

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

« 05 » 02 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕМБРАН

Направление подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Программа подготовки: «Мембранная технология»

Уровень высшего образования магистратура

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Семестр	Трудоемкость зач. ед, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	4(144ч)	-	18	36	90	Зачет, КП
Итого	4(144ч)	-	18	36	90	Зачет, КП

г. Владимир, 2015 г.

I. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Современные технологии мембран» являются знание классификации технологий очистки воды, основ проектирования установок мембранной фильтрации и условий их эксплуатации.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Настоящий курс входит в состав вариативной части дисциплин магистратуры по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Изучение дисциплины базируется на следующих дисциплинах бакалавриата:

- органическая химия
- химия и физика полимеров
- процессы и аппараты химической технологии

Магистратуры:

- современные методы исследования в химии.

Дисциплина «Современные технологии мембран» необходима для выполнения магистерской диссертации.

III КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует следующие компетенции:

- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3);
- способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их конкретную интерпретацию (ПК-4);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- методы, способы и средства получения полимерных мембран с помощью физических, физико-химических и химических процессов, производство на их основе изделий различного назначения (ПК-4);
- способы применения мембран в различных технологических процессах (ПК-4);
- методы и приборы определения свойств веществ и материалов (ОПК- 3);

Уметь:

- получать мембрану различными способами и обосновывать оптимальный способ ее получения (ПК-4)

- провести качественный анализ полученной мембраны с использованием химических и физико-химических методов анализа (ОПК-3).
- рассчитывать основные характеристики мембранного процесса (ОПК-3, ПК-4).

Владеть:

- методами получения полимерных мембран и методами анализа структуры свойств данных материалов (ОПК- 3, ПК-4).

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем и учебной работы с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	КП/КР		
III семестр										
1	Введение Раздел 1 Классификация мембран и их функции	3	1-4		4	-			4/100%	
2	Раздел 2 Полимеры для мембран	3	5-8		4	8			4/33,3%	Рейтинг – контроль №1
3	Раздел 3 Формование мембран	3	9-12		4	16			4/20%	Рейтинг – контроль №2
4	Раздел 4 Основные характеристики и мембран.	3	13-18		6	12	90	КП	6/33,3%	Рейтинг – контроль №3
	Итого по семестру	3			18	36	90	КП	18/33,3%	Зачет, КП
	Всего	3			18	36	90	КП	18/33,3%	Зачет, КП

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

Практические занятия 1-4 неделя, рассмотрение вопросов раздел 1:

Раздел 1 Классификация мембран и их функции

Роль мембранных процессов в развитии науки, техники и технологии. Основные понятия мембранной технологии. Мембраны полупроницаемые. Классификация мембран по методам получения, геометрии, назначению, структурных особенностей, материала, изготовления.

Практические занятия 5-8 неделя, рассмотрение вопросов раздел 2:

Раздел 2 Полимеры для мембран.

Требования к полимерам: молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение, растворимость с образованием устойчивых растворов требуемой концентрации; отсутствие кристаллизации в процессе хранения и эксплуатации и т.п. характеристики основных полимеров для производства мембран: ацетаты целлюлозы, полиамиды, полисульфоны и т.д.

Практические занятия 9-12 неделя, рассмотрение вопросов раздел 3:

Раздел 3 Формование мембран

Классификация методов формования мембран. Фазовый распад, фазовые диаграммы. Формование мембран при контакте с осадительной ванной. Механизм образования капиллярно-пористой структуры полимерных мембран. Термомеханические схемы производства основных полимерных мембран.

Практические занятия 13-18 неделя, рассмотрение вопросов раздел 4:

Раздел 4 Основные характеристики мембран.

Рассмотрены основные характеристики мембран: точка пузырька, средний радиус пор, производительность мембраны, прочность мембраны. Факторы влияющие на эти характеристики.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные занятия 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.

Перечень лабораторных работ:

1. Выделение эндотоксинов (пирогенов) из дистиллированной воды.

Работа предусматривает фильтрацию дистиллированной воды на абсолютно чистом фильтре с помещением фильтрата в специальные колбы. Затем в специализированной организации проводится анализ исходной дистиллированной воды и полученного фильтрата. Результаты испытаний сравниваются с требованием ГОСТ на воду для инъекций.

2. Формирование протонопроводящих мембран из «заряженных полимеров».

Формирование протонопроводящих мембран из заряженных полимеров включает в себя растворение полимеров (приготовление раствора), полив раствора на стеклянную подложку и сушку.

3. Формирование ультра- и микрофильтрационных мембран из «заряженных» полимеров.

Формирование ультра- и микрофильтрационных мембран из заряженных полимеров состоит из традиционных стадий: приготовление раствора, полив раствора на подложку, осаждение в осадительной ванне, промывки и сушки.

4. Определение коллоидного индекса.

Определение коллоидного индекса имеет своей целью оценку степени загрязненности воды. Этот показатель определяется по отношению начальной и промежуточных производительностей при фильтрации загрязненных вод.

5. Снятие кинестических кривых фильтрации водопроводной воды в тупиковом режиме.

Проводится определение производительности при длительной фильтрации водопроводной воды на установке «тупиковой» фильтрации. Строится график изменения производительности во времени.

6. Снятие кинестических кривых фильтрации водопроводной воды в тангенциальном режиме.

Проводится определение производительности при длительной фильтрации водопроводной воды на установке тангенциальной фильтрации. Строится график изменения производительности во времени.

7. Определение заряда поверхности полиамидных мембран.

На ячейке для определения заряда поверхности проводятся соответствующие измерения с использованием полиамидной мембраны.

8. Определение заряда поверхности мембран из полисульфона.

На ячейке для определения заряда поверхности проводятся соответствующие измерения с использованием полисульфоновой мембраны.

9. Определение заряда поверхности ацетатцеллюлозных мембран.

На ячейке для определения заряда поверхности проводятся соответствующие измерения с использованием ацетатцеллюлозной мембраны

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ:

На практических занятиях студенты решают задачи и рассматривают вопросы тем, которые представлены в тематической плане данной рабочей программы.

V. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении **лабораторного практикума** магистрам предлагается работа в малых группах:

- учебная группа разбивается на несколько небольших групп — по 3-4 человека
- каждая группа получает своё задание
- процесс выполнения задания в группе осуществляется на основе обмена мнениями, оценками.

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

Кроме того используются **методы ИТ** – это применение компьютеров для доступа к интернет ресурсами, использование рабочих 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**: магистры получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

Для оценки освоения теоретического материала магистрами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы).

Таким образом, на интерактивные формы изучения данной дисциплины приходится 33,3% 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: 5неделя, 10неделя и 14 неделя семестра.

РЕЙТИНГ - КОНТРОЛЬ №1

1. Классификация полимерных мембран и мембранных процессов.
2. Классификация полимерных мембран.
3. Полимеры для полимерных мембран.
4. Влияние гибкости цепи, молекулярной массы на свойства полимерных мембран.
5. Мегамолекулярное взаимодействие – как фактор, влияющий на характеристики мембран.
6. Особенности применения смесей полимеров.
7. Полимеры для пористых и непористых мембран.
8. Мембраны керамические, стеклянные и металлические.
9. Полимеры для микрофльтрационных мембран.
10. Полимеры для ультрафльтрационных мембран.
11. Полимеры для обратного осмоса.

РЕЙТИНГ - КОНТРОЛЬ №2

1. Методы получения полимерных мембран.
2. Спекание, вытяжка, травление ядерных треков, выщелачивание из пленок, нанесение покрытий.
3. Инверсия фаз.
4. Испарения растворителя.
5. Осаждение с контролируемым испарением.
6. Термическое осаждение.
7. Осаждение под действием паровой фазы.

8. Осаждение путем погружения.
9. Получение плоской мембраны методом осаждения путем погружения.
10. Выбор пары растворитель/не растворитель.
11. Получение трубчатых мембран.
12. Методы получения композиционных мембран.

РЕЙТИНГ - КОНТРОЛЬ №3

1. Методы определения характеристик микрофильтрационных мембран.
2. Методы определения характеристик ультрафильтрационных мембран.
3. Определение пор максимального размера методом термометрии.
4. Определение пор максимального размера методом точки пузырька.
5. Определение пор максимального размера методом ртутной парометрии.
6. Определение характеристик активных пор методом пермопорометрии.
7. Факторы влияющие на точку пузырька и селективность мембран.
8. Факторы влияющие на производительность мембран.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Рассматриваемые вопросы на практических занятиях:

1. Новые тенденции в разработке полимерных материалов для обратно-осмотических мембран.

В связи с тем, что основой мембранного разделения является сама мембрана с ее свойствами, которые во многом определяются характеристиками исходных полимеров, создание новых полимеров мембранного назначения имеет большое научное и практическое значение.

2. Получение воды высокой чистоты для питания котлов и для электроники.

Для получения воды высокой чистоты для питания топливных котлов и особенно электроники используются как правило гибридные схемы. Основными узлами установок являются: фильтр тонкой очистки, обратно-осмотический модуль и узел доочистки, состоящий из катионного и анионного модулей.

3. Протонопроводящие мембраны в топливной энергетике.

В связи с периодически возникающими кризисами в мировой энергетике, начиная с конца 80х годов прошлого века всеми ведущими странами были начаты работы по созданию альтернативы нефтяной и газовой энергетике. В числе наиболее перспективных считаются топливные элементы на основе протонопроводящих мембран.

4. Мембранная (холодная) стерилизация.

Мембранная (холодная) стерилизация в настоящее время уже нашла широкое применение в пищевой промышленности и особенно в фармацевтике и медицине. В фармацевтике существуют препараты, которые стерилизовать можно только с использованием мембранных технологий.

5. Фазовые диаграммы для системы полимер – растворитель – нерастворитель.

Большинство известных мембран получают фазоинверсионным способом. Структура мембран при этом является результатом комбинации фазового разделения и массопереноса. Равновесные и неравновесные состояния систем: полимер – растворитель – нерастворитель описывают с помощью фазовых диаграмм.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:

Самостоятельная работа студентов проводится в соответствии с тематическим планом курса. Программой предусматривается систематическое изучение теоретического материала по конспектам лекций и учебным пособиям, подготовку к лабораторным работам, проведение расчетов по программам для ЭВМ, с которыми бакалавры могут ознакомиться на занятиях и проконсультироваться у преподавателя. Для самостоятельной работы магистров выдается перечень вопросов по каждой теме с указанием источников информации - основной и дополнительной литературы. Контроль самостоятельной работы осуществляется при сдаче отчетов по лабораторным работам, сдаче практических работ (решение задач) и КР, сдаче зачета и экзамена.

Вопросы для СРС для 3 семестра

Индивидуальным заданием (для самостоятельной работы студентов) в данном семестре является то, что студент должен выполнить курсовой проект по предложенной темам преподавателя.

ТЕМЫ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Получение сверхчистой воды;
2. Опреснение морской воды;
3. Дегидратация спирта;
4. Очистка сточных вод гальванических производств
5. Переработка концентрированных рабочих растворов и отработанных электролитов
6. Регенерация концентрированных рабочих растворов и отработанных электролитов
7. Регенерация серной и соляной кислот из отработанных травильных растворов
8. Регенерация отработанного электролита хромирования
9. Очистка промывных вод плавиковой кислоты после процесса травления стекла
10. Регенерация отработанных обезжиривающих и моющих растворов
11. Переработка отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей
12. Очистка хозяйственно - бытовых сточных вод
13. Очистка сточных вод полигонов ТБО

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Классификация полимерных мембран и мембранных процессов.
3. Полимеры для полимерных мембран.
4. Влияние гибкости цепи, молекулярной массы на свойства полимерных мембран.
5. Мегамолекулярное взаимодействие – как фактор, влияющий на характеристики мембран.
6. Особенности применения смесей полимеров.
7. Полимеры для пористых и непористых мембран.
8. Мембраны керамические, стеклянные и металлические.
9. Полимеры для мембран.
10. Полимеры для обратного осмоса.
11. Методы получения полимерных мембран.
12. Спекание, вытяжка, травление ядерных треков, выщелачивание из пленок, нанесение покрытий.
13. Инверсия фаз.
14. Испарения растворителя.
15. Виды осаждения мембран.
16. Получение плоской мембраны методом осаждения путем погружения.
17. Выбор пары растворитель/не растворитель.
18. Получение трубчатых мембран.
19. Методы получения композиционных мембран.
20. Методы определения характеристик мембран.
21. Определение пор мембран.
22. Факторы влияющие на точку пузырька и селективность мембран.
23. Факторы влияющие на производительность мембран.

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. Промышленные 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. - 82 с. (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, 232 с., 2009.

4. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программные 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

Теоретический курс:

1. Мультимедийные средства.
2. Слайды-лекции.

Лабораторный практикум:

1. Лабораторный практикум проводится в лаборатории № 125, оснащенной всем необходимым оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.04.02. «Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» и программе подготовки «Мембранная технология»

Рабочую программу составила к.х.н., доцент Федотов Ю.А.

Рецензент к.х.н ОАО «Владисарт», ген. директор Каталевский Е.Е.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Химические технологии» от 5.02.15 года, протокол № 6

Заведующий кафедрой



Ю.Т. Панов

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

протокол № 7 от 5.02.15 года.

Председатель комиссии



Ю.Т. Панов