

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химической технологии им. Н.И. Ярополова (136)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 12 февраля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«МЕМБРАННЫЕ ПРОЦЕССЫ»

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Селезнев Александр
Владимирович
Дата подписания: 30.05.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Боженков Георгий
Викторович
Дата подписания: 17.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Дьячкова
Светлана Георгиевна
Дата подписания: 10.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Мембранные процессы» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-4 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК ОС-4.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-4.4	Обладает знанием теоретических и практических основ современных мембранных методов разделения веществ, процессов, протекающих в мембранах, способен использовать эти знания для самостоятельного выбора мембранных материалов для разделения компонентов, содержащихся в различных объектах	Знать Теоретические и практические основы мембранных процессов и технологий с применением мембран. Уметь Выбирать соответствующие мембранные процессы для решения конкретных технологических задач. Предлагать методы и средства для осуществления мембранных процессов в технологиях производства химических продуктов, сырья, пищевых продуктов. Владеть Основными промышленными методами мембранного разделения веществ, методами систематизации и анализа научно-технической информации в области мембранных технологий.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Мембранные процессы» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Основы общей и неорганической химии», «Физика», «Органическая химия», «Общая химическая технология», «Физическая химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Процессы и аппараты химической технологии», «Технология переработки углеводородных газов», «Технология углеродных и композиционных материалов», «Химия и технология производства полимерных и композиционных материалов», «Технологии очистки стоков и выбросов нефтехимических предприятий»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45
--------------------	--

	минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Мембранные процессы. Общие сведения. Классификация мембранных процессов и мембран.	1	4			1, 2	6	2	20	Собеседование
2	Баромембранные процессы.	2	4			3	4	3	16	Собеседование
3	Электромембранные процессы. Процессы электролиза.	3	4			4	4			Собеседование
4	Мембранный электролиз. Мембранные технологии в производстве хлора и щелочей	4	5			5	6			Устный опрос
5	Мембранные технологии разделения газов	5	4			6	4			Устный опрос
6	Мембранное разделение жидкостей – первапарация.	6	4			7	4			Собеседование
7	Мембранная дистилляция	7	3							Устный опрос
8	Мембранный катализ	8	4			8	4	1	8	Собеседование
	Промежуточная									Зачет

	аттестация								
	Всего		32				32		44

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Мембранные процессы. Общие сведения. Классификация мембранных процессов и мембран.	Мембранные процессы. Сегментирование мирового мембранного рынка. Задачи мембранных технологий. Общая схема процесса мембранного разделения. Характеристики мембранного процесса. Классификация мембранных процессов. Мембраны. Основные требования к мембранам. Классификация (типы) мембран. Мембранные элементы.
2	Баромембранные процессы.	Движущая сила баромембранных процессов. Объекты баромембранного разделения. Осмос и обратный осмос. Нанофильтрация. Ультрафильтрация. Микрофильтрация. Аппараты для баромембранных процессов. Факторы влияющие на баромембранные процессы.
3	Электромембранные процессы. Процессы электродиализа.	Примеси в воде и водных растворах. Общее описание электромембранных процессов. Электродиализ. Электродиализ с биполярными мембранами. Электродеионизация. Мембраны применяемые в электромембранных процессах.
4	Мембранный электролиз. Мембранные технологии в производстве хлора и щелочей	Производство хлора и щелочей. Методы электролиза растворов хлорида натрия. Мембранный электролиз. Подготовка рассола (водного концентрированного раствора хлорида натрия (или калия)) для мембранного электролиза. Тонкая фильтрация рассола. Мембранное удаление сульфатов из рассольно - анолитного цикла. Катионообменные мембраны. Анионообменные мембраны. Мембранная ячейка электролизера. Мембранные электролизеры. Рынок мембран для мембранного электролиза.
5	Мембранные технологии разделения газов	Диффузионно-мембранные процессы. Общие сведения о мембранном разделении газовых смесей. Структура мембран. Мембранные модули для газоразделения. Улавливание углеводородов в производстве полиэтилена и полипропилена. Улавливание винилхлорида из продувочных газов реакторов полимеризации в производстве поливинилхлорида.
6	Мембранное разделение жидкостей – первапорация.	Принцип метода. Пervaпoрация вакуумная, сдувочная и термоградиентная. Основные задачи первапорациoнного разделения. Сепарациoнный фактoр. Основные параметpы пpoцесса, влияющие на эффeктивнoсть разделения. Структура и свойства мембран для первапoрации.

7	Мембранная дистилляция	Термомембранный процесс. Принцип работы. Мембраны для мембранной дистилляции. Типы мембранно-дистилляционных систем. Области применения мембранной дистилляции. Перспективы развития процесса.
8	Мембранный катализ	Мембранный катализ. Типы мембранных катализаторов. Монолитные мембранные катализаторы. Пористые мембранные катализаторы. Цеолитные мембраны. Композитные мембранные катализаторы. Мембранные катализаторы гидрирования и дегидрирования. Мембранные микрореакторы. Переработка метана в мембранных реакторах.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Области применения мембранных процессов. Классификация мембранных процессов и мембран.	4
2	Характеристики мембранных процессов и мембран.	2
3	Методы мембранной очистки воды. Изучение дополнительных материалов по теме.	4
4	Изучение дополнительных материалов по теме «Электромембранные процессы»	4
5	Изучение дополнительных материалов по теме «Мембранный электролиз»	6
6	Мембранное разделение газов. Изучение дополнительных материалов.	4
7	Мембранное разделение жидкостей – первапорация. Изучение дополнительных материалов	4
8	Мембранный катализ. Изучение дополнительных материалов.	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	8
2	Подготовка презентаций	20
3	Проработка разделов теоретического материала	16

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Нет

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Селезнев А.В. Методические указания по практическим и самостоятельным работам по предмету «Мембранные процессы» // Иркутск.-2025.- эл. издание

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Селезнев А.В. Методические указания по практическим и самостоятельным работам по предмету «Мембранные процессы» // Иркутск.-2025.- эл. издание

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Во время занятий проводится устный опрос – фронтальный - в форме беседы преподавателя с группой, а также индивидуальный опрос. При индивидуальном опросе преподаватель задает обучающемуся один вопрос. После подготовки к ответу в течение 5 минут обучающийся докладывает о готовности к ответу и с разрешения преподавателя отвечает на поставленный вопрос. С помощью как индивидуального, так и фронтального опроса преподаватель имеет возможность выяснить готовность группы к изучению нового материала, определить сформированность основных понятий, усвоение нового учебного материала, который только что был разобран на занятии.

Критерии оценивания.

Обучающийся должен продемонстрировать умение составлять полный и правильный ответ на заданные вопросы; выделять основные положения, самостоятельно подтверждать ответ конкретными примерами.

6.1.2 семестр 4 | Собеседование

Описание процедуры.

Собеседование проводится в форме коллективного обсуждения заданной темы, охватывающей часть лекционного материала во время занятий (обычно в заключительной части лекции или на практических занятиях).

Критерии оценивания.

Обучающиеся должны продемонстрировать уровень первичного усвоения полученной информации и в случае необходимости правильно сформулировать уточняющие вопросы.

Преподаватель оценивает активность обучающихся во время собеседования и степень усвоения новых знаний.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-4.4	Обучающийся исчерпывающе и четко излагает теоретический материал, использует в ответе материал научно-технической литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач.	Собеседование на заданную тему. Устный опрос. Собеседование по вопросам зачета по курсу «Мембранные процессы»

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачёт проводится в устной форме. Обучающемуся предлагается один вопрос из списка, предоставленного за три недели до начала зачетного периода.

На подготовку ответа выделяется 30 минут, в течение которых обучающийся готовится к ответу, делает краткие записи, расчеты, строит графики, схемы, подтверждающие основные положения выполненного задания. Обучающимся рекомендуется сделать краткие записи ответов. Письменные ответы делаются в произвольной форме.

В своем ответе на вопрос из списка обучающийся должен четко изложить содержание материала, подкрепляя при необходимости ответ цифровыми данными, формулами, расчетами, графиками, схемами и другими материалами. По окончании ответа на вопрос преподаватель может задать обучающемуся дополнительные вопросы, на которые должны быть даны исчерпывающие ответы.

Объявление итогов сдачи зачета производится сразу после сдачи зачета.

Список вопросов для зачета по курсу «Мембранные процессы»

1. Изобразите общую схему мембранного процесса и поясните её?
2. Назовите основные характеристики мембранного процесса и поясните их?
3. Классификация мембранных процессов?
4. Классификация мембран?
5. Требования к мембранам?

6. Приведите два – три примера мембранных элементов?
7. Баромембранные процессы. Общие данные?
8. Осмос и обратный осмос?
9. Наночистота?
10. Ультрачистота?
11. Микрочистота?
12. Факторы, влияющие на баромембранные процессы?
13. Общее описание электромембранных процессов?
14. Электродиализ?
15. Мембранный электролиз. Получение хлора и каустика мембранным электролизом?
16. Мембраны для мембранного электролиза?
17. Общая схема мембранного электролиза?
18. Мембранное удаление сульфатов из рассольно-анодитного цикла?
19. Применение мембранных технологий в тонкой чистоте рассола?
20. Характеристики катионообменных мембран?
21. Общие сведения о мембранном разделении газовых смесей?
22. Структура мембран. Мембранные модули для газоразделения?
23. Улавливание углеводородов в производстве полиэтилена и полипропилена с применением мембранного газоразделения?
24. Улавливание винилхлорида из продувочных газов реакторов полимеризации в производстве поливинилхлорида?
25. Первичная вакуумная, сдувочная и термоградиентная? Мембранная дистилляция?
26. Факторы, влияющие на процесс испарения через мембрану?
27. Типы мембранных катализаторов?
28. Цеолитные мембраны ?
29. Процессы гидрирования катализируемые мембранными катализаторами?
30. Мембранные катализаторы реакций дегидрирования?

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Зачет считается сданным, если обучающийся показал знание основных положений учебной дисциплины, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы, владеет навыками выполнения практических задач.	Зачет считается не сданным, если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при его изложении, не выполняет практические задания.

7 Основная учебная литература

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Издание 2-е. В 2-х книгах. Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. М.: Химия, 1995.- 368с.: ил.

[Сайт] – URL:

2. Дубяга В.П., Перепечкин Л.П., Катаевский Е.Е. Полимерные мембраны.- М.: Химия, 1981.- 232с.

[Сайт] – URL: <https://www.ftorpolymer.ru/docs/polimernye-membrany-v-p-dubyaga-l-p-perepechkin-e-e-katalevskij.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Дытнерский Ю. И. Мембранные процессы разделения жидких смесей / Ю. И. Дытнерский, 1975. - 229.
2. Мембранные процессы разделения жидких и газовых смесей : межвуз. сб. / редкол.: Ю. И. Дытнерский (отв. ред.) [и др.], 1982. - 167.
3. Дытнерский Юрий Иосифович. Баромембранные процессы : теория и расчет / Юрий Иосифович Дытнерский, 1986. - 271.
4. Хванг С.-Т. Мембранные процессы разделения : пер. с англ. Е. П. Моргунова / С.-Т. Хванг , К. Каммермейер, 1981. - 464.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.