

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.03.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Мембранные процессы и технологии
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)
Рациональное использование энергетических и сырьевых ресурсов

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 5Е

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	34	34
Лабораторные	34	34
Практические	18	18
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	-
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	86,25	86,25
Самостоятельная работа	93,75	93,75
Контроль	-	-
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

Доцент, к.т.н. Авдякова О.С.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «19» сентября 2019 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать знания о процессах мембранного разделения и современных мембранных технологиях.

Задачи:

1. Ознакомиться с физико-химическими основами мембранного разделения жидких и газовых смесей.
2. Изучить основные свойства мембран и их практических приложениях
3. Изучить основы мембранного материаловедения и методы получения мембран.
4. Сформировать четкие представления о видах мембранных процессов,

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – «Теоретические основы энерго- и ресурсосберегающих процессов», «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии», «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», «Аналитический контроль качества сырья и продукции».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Биотехнологические основы производства», «Преддипломная практика», «Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2 способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	-	Знать: - возможности практического применения мембранных технологий для решения конкретных задач.
		Уметь: - ориентироваться в современной литературе по мембранным методам разделения, справочной литературе
		Владеть: - методами определения разделяемых компонентов.
ПК-5 готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических	-	Знать: - теоретические основы современных методов мембранного разделения различных веществ.
		Уметь: - самостоятельно выбрать материал

<p>процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду</p>		<p>мембран для разделения компонентов различных смесей.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью и готовностью проводить физико-химические расчеты с помощью известных формул и уравнений, в т.ч. с помощью компьютерных программ,
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Введение. Основные сведения о мембранах.	Лек	Лекция 1. Области применения мембранной технологии и ее преимущества. Понятие о мембранологии. Современное состояние мембранных методов разделения и очистки веществ.	7	2	-		
	Пр	Практическое занятие 1. Классификация и перспективы развития мембранной технологии.	7	2	--	2	Контрольные вопросы.
	Лек	Лекция 2. Определение мембраны.. Органические и неорганические мембраны. Жидкие и квазижидкие мембраны. Структура мембран.	7	2	-		
	Пр	Практическое занятие 2. Классификация мембран и методы их получения.	7	2	-	2	Контрольные вопросы
	Лаб	Лабораторная работа 1. Исследование прочности мембран	7	4	-	4	Отчет по лабораторной работе
	Лек	Лекция 3. Требования, предъявляемые к мембранам. Технология получения пленочных и полволоконных мембран.	7	2	-		
	Пр	Практическое занятие 3. Мембранные элементы и модули.	7	2		2	Контрольные вопросы

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб	Лабораторная работа 2. Исследование поверхностных и объемных свойств мембран	7	6	-	6	Отчет по лабораторной работе
	СР	Самостоятельная работа	7	31,25	-	-	-
Модуль 2. Мембранные процессы	Лек	Лекция 4. Основные типы баромембранных методов очистки жидкостей. Ультрафильтрация и микрофильтрация. Основные факторы, влияющие на процесс.	7	2	-		
	Лек	Лекция 5.. Мембраны, аппараты и установки для баромембранных процессов очистки жидкостей.	7	2			
	Лек	Лекция 6. Обратный осмос. Механизм обратноосмотического разделения. Особенности обратноосмотических мембран. Влияние параметров рабочего режима на процесс.	7	2	--		
	Лек	Лекция 7. Низконапорный обратный осмос (нанофильтрация).	7	2	-		
	Лаб	Лабораторная работа 3. Электронная микроскопия мембран.	7	6	-	6	Отчет по лабораторной работе

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Практическое занятие 4. Технологические аспекты использования обратноосмотических процессов.	7	2	-	2	Контрольные вопросы
	Лек	Лекция 8. Мембранные методы очистки воды.	7	2	-		
	Лаб	Лабораторная работа 4. Определение проницаемости мембран для воды.	7	6	-	6	Отчет по лабораторной работе
	Лек	Лекция 9. Обзор основных видов электромембранных процессов. Электродиализ. Конструкции электродиализных аппаратов	7	2	-		
	Пр	Практическое занятие 5. Конструкции электродиализных аппаратов	7	2	-	2	Контрольные вопросы
	Лек	Лекция 10. . Мембранный электролиз. Топливные элементы (ТЭ). Классификация ТЭ.	7	2	-		
	Пр	Практическое занятие 6. Материалы мембран для топливных элементов.	7	2	-	2	Контрольные вопросы
	Лек	Лекция 11. Газодиффузионные проблемы функционирования ТЭ	7	2	-	2	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек	Лекция 12. Назначение мембранных методов разделения жидких смесей. Первапорация. Модель проникания жидкости через полимерную мембрану. Влияние технологических параметров процесса на селективность и проницаемость мембраны. Мембранная дистилляция, ее физико-химические основы. Способы реализации процесса. Области применения мембранной дистилляции.	7	2	-		
	Пр	Практическое занятие 7. Конструкции мембранных первапорационных устройств.	7	2	-	2	Контрольные вопросы
	Лек	Лекция 13. Мембранные методы разделения смесей органических и неорганических жидких веществ.	7	2	-		
	Лек	Лекция 14. Селективность пористых и непористых газоразделительных мембран. Типы мембранных элементов и модулей. Технологические схемы мембранного газоразделения. Активные мембранные системы.	7	2	-		
	Пр	Практическое занятие 8. Математические модели процесса разделения в мембранных модулях.	7	2	-	2	Контрольные вопросы

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек	Лекция 15. Мембранные модули и системы для газоразделения.	7	2	-		
	Лаб	Лабораторная работа 5. Экспериментальные методы определения коэффициентов проницаемости и диффузии газов	7	6	-	6	Отчет по лабораторной работе
	Лек	Лекция 16. Сборка и тестирование мембранного аппарата для получения технического азота из воздуха.	7	2	-		
	СР	Самостоятельная работа	7	31,25	-	-	-
Модуль 3. Полимеры как мембранные материалы.	Лек	Лекция 17. Принципы выбора мембранных материалов. Высокопроницаемые и барьерные полимеры. Принципы их структурной организации. Влияние химической структуры полимеров на соотношение проницаемость – селективность. Физико-химические основы получения полимерных мембран.	7	2	-		
	Лаб	Лабораторная работа 6. Получение поливинилхлоридных пластифицированных мембран	7	6	-	6	Отчет по лабораторной работе
	Пр	Практическое занятие 9. Подготовка к зачету.	7	2	-	2	Зачет

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	СР	Самостоятельная работа	7	31,25	-	-	-
	ПА	Промежуточная аттестация	7	0,25	-		Зачет
Итого:				180			

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины предполагается использование технологий традиционного обучения: лекции, практические занятия, лабораторные работы и курсовая работа. На лекциях в основном используются наглядные и словесные методы обучения.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Дисциплина проводится в седьмом семестре, план предусматривает лекции один раз в неделю, выполнение 6 лабораторных работ и 9 практических работ. Изучение курса заканчивается зачетом.

Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Модуль 1. Общие сведения о химической технологии неорганических веществ	Области применения мембранной технологии и ее преимущества. Классификация и перспективы развития мембранной технологии. Понятие о мембранологии. Современное состояние мембранных методов разделения и очистки веществ. Определение мембраны. Классификация мембран и методы их получения. Органические и неорганические мембраны. Жидкие и квазжидкие мембраны. Структура мембран. Требования, предъявляемые к мембранам. Технология получения пленочных и полуволоконных мембран. Мембранные элементы и модули.
Модуль 2. Мембранные процессы	Баромембранные методы очистки жидкостей Основные типы баромембранных методов очистки жидкостей. Ультрафильтрация и микрофильтрация. Основные факторы, влияющие на процесс. Мембраны, аппараты и установки для баромембранных процессов очистки жидкостей. Обратный осмос. Механизм обратноосмотического разделения. Особенности обратноосмотических мембран. Влияние параметров рабочего режима на процесс. Низконапорный обратный осмос (нанофильтрация). Технологические аспекты использования обратноосмотических процессов. Мембранные методы очистки воды. Электромембранные процессы Обзор основных видов электромембранных процессов. Электродиализ. Конструкции электродиализных аппаратов. Мембранный электролиз. Топливные элементы (ТЭ). Классификация ТЭ. Материалы мембран для ТЭ. Газодиффузионные проблемы функционирования ТЭ. Мембранные методы разделения жидких смесей Назначение мембранных методов разделения жидких смесей. Первапорация. Модель проникновения жидкости через полимерную мембрану. Влияние технологических параметров процесса на селективность и проницаемость мембраны. Конструкции мембранных первапорационных устройств. Мембранная дистилляция, ее физико-химические основы. Способы реализации процесса. Области применения мембранной дистилляции.

	<p>Мембранные методы разделения смесей органических и неорганических жидких веществ.</p> <p>Мембранное разделение газовых смесей</p> <p>Селективность пористых и непористых газоразделительных мембран. Типы мембранных элементов и модулей. Математические модели процесса разделения в мембранных модулях. Технологические схемы мембранного газоразделения. Активные мембранные системы. Мембранные модули и системы для газоразделения. Сборка и тестирование мембранного аппарата для получения технического азота из воздуха.</p>
Модуль 3. Полимеры как мембранные материалы.	<p>Принципы выбора мембранных материалов.</p> <p>Высокопроницаемые и барьерные полимеры. Принципы их структурной организации. Влияние химической структуры полимеров на соотношение проницаемость – селективность. Физико-химические основы получения полимерных мембран. Экспериментальные методы определения коэффициентов проницаемости и диффузии газов.</p>

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-2, ПК-5	Вопросы к зачету №.1-40

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Контрольные вопросы по практическим занятиям

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Практическое занятие 1. Классификация и перспективы развития мембранной технологии.
Практическое занятие 2. Классификация мембран и методы их получения.
Практическое занятие 3. Мембранные элементы и модули.
Практическое занятие 4. Технологические аспекты использования обратноосмотических процессов.
Практическое занятие 5. Конструкции электродиализных аппаратов
Практическое занятие 6. Материалы мембран для топливных элементов.
Практическое занятие 7. Конструкции мембранных пермеационных устройств.
Практическое занятие 8. Математические модели процесса разделения в мембранных модулях.
Практическое занятие 9. Подготовка к зачету.

7.2.1. Отчеты по лабораторным работам

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Лабораторная работа 1. Исследование прочности мембран
Лабораторная работа 2. Исследование поверхностных и объемных свойств мембран
Лабораторная работа 3. Электронная микроскопия мембран.
Лабораторная работа 4. Определение проницаемости мембран для воды.
Лабораторная работа 5. Экспериментальные методы определения коэффициентов проницаемости и диффузии газов
Лабораторная работа 6. Получение поливинилхлоридных пластифицированных мембран

Темы письменных работ (не предусмотрены)

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр _____7_____

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Роль мембранных процессов в технике и живой природе
2	Баромембранные процессы, виды
3	Обратный осмос
4	Ультрафильтрация
5	Микрофильтрация
6	Нанофильтрация.
7	Термомембранные процессы
8	Мембранная дистилляция
9	Первапорация..
10	Электромембранные процессы (электродиализ).
11	Мембраны-сепараторы в источниках тока.
12	Мембраны в топливных элементах.
13	Классификация мембран. Требования к мембранам..
14	Полимерные мембраны. Методы получения полимерных мембран.
15	Получение полимерных мембран методом мокрого фазоинверсного формования.
16	Получение полимерных мембран методом сухого фазоинверсного формования
17	Трековая мембрана как особый вид полимерных мембран, характеризующийся высокооднородной структурой. Процесс получения трековой мембраны
18	Неполимерные мембраны. Понятие об их методах получения и особенностях структуры.
19	Методы определения структуры и характеристик мембран.
20	Основные технологические свойства мембран.
21	Методы калибровки пористых мембран
22	Организация мембранных процессов (схемы)
23	Понятие о методах расчета мембранных процессов и аппаратов.
24	Примеры практического применения мембранных методов для получения сверхчистой воды
25	Примеры практического применения мембранных методов для обессоливания воды
26	Примеры практического применения мембранных методов для фракционирования природных взвесей перед химическим анализом
27	Примеры практического применения мембранных методов для выделения металлических ионов (мембранная экстракция)
28	Различные типы мембранных модулей
29	Сравнительная характеристика мембранных модулей
30	Области применения мембранных модулей
31	Различные потоки в мембранных модулях. Роль рециркуляции.
32	Мембранное разделение воздуха
33	Мембранное разделение углеводородов
34	Мембранное разделение водно-органических смесей
35	Мембранное разделение органических веществ
36	Мембранная дистилляция для производства чистой воды
37	Мембранная дистилляция для концентрирования растворов

№ п/п	Вопросы к зачету
38	Сравнительный анализ методов получения чистой воды
39	Методы мембранной экстракции
40	Классификация мембран

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	Зачет (устно)	«зачтено»	Зачет считается сданным при удовлетворительном ответе на устные вопросы или на более 55% тестов.
		«не зачтено»	Не отвечает на устные вопросы преподавателя или отвечает менее чем на 55% тестов.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Козадерова О.А	Мембранные процессы	Учебное пособие	2019	ЭБС «IPRbooks»
2	Макаренков Д. А.	Процессы и аппараты химических технологий	Учебное пособие	2019	ЭБС «Znanium.com»
3	Романков П. Г.	Массообменные процессы химической технологии	Учебное пособие	2020	ЭБС «IPRbooks»
4	Большаков, В. Н.	Экология	Учебник	2019	ЭБС «IPRbooks»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
4	Таранцева К. Р.	Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды	Учебное пособие	2016	ЭБС «Znanium.com»
5	-	Мембраны и мембранные технологии : монография	Монография	2018	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468334
6	Жданов В.М	Физико-химические процессы в газовой динамике. Справочник. Т.3. Модели	Справочник	2018	ЭБС «Лань»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		процессов молекулярного переноса в физико-химической газодинамике - Издательство "Физматлит" - 2012 - ISBN: 978-5-9221-1158-4 - Текст электронный // ЭБС Лань - URL: https://e.lanbook.com/book/59588			
7	Скулачев В.П	Скулачев В.П., Богачев А.В., Каспаринский Ф.О. - Мембранная биоэнергетика: учебное пособие - Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова - 2010 - ISBN: 978-5-211-05871-2 - Текст электронный // ЭБС Лань - URL: https://e.lanbook.com/book/96187	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- **Теоретические основы химической технологии**

Журнал публикует сообщения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам тепломассообмена, процессам разделения, межфазным явлениям, течению сыпучих материалов, биотехнологии, оптимизации, автоматизации и управлению, экономии энергии, металлов и сырья, защите окружающей среды и смежным темам. **Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ.** Для зарегистрированных пользователей Научной электронной библиотеки (eLibrary) доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8244>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	бессрочно
2	Office Standard	бессрочно

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория "Процессы и аппараты защиты окружающей среды". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (А-409)	Стол� ученические , столы компьютерные, стулья. доска передвижная, проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве, ПК-7 , стенд информационный п/а467.
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых	Переносной проектор, экран , столы компьютерные ,стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная)- ПК с выходом в сеть Интернет

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-203)	
3	Лаборатория "Высокомолекулярные соединения". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-220)	Столы лабораторные островные; стол лабораторный высокий ; стол для весов; шкафы вытяжные 1500ШВ; весы аналитические Shinko220 сушильный шкаф Snol 58/350 ; стол виброустойчивый; шкафы для хим.реактивов ; тумбы для посуды и хим.реактивов ; регулятор напряжения БП2100 ; магнитная мешалка ММ5; термостат UTU4; автоклав; кондуктометр портативный МАРК-603/1, доска аудиторная трехсекционная; табуреты лабораторные ; стол преподавателя ;химическая посуда, баня шестиместная LOIP LB-160
4	Лаборатория "Процессов и АХП". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-118)	Лабораторные установки по изучению процесса ректификации , процесса теплопередачи (труба в трубе), лабораторная установка для измерения давления , стационарное медиа оборудование, интерактивная доска. Столы ученические , стулья ученические.