

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Инженерно-строительное отделение



Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Мембранные технологии Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 20.04.01 - Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Охрана природной среды и ресурсосбережение

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Фазуллин Д.Д.

Рецензент(ы): Маврин Г.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Маврин Г. В.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Инженерно - строительное отделение)
(Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Фазуллин Д.Д. (Кафедра химии и экологии, Инженерно-строительное отделение), DDFazullin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	способностью оптимизировать методы и способы обеспечения безопасности человека от воздействия различных негативных факторов в техносфере
ПК-5	способностью реализовывать на практике в конкретных условиях известные мероприятия (методы) по защите человека в техносфере
ПК-7	способностью к реализации новых методов повышения надежности и устойчивости технических объектов, поддержания их функционального назначения

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- теоретические основы мембранных технологий и устройство основных типов применяемых машин и аппаратов;
- классификацию мембранных технологий;
- свойства мембран и способы получения мембран;
- применение мембран для очистки сточных вод, разделения жидких и газообразных сред;
- способы очистки мембран;
- общие принципы расчета и назначения технологических параметров баромембранных процессов и методы подбора аппаратов для их реализации.

Должен уметь:

- использовать мембранные технологии для обеспечения безопасности человека от техногенных факторов;
- выполнять расчеты основных параметров мембранных аппаратов;
- рассчитывать оптимальные режимы процессов и подбирать необходимые для этого аппараты;
- разрабатывать технологию очистки газов и жидкостей на основе мембранных процессов;
- определять основные характеристики мембран;
- определять конструкционные типы мембранных элементов, подбирать для разных целей мембранного разделения требуемые мембранные элементы.

Должен владеть:

- основными понятиями, терминами и определениями мембранных технологий;
- навыками подбора мембранных элементов для решения различных задач по разделению жидких и газообразных сред;
- процессами мембранного разделения;
- способами повышения эффективности мембранных процессов разделения, увеличения производительности, селективности и степени разделения.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 20.04.01 "Техносферная безопасность (Охрана природной среды и ресурсосбережение)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 4 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 80 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в мембранную технологию.	4	1	2	0	10
2.	Тема 2. Мембранные процессы	4	1	10	0	30
3.	Тема 3. Полупроницаемые мембраны	4	1	10	0	30
4.	Тема 4. Мембранная техника	4	1	2	0	10
	Итого		4	24	0	80

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в мембранную технологию.

Введение в мембранную технологию. Структуры жидкой воды. Физико-химические свойства воды. Аномальная вода. Водные растворы. Свойства водных растворов. Ионный состав растворов. Анионы, катионы. Осмос. Процесс обратного осмоса. Растворы электролитов. Осмотическое давление раствора. Осмотическая машина.

Тема 2. Мембранные процессы

Массоперенос через мембраны.

Мембранные процессы разделения смесей. Баромембранные процессы. Обратный осмос. Ультрафильтрация. Микрофильтрация. Нанофильтрация. Классификация баромембранных процессов.

Диффузионные мембранные процессы. Разделение газовых смесей. Диализ. Мембранная экстракция (жидкие мембраны). Термомембранные процессы. Мембранная дистилляция. Перва-порация (испарение через мембрану). Электромембранные процессы (электродиализ). Поляризационные явления на мембранах.

Концентрационная поляризация. Гелевая поляризация. Осадкообразование на мембране. Влияние поляризационных явлений на удельную производительность мембран. Способы снижения влияния поляризационных явлений.

Тема 3. Полупроницаемые мембраны

Полупроницаемые мембраны.

Полупроницаемая мембрана.

Требования к мембранам. Полимерные мембраны.

Полупроницаемые мембраны из неорганических материалов.

Мембраны из микропористого стекла. Металлические мембраны. Мембраны из керамики. Мембраны из графита.

Композиционные мембраны.

Композитные мембраны с полимерным разделительным слоем, полученным методом полива на поверхность воды.

Композитные мембраны с полимерным разделительным слоем, полученные методом полива на подложку.

Композитные мембраны с полимерным разделительным слоем, полученные методом межфазной поликонденсации. Композитные мембраны на неорганических носителях. Динамические мембраны. Нанесенные мембраны.

Тема 4. Мембранная техника

Мембранные элементы.

Аппараты с плоскими мембранными элементами. Аппараты с рулонными мембранными элементами. Аппараты с патронными мембранными элементами. Аппараты с трубчатыми мембранными элементами. Аппараты с капиллярными мембранными модулями. Мембранные установки.

Генератор движущей силы. Предварительная обработка исходной смеси. Регенерация мембран и мойка оборудования. Рекуперация энергии. Контроль, управление и автоматизация. Поточные схемы мембранных установок.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 4			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ПК-5 , ПК-7 , ПК-3	1. Введение в мембранную технологию. 2. Мембранные процессы 3. Полупроницаемые мембраны 4. Мембранная техника
2	Письменная работа	ПК-5 , ПК-7	2. Мембранные процессы 3. Полупроницаемые мембраны 4. Мембранная техника
3	Тестирование	ПК-7 , ПК-5	3. Полупроницаемые мембраны
	Экзамен	ПК-3, ПК-5, ПК-7	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 4					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 4

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4

Тема 1,2,3,4

Структуры жидкой воды.

Водные растворы.

Осмоз.

Растворы электролитов.

Осмотическое давление раствора.

Осмотическая машина.

Ультрафильтрация.

Микрофильтрация.

Нанофильтрация.

Классификация баромембранных процессов.

Диффузионные мембранные процессы.

Разделение газовых смесей.

Диализ.

Мембранная экстракция (жидкие мембраны).

Термомембранные процессы.

Мембранная дистилляция.

Первапорация (испарение через мембрану).

Электромембранные процессы (электродиализ).

Концентрационная поляризация.

Гелевая поляризация.

Осадкообразование на мембране.

Влияние поляризационных явлений на удельную производительность мембран.

Способы снижения влияния поляризационных явлений.
Требования к мембранам.
Полимерные мембраны.
Свойства полимерных мембран.
Мембраны из микропористого стекла.
Металлические мембраны.
Мембраны из керамики.
Мембраны из графита.
Аппараты с плоскими мембранными элементами.
Аппараты с рулонными мембранными элементами.
Аппараты с патронными мембранными элементами.
Аппараты с трубчатыми мембранными элементами.
Аппараты с капиллярными мембранными модулями.
Генератор движущей силы.
Предварительная обработка исходной смеси.
Регенерация мембран и мойка оборудования.
Рекуперация энергии.
Контроль, управление и автоматизация баромембранными процессами.
Поточные схемы мембранных установок.

2. Письменная работа

Темы 2, 3, 4

Тема 2 Определение задерживающей способности мембран.

Задача 2. Расчет задерживающей способности R.

Рассчитайте задерживающую способность рулонной полисульфонамидной мембраны в процессе ультрафильтрационного разделения сточной воды от нефтепродуктов:

Таблица 2. Данные для расчета показателя R

♦ варианта Исходная концентрация нефтепродуктов, C_0 мг/дм³ Концентрация нефтепродуктов после фильтрации, C мг/дм³

1 573,3 51,2

2 10052,0 2143,0

3 28,4 3,1

4 125,2 9,2

5 77,8 6,4

6 3,1 0,6

Тема 3. Удельная производительность мембран

Задача ♦3

Расчет удельная производительности плоских круглых мембранных элементов, G (дм³/м²ч)

Рассчитайте удельная производительности плоских круглых мембранных элементов в процессе ультрафильтрационного разделения сточной воды от нефтепродуктов: $G = V/S \cdot t$

Установить тип баромембранного процесса по удельной производительности.

Тема 4. Ионообменные мембраны.

1. Ионообменные мембраны.

2. Способы получения ионообменных мембран.

3. Применение ионообменных мембран.

4. Катионообменные мембраны.

5. Очистка воды от ионов тяжелых металлов с помощью катионообменных мембран.

6. Механизм переноса в ионообменных мембранах.

7. Исследование ИК-спектров модифицированных ионообменных мембран.

3. Тестирование

Тема 3

1. Основным показателем селективности мембраны для водных растворов является:

- а) фактор разделения;
- б) коэффициент задержания;
- в) извлечение в пермеат;
- г) извлечение в ретентат.

2. Основным показателем селективности мембраны для газовых и органических смесей является:

- а) извлечение в ретентат;
- б) коэффициент задержания;

- в) извлечение в пермеат;
г) фактор разделения
3. Эффективность работы мембраны определяется двумя факторами: ее селективностью и
- а) потоком сырья;
б) потоком ретентата;
в) толщиной мембраны;
г) потоком пермеата (производительностью).
4. Если размер пор больше 50 нм, то это:
- а) макропоры;
б) ортопоры;
в) мезопоры;
г) микропоры.
5. Если размер пор находится в интервале от 50 до 2 нм, то это:
- а) макропоры; б) мезопоры; в) ортопоры; г) микропоры.
6. Если размер пор мембраны меньше 2 нм, то это:
- а) макропоры; б) ортопоры; в) мезопоры; г) микропоры.
7. Какой из методов получения синтетических мембран позволяет получать мембраны, имеющие структуру с параллельными цилиндрическими порами с узким распределением пор по размерам?
- а) Спекание.
б) Травление ядерных треков.
в) Выщелачивание из пленки.
г) Инверсия фаз.
8. Движущей силой баромембранных процессов является:
- а) градиент концентрации;
б) градиент электрического потенциала;
в) градиент давления;
г) градиент температуры.
9. Какой из мембранных процессов не является баромембранным:
- а) ультрафильтрация;
б) микрофильтрация;
в) обратный осмос;
г) мембранная дистилляция.
10. Баромембранным процессом является:
- а) первапорация;
б) диализ;
в) осмотическая машина;
г) газоразделение.
11. Движущей силой мембранного процесса пьезодиализа является:
- а) градиент электрического потенциала;
б) градиент концентрации;
в) градиент температуры;
г) градиент давления.
12. Движущей силой процесса ?осмотическая машина? является:
- а) градиент давления;
б) градиент концентрации;
в) градиент температуры;
г) градиент электрического потенциала.
13. Основное применение обратного осмоса:
- а) концентрирование солей;
б) концентрирование молока;
в) обессоливание морской воды;
г) концентрирование сточных вод.
14. К электромембранным процессам не относятся:
- а) электроосмос;
б) электродиализ;
в) пьезодиализ;
г) мембранный электролиз.
15. К ионообменным мембранам не предъявляется условие:
- а) высокая электропроводность;

- б) высокая селективность;
- в) высокая степень набухания;
- г) высокая механическая прочность.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Мембранная технология как отрасль науки и техники.
2. Водные растворы.
3. Процесс осмоса.
4. Растворы электролитов. Осмотическое давление раствора.
5. Осмотическая машина.
6. Массоперенос через мембраны.
7. Полупроницаемая мембрана.
8. Баромембранные процессы.
9. Ультрафильтрация.
10. Микрофильтрация.
11. Нанофильтрация.
12. Классификация баромембранных процессов.
13. Диффузионные мембранные процессы.
14. Разделение газовых смесей. Закон Генри.
15. Мембранная экстракция (жидкие мембраны).
16. Термомембранные процессы.
17. Мембранная дистилляция.
18. Первапорация (испарение через мембрану).
19. Электромембранные процессы (электродиализ). Электролиз.
20. Поляризационные явления на мембранах.
21. Концентрационная поляризация.
22. Гелевая поляризация.
23. Осадкообразование на мембране
24. Влияние поляризационных явлений на удельную производительность мембран
25. Способы снижения влияния поляризационных явлений
26. Классификация мембран
27. Требования к мембранам. Задерживающая или разделяющая способность (селективность). Удельная производительность. Механическая прочность.
28. Требования к мембранам. Химическая стойкость. Биологическая стойкость. Тепловая стойкость. Временной ресурс работы мембран. Санитарные требования.
29. Полимерные мембраны.
30. Полупроницаемые мембраны из неорганических материалов.
31. Мембраны из микропористого стекла.
32. Металлические мембраны.
33. Мембраны из керамики.
34. Мембраны из графита.
35. Получение асимметричных углеродных мембран.
36. Композиционные мембраны.
37. Композитные мембраны с полимерным разделительным слоем, полученным методом полива на поверхность воды.
38. Композитные мембраны с полимерным разделительным слоем, полученные методом полива на подложку.
39. Композитные мембраны с полимерным разделительным слоем, полученные методом межфазной поликонденсации.
40. Композитные мембраны на неорганических носителях.
41. Динамические мембраны. Пористые подложки. Мембранообразующие добавки.
42. Нанесенные мембраны.
43. Физико-механические характеристики мембран.
44. Технологические свойства мембран. Удельная производительность (проницаемость)G. Задерживающая способность R
45. Методы калибровки пористых мембран. Калибровка по определению молекулярно-массового отсека (cut-off) мембран. Калибровка по задержанию частиц определенного размера.
46. Мембранные элементы
47. Аппараты с плоскими мембранными элементами
48. Аппараты с рулонными мембранными элементами
49. Аппараты с патронными мембранными элементами
50. Аппараты с трубчатыми мембранными элементами

51. Аппараты с капиллярными мембранными модулями
52. Генератор движущей силы
53. Предварительная обработка исходной смеси
54. Регенерация мембран и мойка оборудования
55. Рекуперация энергии
56. Контроль, управление и автоматизация
57. Диафильтрация
58. Мицеллярно-усиленная ультрафильтрация
59. Мембранный реактор
60. Рынок мембранных технологий
61. Опреснение соленых вод
62. Получение сверхчистой воды
63. Переработка промышленных отходов мембранами
64. Биотехнологии и мембраны.
65. Мембраны в пищевой промышленности.
66. Мембраны в медицине
67. Разделение газовых смесей

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 4			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	3	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Таранцева К. Р. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды [Электронный ресурс]: учебное пособие / К.Р. Таранцева, А.А. Таранцев. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 412 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-009258-4. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=429195>.
2. Пискунов В.М. Водоподготовка: учебное пособие [Электронный ресурс] / Пискунов В.М., Муратов О.Э. - М.:ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 96 с.- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=559512>
3. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод: Учебное пособие - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 296 с.: ISBN 978-5-9729-0125-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=760015>
4. Никифоров А.Ф. Физико-химические основы процессов очистки воды: Учебное пособие / Никифоров А.Ф., Кутергин А.С., Липунов И.Н., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 164 с. ISBN 978-5-9765-3187-1. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=949738>

7.2. Дополнительная литература:

1. Химия воды и микробиология: Учебник [Электронный ресурс] / А.Л. Ивчатов, В.И. Малов. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 218 с.: 60x90 1/16. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=399856>
2. Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: Учебник [Электронный ресурс] / Л.Н. Москвин, О.В. Родинков. - 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 352 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91559-129-4, 500 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=396842>
3. Коротеева Л.И. Технология и оборудование для получения волокон и нитей специального назначения: Учебное пособие/Л.И.Коротеева, Е.Ю.Коротеева - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-16-010428-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=488383>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Мембраны и мембранные технологии, журнал - <http://www.memtech.ru/index.php/ru/journal>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru>

Химические науки и образование в России - <http://www.chem.msu.ru/rus/welcome.html>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от Вас требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.</p> <p>Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям.</p> <p>Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями важно, хорошо запомнить и т.п.</p> <p>Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.</p> <p>Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.</p>
практические занятия	<p>Работа на практических занятиях предполагает активное участие в осуждении предлагаемых в рамках тем вопросов, а решение задач по оценке качества объектов окружающей среды и выполняемых измерений показателей качества позволяет закрепить теоретические знания и выработать определенные навыки, необходимые для проведения оценки результатов мембранных технологий.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Вы можете дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.
устный опрос	При подготовке к устному опросу целесообразно: - внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них; - внимательно прочитать рекомендованную литературу; - составить краткие конспекты ответов (планы ответов). необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.
письменная работа	При выполнении письменной работы необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу по образцу? рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.
тестирование	При подготовке к тестированию необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение семестра. Необходимо также изучить интернет ресурсы, публикации, материалы диссертации по области мембранных технологий. В каждом билете на экзамен содержатся 2 вопроса.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Мембранные технологии" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Мембранные технологии" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 20.04.01 "Техносферная безопасность" и магистерской программе Охрана природной среды и ресурсосбережение .