

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

_____ Хагуров Т.А.
подпись

"29" мая _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.06 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ В МЕМБРАННОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки	<u>04.03.01 Химия</u>
Направленность (профиль)	<u>физическая химия</u>
Программа подготовки	<u>академическая</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Квалификация выпускника	<u>бакалавр</u>

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты в мембранной технологии» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, утверждённым приказом Минобрнауки России от 17.07.2017 N 671 по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата) и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль Физическая химия.

Рабочую программу составил:

С.С. Мельников, доцент кафедры
физической химии, канд. хим. наук

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры (разработчика) физической химии «15» мая 2020 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой (разработчика)
физической химии Заболоцкий В.И

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры (выпускающей) физической химии «15» мая 2020 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой (разработчика)
физической химии Заболоцкий В.И

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «25» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета
Беспалов А.В.

Эксперты:

Коншина Д.Н., доцент кафедры аналитической химии, канд. хим. наук, доцент

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Получение студентами теоретических и практических знаний в области мембранной технологии, навыков практического применения мембранных аппаратов.

1.2 Задачи дисциплины

Формирование у студентов знаний теоретических основ процессов, используемых в мембранной технологии, навыков практического применения мембранных аппаратов.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты в мембранной технологии» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" рабочего учебного плана программы бакалавриата профиль «Физическая химия» по направлению подготовки 04.03.01 Химия. В рамках данной дисциплины у студентов формируют знания, умения и навыки, которые будут закреплены в ходе прохождения производственной практики, что обеспечит формирование компетенций, необходимых для успешной научно-исследовательской деятельности выпускников.

1.4 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональной компетенции: способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-2).

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знает	умеет	владеет
1.	ПК-2	способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	Современные программы для получения и обработки экспериментальных данных	Получать результаты измерений с использованием современной аппаратуры, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	Методами обработки полученных результатов

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зач. ед. (36 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		7	8
Контактная работа, в том числе:	106,5	68,2	30,3
Аудиторные занятия (всего):	98		
Занятия лекционного типа	44	34	10

Лабораторные занятия		54	34	20
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-
Иная контактная работа:				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		46,5	35,8	10,7
Подготовка к текущему контролю			10,8	10,7
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ			20	
Контроль:		27	-	27
Общая трудоемкость				
	час.	180	36-	-
	в том числе контактная работа	106,5	68,2	30,3
	зач. ед	5	3	2

2.2 Структура дисциплины

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Основные сведения о мембранных процессах.	8	4		2	2
2.	Типы мембранных процессов и механизмы массопереноса через мембраны.	10	4		4	2
3.	Баромембранные процессы	22	10		8	4
4.	Диффузионные и термомембранные процессы	16	4		8	4
5.	Электромембранные процессы	28	12		12	4
6.	Основные области применения мембранных технологий	34	10		20	4
	<i>Итого по разделам дисциплинам:</i>					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5				
	Подготовка к текущему контролю	21,5				21,5
	Общая трудоемкость по дисциплине	144,5	44		54	46,5

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.			

	<p>Введение. Основные сведения о мембранных процессах.</p> <p>Типы мембранных процессов и механизмы массопереноса через мембраны.</p>	<p>Области применения мембранной технологии и ее преимущества перед традиционными технологиями. История развития мембранной технологии. Современное состояние мембранных методов разделения и очистки веществ. Анализ рынка мембран и мембранных технологий.</p> <p>Баромембранные, диффузионные, электромембранные, термомембранные процессы. Конвекция, диффузия, электромиграция.</p> <p>Концентрационная поляризация. Осадкообразование на мембране. Влияние поляризационных явлений на производительность мембран. Способы снижения влияния поляризационных явлений.</p>	ЛР
2.	Баромембранные процессы	<p>Основные типы баромембранных процессов: микрофльтрация, ультрафльтрация, нанофльтрация, обратный осмос. Основные факторы, влияющие на процесс разделения. Микрофльтрация, ультрафльтрация. Строение микрофльтрационных и ультрафльтрационных мембран. Влияние параметров рабочего режима на процесс разделения. Обратный осмос. Механизм обратноосмотического разделения. Особенности строения обратноосмотических мембран. Влияние параметров рабочего режима на процесс разделения. Нанофльтрация.</p>	ЛР
3.	Диффузионные и термомембранные процессы	<p>Разделение газовых смесей. Селективность пористых и непористых газоразделительных мембран. Диализ. Мембранная экстракция с использованием жидких мембран. Мембранная дистилляция. Первапорация (испарение через мембрану).</p>	ЛР
4.	Электромембранные процессы	<p>Основные виды электромембранных процессов. Электродиализ. Конструкции электродиализных аппаратов. Электродиализные процессы и аппараты, предназначенные для обессоливания растворов, концентрирования электролитов. Электродиализные процессы и аппараты, предназначенные для получения деионизованной воды. Электродиализные процессы и аппараты, предназначенные для синтеза кислот и щелочей. Мембранный электролиз. Получение неорганических веществ мембранным электролизом. Получение органических веществ мембранным электролизом.</p>	ЛР

5.	Основные области применения мембранных технологий	<p>Применение мембран в водоподготовке: получение питьевой воды путем опреснения морских вод, повышение качества питьевой воды, получение особо чистой воды, обеззараживание и стерилизация воды. Применение мембран в медицине: получение очищенной, стерильной, апиrogenной воды для приготовления вакцин, медицинских препаратов, промывки ампул, очистка крови методом диализа (аппарат искусственная почка), мембранная оксигенация крови, введение в организм лекарственных веществ, регулируемое капсулированием, выделение, очистка и концентрирование лекарственных препаратов в процессах получения лекарственных средств, физиотерапия (аппарат «Горный воздух»). Применение мембран в топливно-энергетическом комплексе: очистка и осушка попутного нефтяного газа, разделение компонентов нефтехимических производств. Применение мембран в микроэлектронной промышленности: получение особо чистой воды, глубокая очистка воздуха для «чистых» комнат. Применение мембран для очистки сточных вод: очистка сточных вод целлюлозно-бумажных, текстильных, гальванических производств, предприятий, производящих полимерные волокна, переработка жидких радиоактивных отходов. Применение мембран в аналитической химии: ион-селективные электроды, мембранные датчики на газы, мембранные методы аналитического разделения, разделение биогаза.</p>	Р
----	---	--	---

2.3.2 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия не предусмотрены учебным планом

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1	Исследование процесса предподготовки исходного раствора перед его обработкой мембранным методом.	Отчет по лабораторной работе
2	Изучение процесса микрофльтрации.	Отчет по лабораторной работе
3	Изучение процесса переработки растворов солей методом обратного осмоса.	Отчет по лабораторной работе

4	Изучение разделения жидких неоднородных систем методом ультрафильтрации (УФ). Расчёт параметров процесса ультрафильтрации.	Отчет по лабораторной работе. Расчетно-графическое задание
5	Изучение процесса умягчения водопроводной воды методом нанофильтрации.	Отчет по лабораторной работе
6	Исследование процесса нейтрализационного диализа.	Отчет по лабораторной работе
7	Исследование электродиализного процесса концентрирования электролита.	Отчет по лабораторной работе
8	Исследование процесса получения деионизованной воды.	Отчет по лабораторной работе
9	Исследование процесса получения кислоты и щелочи из соли электродиализом с биполярными ионообменными мембранами.	Отчет по лабораторной работе
10	Получение энергии с использованием градиента концентрации, методом реверсивного электродиализа.	Отчет по лабораторной работе
11	Исследование основных характеристик топливного элемента.	Отчет по лабораторной работе

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	Методические указания по организации самостоятельной работы студента, утвержденные кафедрой физической химии, протокол № 1 от 30.08.2017 г.
3	Подготовка к текущему контролю	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов.

Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности обучающихся по их разрешению приводит к творческому овладению знаниями, умениями, навыками, развитию мыслительных способностей. Работа с электронными базами данных, подготовка рефератов и защита в форме доклада на семинаре, включающая ответы на вопросы и/или дискуссию, индивидуальных заданий, дискуссии по обсуждаемым вопросам.

Мультимедийные презентации по теме занятия. Доклады студентов с мультимедийной презентацией по рефератам. Дискуссии по теме занятия. Устный опрос.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль знаний осуществляется на каждом практическом занятии в виде устного опроса, обсуждения дискуссионных вопросов, в том числе по докладам, рефератам и индивидуальным заданиям студентов. Письменный контроль осуществляется в виде проверки рефератов и индивидуальных заданий студентов. Одной из форм контроля формирования необходимых компетенций является устная защита реферата в виде доклада с обязательным демонстрационным материалом, например, презентацией. По индивидуальным заданиям студенты кроме письменного отчета также готовят краткое сообщение на 2-3 минуты с обязательным демонстрационным материалом.

Подготовка реферата и доклада по нему с мультимедийной презентацией. Реферат – письменная работа, содержащая краткое изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе нескольких первоисточников, выполняемая студентом в течение длительного срока (около месяца). Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу.

Доклад (устное сообщение) по реферату представляет собой краткое (5-7 мин) изложение сути выполненной работы, сопровождающееся компьютерной презентацией. Последняя должна включать не более 12-15 слайдов.

Примерные темы рефератов:

1. Топливные элементы, их классификация, процессы переноса в топливных элементах.
2. Применение мембран в водоподготовке: получение питьевой воды путем опреснения морских вод.
3. Применение мембран в водоподготовке: получение особо чистой воды.

4. Применение мембран в пищевой промышленности: концентрирование соков, очистка вина, пива.
5. Применение мембран в пищевой промышленности: переработка молочных продуктов.
6. Применение мембран в биотехнологии: извлечение целевых компонентов (ферментов, витаминов и пр.), концентрирование продуктов биотехнологических процессов.
7. Применение мембран в биотехнологии: организация непрерывных биотехнологических процессов, в которых происходит непрерывное извлечение целевых компонентов из биореактора (мембранный реактор).
8. Применение мембран в медицине: очистка крови методом диализа (аппарат искусственная почка).
9. Применение мембран в топливно-энергетическом комплексе: очистка и осушка попутного нефтяного газа.
10. Применение мембран для очистки сточных вод: очистка сточных вод целлюлозно-бумажных производств
11. Применение мембран для очистки сточных вод гальванических производств,
12. Применение мембран для переработки жидких радиоактивных отходов.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение. Основные сведения о мембранных процессах.	ПК-2	<i>Проверочная работа №1;</i>	<i>Вопросы для подготовки к зачету/экзамену № 1-3,5</i>

			<i>Выполнение и защита лабораторной работы №1</i>	
2	Типы мембранных процессов и механизмы массопереноса через мембраны.	ПК-2	<i>Проверочная работа №1;</i>	<i>Вопросы для подготовки к зачету/экзамену № 4,6-8</i>
3	Баромембранные процессы	ПК-2	<i>Проверочная работа №2; Выполнение и защита лабораторной работы №2-5</i>	<i>Вопросы для подготовки к зачету/экзамену № 9-12</i>
4	Диффузионные и термомембранные процессы	ПК-2	<i>Проверочная работа №2; Выполнение и защита лабораторной работы №6</i>	<i>Вопросы для подготовки к зачету/экзамену № 13-15</i>
5	Электромембранные процессы	ПК-2	<i>Проверочная работа №3; Выполнение и защита лабораторной работы №7-11</i>	<i>Вопросы для подготовки к зачету/экзамену № 16-26</i>
6	Основные области применения мембранных технологий	ПК-2	<i>Реферат</i>	<i>Вопросы для подготовки к зачету/экзамену № 27-34</i>

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно / зачтено	Хорошо / зачтено	Отлично / зачтено
ПК-2	Знает – компьютерные программы для получения и обработки экспериментальных данных поверхностно	Знает – компьютерные программы для получения и обработки экспериментальных данных, за исключением редкого специализированного ПО	Знает – современные компьютерные программы для получения и обработки экспериментальных данных включая специализированное ПО
	Умеет – получать результаты измере-	Умеет – получать результаты измере-	Умеет – получать результаты измерений с

	ний с использованием современных компьютерных технологий с посторонней помощью	ний с использованием современных компьютерных технологий	использованием современных компьютерных технологий
	Владеет – неуверенно навыками обработки полученных данных	Владеет – навыками обработки полученных данных, но допускает неточности в интерпретации	Владеет – навыками обработки полученных данных в совершенстве

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

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА № 1

по дисциплине «Процессы и аппараты в мембранной технологии»

Направление подготовки "04.03.01 Химия",

профиль подготовки – Физическая химия, 201_-201_ уч. г.

Раздел рабочей программы «Введение. Основные сведения о мембранных процессах»

Вариант 1

1. Укажите области применения мембранных технологий, а также их преимущества перед традиционными технологиями очистки.
2. Какие свойства мембран положены в основу их классификаций? Приведите три классификации мембран.
3. Механизмы массопереноса через мембраны - диффузия.

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА № 1

по дисциплине «Процессы и аппараты в мембранной технологии»

Направление подготовки "04.03.01 Химия",

профиль подготовки – Физическая химия, 201_-201_ уч. г.

Раздел рабочей программы «Введение. Основные сведения о мембранных процессах»

Вариант 2

1. Какие типы структур имеют мембраны, которые относятся к органическим?
2. Какие требования предъявляют к мембранам?
3. Механизмы массопереноса через мембраны - миграция.

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА № 2

по дисциплине «Процессы и аппараты в мембранной технологии»

Направление подготовки "04.03.01 Химия",

профиль подготовки – Физическая химия, 201_-201_ уч. г.

Раздел рабочей программы «Баромембранные процессы»

Вариант 1

1. Основные типы баромембранных процессов: микрофльтрация, ультрафльтрация, нанофльтрация, обратный осмос.
2. Основные факторы, влияющие на процессы баромембранного разделения.
3. Строение микрофльтрационных и ультрафльтрационных мембран.

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА № 2

по дисциплине «Процессы и аппараты в мембранной технологии»

Направление подготовки "04.03.01 Химия",

профиль подготовки – Физическая химия, 201_-201_ уч. г.

Раздел рабочей программы «Баромембранные процессы»

Вариант 2

1. Механизм обратноосмотического разделения.
2. Особенности строения обратноосмотических мембран.
3. Влияние параметров рабочего режима на процесс разделения.

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА № 3

по дисциплине «Процессы и аппараты в мембранной технологии»

Направление подготовки "04.03.01 Химия",

профиль подготовки – Физическая химия, 201_-201_ уч. г.

Раздел рабочей программы «Электромебранные процессы»

Вариант 1

1. Виды электромебранных процессов?
2. Электродиализные процессы и аппараты, предназначенные для обессоливания растворов, концентрирования электролитов.

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА № 3

по дисциплине «Процессы и аппараты в мембранной технологии»

Направление подготовки "04.03.01 Химия",

профиль подготовки – Физическая химия, 201_-201_ уч. г.

Раздел рабочей программы «Электромебранные процессы»

Вариант 2

1. Электродиализные процессы и аппараты, предназначенные для получения деионизованной воды.
2. Электродиализные процессы и аппараты, предназначенные для синтеза кислот и щелочей.

Зачтено-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Вопросы для подготовки к экзамену/зачету

1. Области применения мембранной технологии и ее преимущества перед традиционными технологиями разделения.
2. Какие известны мембранные методы разделения и очистки веществ?
3. Типы мембранных процессов: баромембранные, диффузионные, электромебранные, термомембранные.
4. Механизмы массопереноса через мембраны: конвекция, диффузия, электромиграция.
5. Основные типы баромембранных процессов: микрофльтрация, ультрафльтрация, нанофльтрация, обратный осмос.
6. Концентрационная поляризация в системе «мембрана – раствор».

7. Осадкообразование на мембране. Влияние поляризационных явлений на производительность мембран. Способы снижения влияния поляризационных явлений.
8. Основные факторы, влияющие на процессы баромембранного разделения.
9. Строение микрофильтрационных и ультрафильтрационных мембран. Влияние параметров рабочего режима на процесс разделения.
10. Механизм обратноосмотического разделения. Особенности строения обратноосмотических мембран. Влияние параметров рабочего режима на процесс разделения.
11. Наночистка. Чем отличаются наночисточные мембраны от обратноосмотических?
12. Мембранное разделение газовых смесей. Селективность пористых и непористых газоразделительных мембран.
13. Диализ.
14. Мембранная дистилляция.
15. Переваривание (испарение через мембрану).
16. Какие процессы называют электромембранными?
17. Какой процесс называется электродиализом? В чём его отличие от электролиза?
18. Конструкции электродиализных аппаратов.
19. Электродиализные процессы и аппараты, предназначенные для обессоливания растворов, концентрирования электролитов.
20. Электродиализные процессы и аппараты, предназначенные для получения деионизованной воды.
21. Электродиализные процессы и аппараты, предназначенные для синтеза кислот и щелочей.
22. Какой процесс называется мембранным электролизом?
23. Получение неорганических веществ мембранным электролизом.
24. Получение органических веществ мембранным электролизом.
25. Топливные элементы, их классификация, процессы переноса в топливных элементах.
26. Требования к мембранам для топливных элементов. Строение и свойства мембран, применяемых в топливных элементах.
27. Применение мембран в водоподготовке: получение питьевой воды путем опреснения морских вод, повышение качества питьевой воды, получение особо чистой воды, обеззараживание и стерилизация воды.
28. Применение мембран в пищевой промышленности: получение очищенной воды для технологических процессов, концентрирование соков, очистка вина, пива, переработка молочных продуктов, создание условий для длительного хранения овощей и фруктов.
29. Применение мембран в биотехнологии: стерилизация технологических сред, извлечение целевых компонентов (ферментов, витаминов и пр.), концентрирование продуктов биотехнологических процессов, организация непрерывных биотехнологических процессов, в которых происходит непрерывное извлечение целевых компонентов из биореактора (мембранный реактор).
30. Применение мембран в медицине: получение очищенной, стерильной, апиrogenной воды для приготовления вакцин, медицинских препаратов, промывки ампул, очистка крови методом диализа (аппарат искусственная почка), мембранная оксигенация крови, введение в организм лекарственных веществ, регулируемое капсулированием, выделение, очистка и концентрирование лекарственных препаратов в процессах получения лекарственных средств, физиотерапия (аппарат «Горный воздух»).
31. Применение мембран в топливно-энергетическом комплексе: очистка и осушка попутного нефтяного газа, разделение компонентов нефтехимических производств.
32. Применение мембран в микроэлектронной промышленности: получение

особо чистой воды, глубокая очистка воздуха для «чистых» комнат.

33. Применение мембран для очистки сточных вод: очистка сточных вод целлюлозно-бумажных, текстильных, гальванических производств, предприятий, производящих полимерные волокна, переработка жидких радиоактивных отходов.

34. Применение мембран в аналитической химии: ион-селективные электроды, мембранные датчики на газы, мембранные методы аналитического разделения, разделение биогаза.

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

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории.

Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

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

5.1 Основная литература:

1. Свитцов, Алексей Александрович, Введение в мембранную технологию [Текст]: [пособие] / А. А. Свитцов. - М. : ДеЛи принт, 2007. - 207 с. : ил.

2. Мембраны и мембранные технологии / отв. ред. А. Б. Ярославцев. - Москва : Научный мир, 2013. - 611 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468334&sr=1

5.2 Дополнительная литература

1. Титова Л.М., Алексанян И.Ю., Нугманов А.Х.-Х. Массообменные процессы в химической и пищевой технологии. Лабораторные и практические занятия. СПб.: Лань, 2014. 224 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/53693/#1>

2. Мулдер М. Введение в мембранную технологию: / М. Мулдер; пер. с англ. А. Ю. Алентьева, Г. П. Ямпольской; под ред. В. П. Дубяги. - М.: Мир, 1999. - 513 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.3 Периодические издания

«Электрохимия»

«Мембраны и мембранные технологии»

«Коллоидный журнал»

«Desalination»

«Journal of Membrane Science»

«Separation and Purification Technology»

«Desalination and water treatment».

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

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попробуйте найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории.

Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных

работ.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

7.1 Перечень информационно-телекоммуникационных технологий

Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты;
Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows 8, 10.

Пакет Microsoft Office Professional Plus (программа для демонстрации и создания презентаций «Microsoft Power Point»; электронные таблицы «Microsoft Excel»).

Программное обеспечение для слабовидящих.

Программа для расчёта характеристик обратноосмотических модулей ROSA (freeware).

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

<http://минобрнауки.пф> – Министерство образования и науки Российской Федерации

1. <http://government.ru/> - Правительство РФ
2. <http://www.edukuban.ru/> - Министерство образования, науки и молодежной политики Краснодарского края
3. <http://fgosvo.ru/> - Портал Федеральных государственных образовательных стандартов
4. <http://www.edu.ru> - Федеральный портал «Российское образование»
5. <http://obrnadzor.gov.ru/> - Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Рособнадзора
6. <http://www.nica.ru/> - Официальный сайт ФГБУ «Национальное аккредитационное агентство в сфере образования»
7. infoneeds.kubsu.ru/infoneeds/ - база информационных потребностей КубГУ
8. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru>
9. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека
10. www.scopus.com - Scopus (SciVerse Scopus) мультидисциплинарная библиографическая и реферативная база данных, созданная издательской корпорацией Elsevier.
11. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
12. <http://cyberleninka.ru/about> – Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка»
13. <http://www.sciencedirect.com> – полнотекстовая научная база данных международного издательства Elsevier.
14. <http://apps.webofknowledge.com/> - мультидисциплинарная реферативно-библиографическая база данных Института научной информации США (Institute for Scientific Information, ISI), представленная на платформе Web of Knowledge компании Thompson Reuters.

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Семинарские занятия	Аудитория (ауд. 322с, 416с, 332с), оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением.
2.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория (ауд. 322с, 416с, 332с, 345с).
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория (ауд. 322с, 416с, 332с, 126с, 334с).
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы (140с), оснащённый компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
5.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
6.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: Сканирующий спектрофотометр Leki SS2109UV Спектрофотометр Leki SS2107 Микроскоп оптический Altami Кондуктометр «Эксперт-002» - 1 шт; Весы аналитические «Adventures Pro» - 1 шт; Турбидиметр Hanna – 1шт; Вискозиметр Brookfield – 1 шт; Вискозиметр капиллярный ВПЖ-2 – 3шт; Весы лабораторные – 1 шт; Весы торсионные – 1 шт; Мешалка с подогревом «Ika C-MAB HS7» Шейкер лабораторный LS110 – 1 шт; pH-метр Hanna HI2211 – 3 шт; Мультиметр – 1 шт; Источник питания постоянного тока стабилизированный Б5-49; Кондуктометр портативный Hanna HI 9033 – 2 шт; Насос перистальтический многоканальный – 1 шт; Насос перистальтический одноканальный LS 301 – 2 шт; Мультитест ИПП-101-1 – 2 шт; ПК-2шт