text{ZrO}_2\text{--SiO}_2\text{--Na}_2\text{O}$. Стекловолокно

марки ECR-glass.

Тема 2. Кварцевое и базальтовое волокно. Кварцевые волокна с содержанием SiO_2 . Сверхчистые кварцевые волокна. Химический состав стекол и горных пород для получения непрерывного волокна. Характеристики основных минералов, которые входят в состав горных пород, используемых в настоящее время для производства базальтовых непрерывных волокон. Условия получения базальтовых непрерывных волокон.

Модуль 2. Стадии стекловарения

Тема 3. Осветление стекломассы. Силикатообразование в процессе стекловарения. Стеклообразование в процессе стекловарения. Осветление стекломассы. Газы в стекломассе. Диффузия газов в стекломассе. Способы ускорения процесса осветления. Образование и характер газовой фазы в стекломассе. Факторы, влияющие на количество и состав газов. Кинетика осветления стекломассы.

Тема 4. Гомогенизация стекломассы. Процессы гомогенизации стекломассы. Однородность стекла. Факторы, влияющие на гомогенизацию. Студка или охлаждение стекломассы.

Модуль 3. Процессы получения стекловолокна

Тема 5. Получение стекловолокна. Схема установки для получения непрерывного стеклянного волокна. Типы фильерных питателей. Щелевой и струйный питатели. Текс. Зависимость линейной плотности комплексной нити от диаметра монофиламента. Замасливание, намотка и сушка нитей. Технологические (или текстильные) и гидрофобно-адгезионные (или прямые) замасливатели. Общие требования, предъявляемые к замасливателям.

Тема 6. Намотка стекловолокна. Текстильная переработка стеклянного волокна. Ровинг из непрерывной нити. Размотка и кручение для получения стеклянной нити. Факторы, влияющие на прочность крученой нити. Намотка крученой стеклянной нити. Трошение и второе кручение. Подготовка уточной нити. Снование основных стеклянных нитей. Технологическая схема сновальной машины. Пробираание основных стеклянных нитей.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Типы стеклянных волокон.

Тема 1. Стекло различных типов для стекловолокна. Методы испытаний стекловолокна. Определение линейной плотности нитей и ровингов. Определение линейной плотности высушиванием.

Тема 2. Кварцевое и базальтовое волокно. Определение теплопроводности волокнистых материалов

Модуль 2. Стадии стекловарения

Тема 3. Осветление стекломассы. Получение стекловидных покрытий.

Тема 4. Гомогенизация стекломассы. Определение температурного интервала размягчения стекла.

Модуль 3. Процессы получения стекловолокна

Тема 5. Получение стекловолокна. Подготовка замасливателей.

Тема 6. Намотка стекловолокна. Изучение кинетики сушки стекловолокна.

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 составляют 20% аудиторных занятий.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится зачет и 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 зачету.
7. 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	Промежуточная аттестация в форме	См. разделы 7.3, 8, 9

	коллоквиуму	контрольной работы.	данного документа
4.	Подготовка к зачету.	Устный или письменный опрос, либо компьютерное тестирование.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
5.	Подготовка к экзамену.	Компьютерное тестирование или опрос по экзаменационным билетам	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 и из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-7	готовностью к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбереже	Знать: знает специфику функционирования энерго- и ресурсосберегающих технологий, виды и особенности оборудования и технологической оснастки в области производства стекла и	Устный опрос. Письменный опрос.

	нию, выбору оборудования и технологической оснастке	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-9	способностью к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности	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 Владеть: приемами внедрения новой техники с целью повышения показателей производственного цикла получения стекла и стекловолокна, оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности	Устный опрос. Письменный опрос.
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	Устный опрос. Письменный опрос.

		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	Устный опрос. Письменный опрос.

7.2. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы

1. Стекло различных типов для стекловолокна.
2. Стекловолокно марки Е.
3. Требования к стекловолокну. Стандарт ASTM D578-98.
4. Химический состав различных марок стекол для производства стекловолокна и их физико-химические и механические свойства.
5. Стекловолокно из бесщелочного и кварцевого магнийалюмосиликатного стекла.
6. Стекловолокно Е, не содержащее бора, на основе системы $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--CaO--MgO}$.
7. Стекловолокно марки S на основе систем $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MgO}$ или $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MgO--CaO}$.
8. Стекловолокно на основе стекла AR.
9. Щелочестойкие стекла на основе системы $\text{ZrO}_2\text{--SiO}_2\text{--Na}_2\text{O}$.
10. Стекловолокно марки ECR-glass.
11. Кварцевое и базальтовое волокно.
12. Кварцевые волокна с содержанием SiO_2 .

13. Сверхчистые кварцевые волокна.
14. Химический состав стекол и горных пород для получения непрерывного волокна.
15. Характеристики основных минералов, которые входят в состав горных пород, используемых в настоящее время для производства базальтовых непрерывных волокон. У
16. условия получения базальтовых непрерывных волокон.
17. Осветление стекломассы.
18. Силикатообразование в процессе стекловарения.
19. Стеклообразование в процессе стекловарения.
20. Осветление стекломассы.
21. Газы в стекломассе.
22. Диффузия газов в стекломассе.
23. Способы ускорения процесса осветления.
24. Образование и характер газовой фазы в стекломассе.
25. Факторы, влияющие на количество и состав газов.
26. Кинетика осветления стекломассы.
27. Гомогенизация стекломассы.
28. Процессы гомогенизации стекломассы.
29. Однородность стекла.
30. Факторы, влияющие на гомогенизацию.
31. Студка или охлаждение стекломассы.
32. Получение стекловолокна.
33. Схема установки для получения непрерывного стеклянного волокна.
34. Типы фильерных питателей.
35. Щелевой и струйный питатели.
36. Текс. Зависимость линейной плотности комплексной нити от диаметра монофиламента.
37. Замасливание, намотка и сушка нитей.
38. Технологические (или текстильные) и гидрофобно-адгезионные (или прямые) замасливатели.
39. Общие требования, предъявляемые к замасливателям.
40. Намотка стекловолокна.
41. Текстильная переработка стеклянного волокна.
42. Ровинг из непрерывной нити.
43. Размотка и кручение для получения стеклянной нити.
44. Факторы, влияющие на прочность крученой нити.
45. Намотка крученой стеклянной нити.
46. Трошение и второе кручение.
47. Подготовка уточной нити.
48. Снование основных стеклянных нитей.
49. Технологическая схема сновальной машины.
50. Пробирание основных стеклянных нитей.

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 - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 15 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.
- тестирование – 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 30 баллов,

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

а) основная литература:

1. Власова, С. Г. Основы химической технологии стекла : учебное пособие / С. Г. Власова ; под редакцией В. А. Дерябин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-0930-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66187.html>

2. Технология стекла / ред. И.И. Китайгородский. — Москва ; Ленинград : Государственное издательство легкой промышленности, 1939. — Т. 1. Технология стекломассы. — 606 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=113394>

3. Технология стекла / ред. И.И. Китайгородский. — Москва ; Ленинград : Государственное издательство легкой промышленности, 1939. — Т. 2. Технология стекломассы. — 550 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=113395>

б) дополнительная литература:

1. Справочник по производству стекла : справочник / ред. И.И. Китайгородский, С.И. Сильвестрович. — Москва : Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1963. — Т. 2. — 820 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222300>

2. Жерновая, Н. Ф. Химическая технология стекла и стеклокристаллических материалов / Н. Ф. Жерновая, Н. И. Минько, О. А. Добринская. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018. — 324 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92308.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 студентов 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.

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 «Организация безотходных и малоотходных химико-технологических производств» 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 каждых 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, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы.

1. Весы аналитические LekiB1604, Pioneer.
2. Весы теххимические LekiB5002.
3. Иономеры в комплекте со штативами и электродами «Эксперт-001».
4. Магнитные мешалки LS220.
5. Дистиллятор А-10.
6. Колориметры фотоэлектрические КФК-2, КФК-2МП, КФК-3.
7. Аспиратор стеклянный
8. Выпрямитель
9. Амперметр
10. Вольтметр
11. Набор лабораторной посуды.
12. Необходимые реактивы.