

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Василенко В. Н.

« 26 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

Мембранные технологии в химической промышленности
(наименование дисциплины)

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль)

Химическая технология неорганических веществ

Квалификация выпускника
магистр

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Мембранные технологии в химической промышленности» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства энергонасыщенных материалов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов; нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующего типа: *научно-исследовательский*.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-1	Способность оценивать эффективность новых технологий получения веществ и материалов и внедрять их в производство, находить оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами	ИД1 _{ПКв-1} – Оценивает эффективность и надежность процессов производства и технологического оборудования ИД2 _{ПКв-2} – Находит оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-1} – Оценивает эффективность и надежность процессов производства и технологического оборудования	Знает: – механизм и кинетические закономерности протекания химических и сорбционных процессов в процессе мембранной обработки веществ; – основные производственные схемы модулей мембранных процессов; – технологическое и аппаратурное оформление процессов в мембранной технологии;
	Умеет: – оценивать эффективность процессов мембранного получения, разделения и очистки веществ;
	Владеет: – навыками оценки эффективности и надежности оборудования процессов мембранного получения, разделения и очистки веществ; – навыками оценки эффективности и устойчивости применяемых мембранных материалов;

ИД2 _{ПКв-2} – Находит оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами.	Знает: - мембранные процессы получения, разделения и очистки веществ; - характеристики применяемых мембран; – свойства полученных продуктов производства и область их применения; – технологическое обоснование изучаемых процессов;
	Умеет: – обосновать и выбрать мембранный метод получения веществ с заданными свойствами, очистки и разделения применительно к решаемой проблеме; – обосновать и выбрать мембрану с заданными свойствами для осуществления требуемого процесса получения, очистки или разделения веществ
	Владеет: – навыками расчета производительности аппаратов, применяемых для мембранного синтеза, очистки и разделения; – основами составления материальных балансов мембранных процессов

3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений «Дисциплины/модули» Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной для изучения.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплины «Физика», «Химия», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии» в рамках получения квалификации «бакалавр». «Теоретические и экспериментальные методы исследования веществ».

Дисциплина является предшествующей для освоения дисциплин «Новое технологическое оборудование для производства неорганических веществ»; «Моделирование в технологических процессах»; «Перспективная химическая технология».

4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак.ч
		1
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	144	144
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	51,95	51,95
Лекции	17	17
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	34	34
Консультации текущие	0,85	0,85
Зачет	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	92,05	92,05
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9	9

Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	29,05	29,05
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	34	34
Выполнение контрольной работы	10	10
Подготовка реферата	10	10

5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, акад. часы
1	Классификация мембранных процессов. Мембранные материалы и их свойства.	Процессы разделения. Введение в мембранные процессы. Этапы развития мембранной технологии. Преимущества мембранных процессов (низкие энергозатраты, непрерывность процесса разделения, легкость масштабирования, мягкие условия разделения, простота сочетания с другими процессами, возможность изменения свойств мембран, экологичность). Мембранные материалы и их свойства.	11
2	Мембранные материалы и их свойства. Получение синтетических мембран. Характеристики мембран	Инверсия фаз: осаждение под действием паровой фазы, с помощью испарения растворителя, с контролирующим испарением, термическое осаждение, осаждение путем погружения. Методы получения композитных мембран: межфазная полимеризация. нанесение при погружении, плазменная полимеризация, модификация плотных полимерных мембран. Влияние разных параметров на морфологию мембраны. Свойства мембран (проницаемость, селективность, стабильность). Определение характеристик мембран. Электронная микроскопия, метод точки пузырька, метод ртутной порометрии, метод проницаемости (пористые мембраны). Методы проницаемости, физические методы анализа, методы оценки толщины рабочего слоя мембраны (непористые мембраны).	54
3	Мембранные процессы	Баромембранные процессы. Микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос (мембраны, параметры и применение в химической промышленности). Газоразделение, (движущие силы, типы мембран, объекты разделения, применение в химической промышленности.) Электромембранные процессы. Электродиализ (движущие силы, типы мембран, объекты разделения, применение в химической промышленности). Диализ (мембраны, параметры и применение в химической промышленности).	62,05

4	Проектирование модулей и мембранных процессов	Виды мембранных модулей (плоскостной, спиральный, трубчатый, капиллярный, волоконный). Проектирование мембранной системы. Режимы работы модулей. Расчет процессов. Мембранный катализ и его использование в мембранных реакторах.	16
<i>Консультации текущие</i>			0,85
<i>Консультации перед экзаменом</i>			-
<i>Зачет</i>			0,10

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ЛР, ак. ч	СРО, ак. ч
1	Классификация мембранных процессов	2	-	9
2	Мембранные материалы и их свойства. Получение синтетических мембран Характеристики мембран	2	16	36
3	Мембранные процессы	10	16	36,05
4	Проектирование модулей и мембранных процессов	3	2	11
<i>Консультации текущие</i>		0,85		
<i>Консультации перед экзаменом</i>		-		
<i>Зачет</i>		0,10		

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Классификация мембранных процессов	Процессы разделения. Введение в мембранные процессы.	2
2	Мембранные материалы и их свойства. Получение синтетических мембран Характеристики мембран	Методы получения композитных мембран. Свойства мембран, физические методы их анализа	2
3	Мембранные процессы	Движущие силы. Транспорт через пористые мембраны, транспорт через непористые мембраны, транспорт в ионообменных мембранах.	2
		Баромембранные процессы. Микрофльтрация, ультрафльтрация, обратный осмос (мембраны, параметры и применение).	2
		Газоразделение, (движущие силы, типы мембран, объекты разделения, области применения)	2
		Электромембранные процессы. Электролиз (движущие силы, типы мембран, объекты разделения, области применения). Диализ	4
4	Проектирование модулей и мембранных процессов	Проектирование модулей и мембранных процессов	3

	мембран- ных процессов		
--	---------------------------	--	--

5.2.2 Практические занятия (семинары) не предусмотрены

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
1	Классификация мембранных процессов	-	-
2	Мембранные материалы и их свойства. Получение синтетических мембран Характеристики мембран	Изготовление опытных лабораторных образцов биполярных ионообменных мембран	2
		Модифицирование монополярных ионообменных мембран жидким ионообменником	2
		Модифицирование биполярных и монополярных ионообменных мембран неорганическими допантами	2
		Определение физико-химических характеристик ионообменных мембран	6
		Определение осмотической и диффузионной проницаемости мембран	4
3	Мембранные процессы	Диализ растворов органических и неорганических веществ	4
		Электродиализ сточной воды производства минеральных удобрений	4
		Материальные балансы баромембранных процессов	4
		Материальные балансы электромембранных процессов	4
4	Проектирование модулей и мембранных процессов	Проектирование модулей и мембранных процессов	2

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
1	Классификация мембранных процессов	Проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям;	2 7
2	Мембранные материалы и их свойства. Получение синтетических мембран Характеристики мембран	Проработка материалов по конспекту лекций; Подготовка по учебным пособиям; Оформление отчетов по лабораторным работам. Реферат	3 7 16 10
3	Мембранные процессы	Проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям; Оформление отчетов по лабораторным работам. Контрольная работа	2 8,05 16 10
4	Проектирование модулей и мембранных процессов	Проработка материалов по конспекту лекций; Подготовка по учебным пособиям; Оформление отчетов по лабораторным работам.	2 7 2

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

1. Мембранные процессы [Текст] : учебное пособие / О. А. Козадерова, К. Б. Ким, С. И. Нифталиев; ВГУИТ, Кафедра неорганической химии и химической технологии. - Воронеж, 2019. - 71 с
<http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/5155>
2. Мембранная электрохимия [Текст] : учебное пособие (гриф УМО) / Н. А. Кононенко [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Краснодар, 2017. - 290 с. - 7 экз. - Библиогр.: с.274-287. - ISBN 978-5-8209-1298-6 : 500-00.
3. Мембраны и мембранные технологии. Коллектив авторов. - М.: Издательство Научный мир, 2013. Режим доступа:
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468334

6.2 Дополнительная литература

Шайхиев, И. Г. Применение плазмообработанных мембран в процессе очистки сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов : монография / И. Г. Шайхиев. — Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019. — 115 с. Режим доступа:
<https://e.lanbook.com/book/162040>

2. Журналы: Мембраны;
Мембраны и мембранные технологии в России;
Электрохимия.

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Козадерова, О. А. Мембраны и мембранные процессы [Текст] : методические указания к лабораторным работам для магистрантов, обучающихся направления 18.04.01 – «Химическая технология», очной и очно-заочной формы обучения / О. А. Козадерова, К. Б. Ким, С. И. Нифталиев ; ВГУИТ, Кафедра неорганической химии и химической технологии. - Воронеж : ВГУИТ, 2017. - 31 с. [Электронный ресурс] Режим доступа
<http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2980>

Козадерова, О. А. Мембранные технологии в химической промышленности [Текст] : методические указания по выполнению контрольной работы / О. А. Козадерова, К. Б. Ким, С. И. Нифталиев ; ВГУИТ, Кафедра неорганической химии и химической технологии. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 31 с. - 25 экз. + Электрон. ресурс. -
<http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2584>.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 32 с. – Режим доступа :
<http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2488>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры», «Интернет-экзамен» и пр. (указать средства, необходимы для реализации дисциплины).

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение Microsoft Windows XP; Microsoft Windows 2008 R2 Server; Microsoft Office 2007 Professional 07.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Аудитории для проведения занятий лекционного типа

<p>Учебная аудитория №37 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, промежуточной и итоговой аттестации.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Комплект мебели для учебного процесса на 150 мест • Проектор Epson EB955WH белый • Микшерный пульт с USB-интерфейсом Behringer Xenyx X1204USB • Активная акустическая система Behringer B112D Eurolive • Акустическая стойка Tempo SPS280 • Комплект из 3 микрофонов в кейсе Behringer XM1800S Ultravoice • Микрофонная стойка Proel RSM180 • 15.6" Ноутбук Acer Extensa EX2520G51P0 черный • Веб-камера Logitech ConferenceCam BCC950 (USB) Экран с электроприводом CLASSIC SOLUTION Classic Lyra (16:9) 308x220 	<p>Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com</p> <p>Adobe Reader XI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</p>
---	--	--

Для проведения практических, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в распоряжении кафедры имеется:

<p>Учебная аудитория № 020 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса Экран проекционный Мультимедийный проектор BenQ MW 519 Ноутбук IntelCore 2–1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя.</p>	<p>Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#47881748 от 24.12.2010г. http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008г. http://eopen.microsoft.com</p> <p>Adobe Reader XI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</p>
<p>Учебная аудитория № 025 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса Печь муфельная ЭКПС 10-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>ПО нет</p>
<p>Учебная аудитория № 027 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса Шкаф сушильный ШС-80-01-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>ПО нет</p>
<p>Учебная аудитория № 029 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса Шкаф сушильный тип. 23 151-1 шт, Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>ПО нет</p>
<p>Учебная аудитория № 016 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса Магнитная мешалка типа ММ-4- 1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>ПО нет</p>
<p>Учебная аудитория № 022 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса Акводистиллятор ДЭ-15-1 шт, Термостат электрический суховоздушный охлаждающий ТСО-1/80-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>ПО нет</p>

Аудитория для самостоятельной работы студентов

<p>Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 033.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса кондуктометр dds-11c (cond-51) – 1 шт., весы нсв 123 – 1 шт., весы вк-300.1 – 1 шт., весы аналитические hr-250 azg водонепроницаемый стандартный погружной/проникающий зонд тип Td=5 – 2 шт., компьютер Celerond 320-1 шт, высокотемпературный измерительный прибор с памятью данных Testo 735-2 – 1 шт., иономер и-160ми 0-14рн(рх) – 1 шт., источник питания постоянного тока акип 65.30/10 – 1 шт., спектрофотометр ПЭ-5300 в– 1 шт., компьютер intelcore 2duoe7300-1 шт., микроскоп levenhuk – 1 шт; сосуд криобиологический (Дьюра) х-40-скп; прибор рН-метр рНер-4 – 1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>Microsoft Open License Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com</p> <p>Adobe Reader XI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</p>
<p>Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 39.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса Компьютер CeleronD 2.8 -3 шт. Персональный компьютер IntelCore 2 –1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>Microsoft Open License Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com</p> <p>Adobe Reader XI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</p>
<p>Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 024.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса, Микроколориметр МИД-200-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя</p>	<p>ПО нет</p>

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся, может осуществляться при использовании:

Читальные залы библиотеки.	Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.	<p>Microsoft Office Professional Plus 2010 Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. http://eooen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Office 2007 Standart, Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com</p> <p>Microsoft Windows XP, Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com.</p> <p>Adobe Reader XI, (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/odfr eader/volume-distribution.html</p>
----------------------------	--	--

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной формы обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единиц.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак.ч
		1
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	144	144
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	19,4	19,4
Лекции	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	13	13
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	13	13
Консультации текущие	0,3	0,3
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	95,6	95,6
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	6	6
Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	72,6	72,6
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	13	13
Выполнение контрольной работы	10	10

**АННОТАЦИЯ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ
«Мембранные процессы в химической технологии»**
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-1	Способность оценивать эффективность новых технологий получения веществ и материалов и внедрять их в производство, находить оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами	ИД1 _{ПКв-1} – Оценивает эффективность и надежность процессов производства и технологического оборудования ИД2 _{ПКв-2} – Находит оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами.

Содержание разделов дисциплины. Процессы разделения. Введение в мембранные процессы. Преимущества мембранных процессов. Мембранные материалы и их свойства. Получение синтетических мембран. Характеристики мембран. Инверсия фаз: осаждение под действием паровой фазы, с помощью испарения растворителя, с контролирующим испарением, термическое осаждение, осаждение путем погружения. Методы получения композитных мембран: межфазная полимеризация. нанесение при погружении, плазменная полимеризация, модификация плотных полимерных мембран. Влияние различных параметров на морфологию мембраны. Свойства мембран (проницаемость, селективность, стабильность). Определение характеристик мембран. Электронная микроскопия, метод точки пузырька, метод ртутной порометрии, метод проницаемости (пористые мембраны). Методы проницаемости, физические методы анализа, методы оценки толщины рабочего слоя мембраны (непористые мембраны). Мембранные процессы (движущие силы, типы мембран, объекты разделения, применение в химической промышленности): баромембранные процессы (микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос); газоразделение; электромембранные процессы (электродиализ); диализ. Проектирование модулей и мембранных процессов. Виды мембранных модулей. Режимы работы модулей. Расчет процессов. Мембранный катализ и его использование в мембранных реакторах.