

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет имени Александра
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-методической работе

А. А. Панфилов

« 01 » 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАН

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Программа подготовки: «Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов»

Уровень высшего образования бакалавриат

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Семестр	Трудоемкость зач. ед, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
8	6 (216ч)	10	20	20	130	Экзамен, (36ч)
Итого	6 (216ч)	10	20	20	130	Экзамен, (36ч)

г. Владимир, 2015 г.

I. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Применение мембран» являются знание классификации мембран, изучения методов получения мембран, расширение знаний химических и биохимических процессов и их природы.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Настоящий курс входит в состав дисциплин бакалавриата по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Изучение дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- органическая химия
- процессы и аппараты химической технологии
- теоретические основы мембранных процессов

Знание данной дисциплины необходимо для глубокого усвоения курсов специальных технологических дисциплин, а также применения знаний курсов дисциплин, в основе которых лежат такие явления как физические и химические явления в гомогенных и гетерогенных системах.

Знания, полученные в данном курсе, необходимы для дальнейшего обучения по дисциплинам профессионального цикла и производственной практики.

III. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-14);
- способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- методы оценки эффективности, этих производств и их воздействия на окружающую среду (ПК-14);
- методы и приборы определения свойств мембран, фильтрующих устройств и установок (ПК-1, ПК-15);

Уметь:

- выбирать возможные варианты проведения процесса получения мембраны (ПК-1, ПК-15).

- рассчитывать основные характеристики технологического процесса получения мембраны (ПК-14).

Владеть:

- методами получения полимерных мембран (ПК-1, ПК-14);

- методами анализа из структуры и порометрических свойств (ПК-15).

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Консультации	Семинары	Практ. занятия	Лаб. работы	Конт. работы, коллоквиумы	СРС			КП/КР
1	Раздел 1 Процессы мембранного разделения. Движущие силы процессов. Мембранные аппараты и установки для разделения жидких смесей на основе плоскостных, трубчатых, рулонных, полволоконных элементов	8	1-3	4			8	8			30	4/20%	Рейтинг – контроль №1
2	Раздел 2 Классификация технологий очистки воды от примесей	8	4-6	1			2	2			30	1/20%	Рейтинг – контроль №2
3	Раздел 3 Проектирование одно- и многоступенчатых	8	7-8	3			2	2			30	3/42,9%	

	мембранных установок											
4	Раздел 4 Использование комплексных (гибридных) мембранных технологий в водоочистке и водоподготовке	8	9-10	2		8	8		40		2/11,1%	Рейтинг – контроль №3
	Итого			10		20	20		130		10/20%	Экзамен (36ч.)

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

Овладение студентами теоретическими и прикладными знаниями осуществляется как при изучении лекционного курса, так и при выполнении лабораторных и индивидуальных заданий по выбранным разделам курса. Контроль работы студентов над курсом «Применение мембран» осуществляется по результатам рейтинга, защит отчетов по лабораторным работам, итоговому экзамену. Каждый раздел является автономной частью дисциплины и содержит элементы теоретического, практического обучения, самостоятельную работу по изучению дисциплины.

Лекция 1-3, в которых рассматриваются следующие вопросы раздела 1:

Раздел 1. Мембранные аппараты и установки для разделения жидких смесей на основе плоскорамных, трубчатых, рулонных, половолоконных элементов.

Лекция 4-6, в которых рассматриваются следующие вопросы раздела 2:

Раздел 2. Классификация технологий очистки воды от примесей*.

Лекция 7-8, в которых рассматриваются следующие вопросы раздела 3:

Раздел 3. Проектирование одно- и многоступенчатых мембранных установок. Расчет рабочих характеристик и выбор оборудования. Разработка систем контроля качества процесса очистки. Проведение пуско-наладочных работ и выбор режимов эксплуатации оборудования. Предупреждение сбоев в работе мембранных систем*. Экономическая эффективность мембранных технологий.

Лекция 9-10, в которых рассматриваются следующие вопросы раздела 4:

Раздел 4. Использование комплексных (гибридных) мембранных технологий в водоочистке и водоподготовке.

Разделение водомасляных эмульсий. Регенерация отработанных обезжиривающих и моющих растворов. Переработка отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). Очистка сточных вод предприятий пищевой

промышленности. Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод. Очистка сточных вод полигонов ТБО. Мембранные технологии в водоподготовке. Получение высококачественной литьевой воды. Применение электробаромембранных технологий для очистки стоков различных производств*.

* помечены разделы для самостоятельного изучения.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

В процессе выполнения лабораторных работ имеют цель приобретения практических навыков по получению мембран, оценки качества полученной продукции. Подготовку к лабораторной работе и ее оформление студенты выполняют внеаудиторно в соответствии со стандартом университета. Выполненные работы защищают, анализируя полученные результаты и теоретически обосновывая их. Итоги выполнения работ оформляются студентами в виде отчетов, защищаемых перед получением допуска к следующему занятию. При подготовке к лабораторным работам студенты используют конспекты лекций и методические указания, содержащие теоретический материал. Лабораторные работы выполняются на базе лаборатории кафедры химической технологии.

Тематика лабораторных работ:

1. Определение производительности мембран при очистке водопроводной воды г. Владимира.
2. Определение производительности мембран при фильтрации поверхностных вод (р. Клязьма, р. Нерль, пруды).
3. Определение производительности мембран при фильтрации водомасляных эмульсий.
4. Определение производительности мембран при очистке гальванических шламов.
5. Определение производительности мембран при переработке концентрированных рабочих растворов и отработанных электролитов.
6. Определение производительности мембран при регенерации отработанного электролита хромирования.
7. Определение производительности мембран при регенерации плавиковой кислоты после процесса травления стекла.
8. Определение производительности мембран при регенерации отработанных обезжиривающих и моющих средств.
9. Определение производительности мембран при очистке сточных вод предприятий пищевой промышленности.
10. Определение производительности мембран при очистке хозяйственно-бытовых сточных вод.

V. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении лабораторного практикума студентами предлагается работа в малых группах:

- учебная группа разбивается на несколько небольших групп – по 2-3 человека;
- каждая группа получает свое задание;
- процесс выполнения задания в группе осуществляется на основе обмена мнениями, оценками.

Разделы лекционного курса оформлены в виде слайдов, объяснение к которым дает лектор.

Для закрепления пройденного материала студентами предлагаются **деловые игры**. Цель ролевых игр – имитация студентами реально профессиональной деятельности с выполнением функций специалистов на различных рабочих местах.

Кроме того, используются **методы ИТ** – это применение компьютеров для доступа к Интернет ресурсам, использование обучающих программ с целью расширения информационного поля, повышения скорости обработки и передачи информации. Часть разделов лекционного курса оформлено в виде слайдов, объяснение к которым дает лектор – 35% аудиторных часов. Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием **опережающей самостоятельной работы**: студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы). Таким образом, на интерактивные формы изучения данной дисциплины приходится 20% общего количества часов.

VI. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль знаний проводится 3 раза за семестр: 4 неделя, 7 неделя, 10 неделя семестра. Рейтинговый контроль проводится в виде тестирования.

ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ №1

1. Определение мембраны и мембранного процесса.
2. Параметры микрофильтрации.
3. Применение микрофильтрации.
4. параметры ультрафильтрации.
5. Применение ультрафильтрации.
6. Параметры обратного осмоса.
7. Применение обратного осмоса.
8. Параметры пьезодиализа.
9. Применение пьезодиализа.
10. Особенности модулей различных типов.
11. Основы проектирования систем для мембранной очистки.

Тест №1

1. Мембрана – это

а) процесс и устройство, совмещающие микробный синтез и баромембранное разделение;

б) разделяющая фаза, находящаяся между двумя другими фазами и действующая как активный или пассивный барьер в процессе переноса вещества между этими фазами под действием движущей силы;

в) аппарат для осуществления процесса электродеионизации;

г) движение жидкости через капилляры или пористые материалы при наложении внешнего электрического поля.

2. Ретентат – это

а) поток вещества, проходящий через полупроницаемую мембрану в процессе мембранного разделения;

б) отношение содержания компонента в исходной смеси к его содержанию в пермеате;

в) поток веществ, не прошедших через мембрану в процессе мембранного разделения;

г) элемент мембранной установки, обеспечивающий возврат пермеата или концентрата на любую стадию технологического процесса.

3. Пермеат – это

а) поток вещества, проходящий через полупроницаемую мембрану в процессе мембранного разделения;

- б) поток веществ, не прошедших через мембрану в процессе мембранного разделения;
- в) поток жидкости, входящий в мембрану;
- г) количественная характеристика мембраны по её разделительным свойствам или пористой структуре.

4. Удельная производительность – это

- а) отношение содержания компонента в концентрате к его содержанию в исходной смеси;
- б) доведение технических параметров изготовленной мембраны до заданного уровня;
- в) количество пермеата прошедшего за единицу времени через единицу площади мембраны;
- г) зависимость задерживающей способности мембраны от молекулярной массы задерживаемых компонентов или размера частиц задерживаемых компонентов.

5. Превышение давления выше определенного значения при ультрафильтрации приводит:

- а) к уменьшению расхода пермеата;
- б) к увеличению расхода пермеата;
- в) расход остается неизменным;
- г) расход увеличивается вдвое.

6. Увеличение рабочей температуры может вызвать:

- а) рост микроорганизмов;
- б) снижение роста микроорганизмов;
- в) денатурацию белков;
- г) температура не влияет.

ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ №2

1. Классификация примесей воды по их фазово-дисперсному состоянию.
2. Классификация методов очистки по целевому назначению.
3. Классификация методов очистки по природе удаляемых веществ.
4. Классификация методов очистки по технологическим схемам.
5. Классификация методов очистки по отдельным процессам извлечения примесей.
6. Выбор технологий очистки.
7. Стадии водоочистки.
8. Классы вредных факторов и методы их обезвреживания.
9. Расчет рабочих характеристик.
10. Выбор оборудования.
11. Сравнительная характеристика тупиковой и тангенциальной фильтрации.
12. Параметры мембранного процесса.
13. Этапы проектирования.

Тест №2

1. Селективность – это

а) отношение концентрации выделенного вещества в пермеате к концентрации примесей в исходном растворе в процентах;

б) движение жидкости через капилляры или пористые материалы при наложении внешнего электрического поля;

в) срок службы мембраны до её замены;

г) количественная характеристика мембраны по её разделительным свойствам или пористой структуре.

2. Ассиметричные мембраны – это

а) пористые мембраны, изготовленные из силикатного стекла;

б) мембраны, выполненные из полимеров природного или синтетического происхождения;

в) мембраны, размер пор со стороны пермеата больше;

г) мембраны, размер пор у которых с обеих сторон одинаковый.

3. Ультрафильтрационные мембраны задерживают

а) органические соединения с молекулярной массой выше 300;

б) все бактерии и вирусы, большую часть растворенных солей и органических веществ;

в) мелкие взвеси и коллоидные частицы;

г) крупные органические молекулы (молекулярный вес больше 10 000), бактерии и вирусы, не задерживая при этом растворенные соли.

4. Метод получения графитовых мембран

а) получение из растворов полимеров;

б) обугливание полимерных мембран;

в) метод сухого формования;

г) метод мокрого формования.

5. Существенный недостаток мембран на основе политетрафторэтилена

а) гидрофобность

б) чувствительность к биологическому разложению;

в) разлагается с образованием токсичных продуктов, при нагревании свыше 200°C;

г) узкий рабочий диапазон температур.

6. Методом определения характеристик мембран не является

а) сканирующая электронная микроскопия;

б) ртутная (интрузионная) порометрия;

в) титриметрический анализ;

г) атомно-силовая микроскопия.

ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ №3

1. Выбор метода и схемы очистки сточных вод гальванических производств.

2. Технология регенерации серной и соляной кислот из отработанных травильных растворов.

3. Технология регенерации отработанного электролита хромированием.

4. Технология регенерации плавиковой кислоты.

5. Технология регенерации отработанных моющих растворов.

6. Технология получения высококачественной питьевой воды.

Тест №3

1. Опишите категории сточных вод и степень агрессивности.

2. Опишите классификацию примесей воды по их фазово-дисперсному состоянию и процессы, используемые для удаления примесей.

3. Соотнесите способ и метод очистки:

- 1 улучшение органолептических свойств воды;
 - 2 обеспечение эпидемиологической безопасности;
 - 3 извлечение и улучшение газового состава;
 - 4 кондиционирование подземных вод.
- а) электроимпульсная обработка;
 - б) удаление сероводорода;
 - в) дезодорация;
 - г) обезжелезивание и деманганация.

1-в, 2-а, 3-б, 4-г.

4. Соотнесите метод и его принцип:

- 1 гидродинамический метод
 - 2 термoporометрия
 - 3 пермoporометрия
 - 4 метод точки пузырька
- а) основан на калориметрических измерениях фазового перехода твердое тело – жидкость в пористом материале;
 - б) основан на эффекте капиллярности;
 - в) основан на расчете размеров пор путем совместного решения уравнений Хагена-Пуазейля и Лапласа по кривой давление-расход;
 - г) основан на блокировании пор газом, способным к конденсации с одновременным измерением потока газа через мембрану.

1-в, 2-а, 3-г, 4-б.

5. Каким методом формования мембран получают мембраны с ярко выраженной анизотропией?

- а) мокрое формование;
- б) сухо-мокрое формование;**
- в) сухое формование;
- г) спекание порошков.

6. На какой стадии формования мембран мокрым способом происходит образование пористой структуры

- а) отмывка;
- б) осаждение;**
- в) отжиг.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Мембранные аппараты и установки для разделения жидких смесей на основе плоскостных, трубчатых, рулонных, полволоконных элементов.
2. Классификация технологии очистки воды от примесей.
3. Система контроля качества процесса очистки.
4. Проведение пуско-наладочных работ и выбор режимов эксплуатации оборудования.
5. Регенерация отработанных обезжиривающих и моющих растворов.
6. Переработка отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей.
7. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности.
8. Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод.
9. Очистка сточных вод полигонов ТБО.
10. Получение высококачественной питьевой воды.
11. Применение электробаромембранных технологий для очистки стоков различных производств.
12. Баромембранные процессы. Ультрафильтрация.
13. Баромембранные процессы. Микрофильтрация.
14. Баромембранные процессы. Нанофильтрация.
15. Баромембранные процессы. Обратный осмос.
16. Требования к полимерам для мембран, требования к мембранам.
17. Оценка свойств полимерных мембран.
18. Фазоинверсионный метод сухого формования.
19. Фазоинверсионный метод мокрого формования.
20. Спекание порошков.
21. Система контроля качества процесса очистки.
22. Проведение пуско-наладочных работ и выбор режимов эксплуатации оборудования.
23. Очистка сточных вод гальванических производств.
24. Переработка и регенерация концентрированных рабочих растворов и отработанных электролитов.
25. Регенерация серной и соляной кислоты из отработанных травильных растворов.
26. Регенерация отработанного электролита хромирования.
27. Очистка промывных вод и регенерация плавиковой кислоты после процесса травления стекла.
28. Регенерация отработанных обезжиривающих и моющих растворов.
29. Получение высококачественной питьевой воды.
30. Применение электробаромембранных технологий для очистки стоков производства анилина.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа студентов проводится в соответствии с тематическим планом курса. Студентам выдаются вопросы по каждой теме с указанием источников информации. Контроль знаний осуществляется в виде устного опроса при защите лабораторных работ и на семинарах.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СРС

1. Установка по очистке водопроводной воды;
2. Установка фильтрации поверхностных вод;
3. Участок по фильтрации воды из скважин;
4. Участок по регенерации отработанных обезжиривающих и моющих растворов;
5. Участок по переработке отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей;
6. Участок по очистке хозяйственно-бытовых сточных вод;
7. Участок по очистке вод полигонов ТБО.
8. Установка для получения мембран на основе полиамида методом мокрого формования
9. Установка для получения мембран на основе полисульфона методом сухого формования
10. Установка для получения мембран на основе полисульфона методом мокрого формования
11. Установка для получения мембран на основе полиэфирсульфона методом мокрого формования
12. Установка для получения мембран на основе поливинилиден фторида методом формования
13. Установка для получения мембран на основе ацетатцеллюлозы методом сухого формования
14. Разделение водо-масляных эмульсий.
15. Подготовка питьевой воды из пригородных источников.
16. Регенерация жидких красителей.
17. Тангенциальная фильтрация пищевой промышленности.
18. Мембранный способ разделения молочной сыворотки.
19. Выделение и концентрирование жидкостей из воды различного происхождения.
20. Получение композитных обратноосмотических мембран методом межфазной поликонденсацией.
21. Получение стерильной воды (для инъекций).
22. Получение особо чистой воды для котлов высокого давления или электронной промышленности.

23. Технологический процесс получения ультрафильтрационных мембран на подложке.
24. Технология получения микрофильтрационных полиамидных мембран.
25. Холодная стерилизация пива.
26. Удаление пирогенов из воды (получение апиrogenной воды).
27. Очистка сточных вод от коттеджей, отдельных домов, кафе и т.д.

VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] / Ю.А. Лейкин. – 2-е изд. (эл.) – М.: БИНОМ, - (Учебник для высшей школы)., 2014 — 166 с.
2. Процессы массопереноса с участием твердой фазы [Электронный ресурс] / А.И. Разинов, П.П. Суханов - Казань: Издательство КНИТУ, 2012.
3. Водоподготовка [Электронный ресурс]: Учеб. для вузов / Фрог Б.Н., Первов А.Г. - М. : Издательство АСВ, 2014г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Беляева Н.П., Браяловский Г.П. Промышленное применение мембранных процессов: учеб. пособие / Под общ. ред. Ю.Т. Панова, А.А. Поворова, Н.С. Попова. - Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А. В., 2011. - 82с. (Библиотека ВлГУ).
2. Мембраны и мембранные процессы: учеб. пособие в 2 частях / Под общ. ред. Ю.Т. Панова, Н.С. Попова – Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2011 – 148 с.
3. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой воды и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация. [Электронный ресурс]. Монография / Первов А.Г. – Издательство АСВ, 232с., 2009.
4. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Копылов А.С., Очков В.Ф., Чудова Ю.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2009.

VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении основных разделов лекционного курса дисциплины используются мультимедийные технологии в аудиториях, оборудованных средствами их проведения, а также презентации самостоятельной работы студентов по выполненным рефератам по предложенной тематике. Используется комплект слайдов к лекционному курсу.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории кафедры «Химические технологии». В преподавании используются имеющиеся в составе УМК материалы. При обработке экспериментальных данных применяют навыки компьютерной обработки.

Теоретический курс:

1. Мультимедийные средства.
2. Слайды-лекции.

Лабораторный практикум:

1. Лабораторный практикум проводится в лаборатории 125.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.02. «Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» и профилю подготовки «Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов»

Рабочую программу составила к.х.н., доцент Федотов Ю.А.
Рецензент к.х.н ОАО «Владисарт», ген. директор Каталевский Е.Е.

Федотов Ю.А.
Каталевский Е.Е.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Химические технологии» от 1.04.15 года, протокол № 8

Заведующий кафедрой

[Signature]

Ю.Т. Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

протокол № 9 от 1.04.15 года.

Председатель комиссии

[Signature]

Ю.Т. Панов