

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Вятский государственный университет»  
(ВятГУ)  
г. Киров

Утверждаю  
Директор/Декан Козулин Д. А.



Номер регистрации  
РПД\_3-18.04.01.02\_2020\_110613  
Актуализировано: 15.03.2021

**Рабочая программа дисциплины**  
**Мембранные процессы разделения и способы их организации**

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Магистр
Направление подготовки	18.04.01 шифр
	Химическая технология наименование
Направленность (профиль)	3-18.04.01.02 шифр
	Технология электрохимических процессов и защита от коррозии наименование
Формы обучения	Очная наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических производств (ОРУ) наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических производств (ОРУ) наименование

## Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Шишкина Светлана Васильевна

---

ФИО

Михайлова Инна Юрьевна

---

ФИО

## Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	<p>Получение студентами знаний в области процессов мембранного разделения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понимание связи между потоками и движущими силами процессов (баромембранных, диализных, первапорационных и др.);</li> <li>- преимущества и ограничения рассматриваемых процессов мембранного разделения;</li> <li>- применимость технологий мембранного разделения жидких и газообразных смесей.</li> </ul> <p>Практические занятия имеют целью научить студентов проводить необходимые расчеты массопотоков, движущих сил, мембранных аппаратов.</p>
Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение основных принципов мембранного разделения;</li> <li>- изучение методов получения и тестирования мембран разных типов;</li> <li>- изучение явлений транспорта в мембранах;</li> <li>- знакомство с концентрационной поляризацией и загрязнением мембран осадками;</li> <li>- изучение основных принципов расчета характеристик массопереноса, проектирования мембранных модулей и установок.</li> </ul>

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

#### Компетенция ПК-1

способностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей		
Знает	Умеет	Владеет
Цели и задачи научных исследований и технических разработок в области исследования мембранных процессов	Составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчёты о научно-исследовательской работе	Навыками планирования эксперимента

#### Компетенция ПК-2

готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи		
Знает	Умеет	Владеет
Основы неорганической, физической химии, физико-химических методов анализа и специальных дисциплин, формирующих представления о мембранных процессах	Осуществлять поиск и обработку научно-технической литературы по заданной теме	Навыками работы в химической лаборатории, методами обработки экспериментальных данных

разделения		
------------	--	--

**Компетенция ПК-3**

способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты

Знает	Умеет	Владеет
Современные лабораторные приборы и методы исследования мембранных процессов разделения	Планировать, получать, обрабатывать и анализировать результаты лабораторных исследований	Навыками работы с современными аналитическими приборами и лабораторными методами исследования мембранных процессов разделения

**Структура дисциплины**  
**Тематический план**

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Классификация мембранных технологий. Методы изготовления мембран	ПК-1, ПК-2, ПК-3
2	Баромембранные процессы	ПК-1, ПК-2, ПК-3
3	Мембранные процессы под действием градиента концентрации	ПК-1, ПК-2, ПК-3
4	Электромембранные процессы	ПК-1, ПК-2, ПК-3
5	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ПК-1, ПК-2, ПК-3

**Формы промежуточной аттестации**

Зачет	Не предусмотрен (Очная форма обучения)
Экзамен	1 семестр (Очная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения)

### Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	1	1	216	6	123.5	72	0	36	36	92.5			1

## Содержание дисциплины

### Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
<b>Раздел 1 «Классификация мембранных технологий. Методы изготовления мембран»</b>		<b>38.00</b>
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П1.1	Расчет характеристик задержания и разделения	2.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
Р1.1	Определение типа мембран для барометрических процессов	8.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С1.1	Характеристика и классификация мембранных технологий	8.00
С1.2	Технологии изготовления мембран для баромембранных процессов	8.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	12.00
<b>Раздел 2 «Баромембранные процессы»</b>		<b>49.00</b>
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П2.1	Микрофльтрация. Мембраны. Расчетные уравнения. Применение	2.00
П2.2	Ультрафльтрация. Мембраны. Расчетные уравнения. Применение	2.00
П2.3	Расчет характеристик метода обратного осмоса	2.00
П2.4	Проектирование установок обратного осмоса	2.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
Р2.1	Обессоливание водных растворов методом обратного осмоса	12.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С2.1	Баромембранные методы	17.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	12.00
<b>Раздел 3 «Мембранные процессы под действием градиента концентрации»</b>		<b>37.00</b>
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П3.1	Мембранное газоразделение	4.00
П3.2	Диализ. Мембраны. Основные соотношения. Применение	2.00
П3.3	Первапорация. Мембраны. Расчеты. Применение	2.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С3.1	Мембранные процессы под действием градиента концентраций	17.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР3.1	Контактная внеаудиторная работа	12.00

<b>Раздел 4 «Электромембранные процессы»</b>		<b>65.00</b>
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П4.1	Электродиализ. Мембраны. Основные соотношения	4.00
П4.2	Применение электродиализа	4.00
П4.3	Расчет электродиализных установок	4.00
П4.4	Расчет характеристик электродиализного разделения	4.00
П4.5	Очистка сточных вод гальванического производства	2.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
Р4.1	Электродиализное обессоливание растворов	4.00
Р4.2	Электродиализное концентрирование	4.00
Р4.3	Электрохимические свойства ионообменных мембран	8.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С4.1	Электродиализное разделение	18.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР4.1	Контактная внеаудиторная работа	13.00
<b>Раздел 5 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»</b>		<b>27.00</b>
Э5.1	Подготовка к сдаче экзамена	24.50
КВР5.1	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР5.2	Сдача экзамена	0.50
<b>ИТОГО</b>		<b>216.00</b>

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).



## Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся ознакамливаются на официальном сайте университета [www.vyatsu.ru](http://www.vyatsu.ru).

## **Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине**

### **Учебная литература (основная)**

1) Мембраны и мембранные технологии. - М. : Издательство Научный мир, 2013. - 611 с. - ISBN 978-5-91522-366-9 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468334/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

3) Березина, Нинель Петровна. Электрохимия мембранных систем : учеб. пособие / Н. П. Березина ; Кубан. гос. ун-т. - Краснодар : [б. и.], 2009. - 137 с. - Библиогр.: с. 130-135. - ISBN 978-5-8209-0696-1 : 190.00 р. - Текст : непосредственный.

4) Мулдер, Марсель. Введение в мембранную технологию : Пер. с англ. / М. Мулдер. - М. : Мир, 1999. - 513 с. : ил. - ISBN 5-03-003114-6 : 110.00 р., 153.00 р. - Текст : непосредственный.

2) Козадерова, О. А. Мембранные процессы : учебное пособие / О.А. Козадерова, К.Б. Ким, С.И. Нифталиев. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. - 74 с. - Библиогр.: с. 71. - ISBN 978-5-00032-432-5 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601487/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

### **Учебная литература (дополнительная)**

2) Свитцов, Алексей Александрович. Введение в мембранную технологию / А. А. Свитцов. - М. : Дели принт, 2007. - 208 с. - ISBN 978-5-94343-125-8 : 394.00 р. - Текст : непосредственный.

1) Николаев, Николай Иванович. Диффузия в мембранах / Н. И. Николаев. - М. : Химия, 1980. - 232 с. : ил. - Библиогр.: в конце глав. - 2.50 р. - Текст : непосредственный.

### **Учебно-наглядное пособие**

1) Шишкина, Светлана Васильевна. Основные мембранные технологии : учеб. нагляд. пособие / С. В. Шишкина ; ВятГУ, ХФ, каф. ТЭП. - Киров : ВятГУ, 2016. - 75 сл. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 23.03.2016). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

2) Основные мембранные технологии : раздаточный материал: Курсы "Основные мембранные технологии", "Электрохимия ионитов": для студентов всех форм обучения специальности 24.03.02 / ВятГУ, ХФ, каф. ТЭП ; сост. С. В. Шишкина, Р. А. Домрачев. - Киров : ВятГУ, 2008. - 25 с. : ил. - Библиогр.: с. 25 (3 назв.). - 53 экз. -

5.00 р. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

### **Электронные образовательные ресурсы**

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: [https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program\\_ID=3-18.04.01.02](https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-18.04.01.02)
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы (ЭБС)**

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

### **Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

## Материально-техническое обеспечение дисциплины

### Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
НОУТБУК HP Compaq
ПРОЕКТОР Aser PD527W

### Специализированное оборудование

Перечень используемого оборудования
АГРЕГАТ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЙ ПУЛЬСАР ПРО 50/48P-54
ВЕСЫ ТОРСИОННЫЕ ВТВ-400
ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ В7-38
ВСТРЯХИВАТЕЛЬ ПРОД.
ИПЛ-101 рН-МЕТР /ИОНОМЕР/1КАНАЛ/
ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА MPS 3003 LK-1 (3A, 30V)
КОНДУКТОМЕТР *АНИОН-4100*
ПОТЕНЦИОСТАТ P-30SM В КОМПЛЕКТЕ С КОМПЬЮТЕРОМ
ПОТЕНЦИОСТАТ-ГАЛЬВАНОСТАТ P-30JM

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)**

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:  
[https://www.vyatsu.ru/php/list\\_it/index.php?op\\_id=110613](https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=110613)