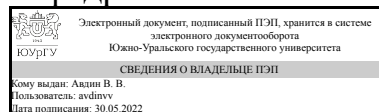


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



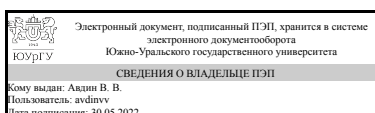
В. В. Авдин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М2.01.02 Актуальные тенденции развития мембранных технологий: проектное обучение  
для направления 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии  
уровень Магистратура  
магистерская программа Комплексное использование водных ресурсов  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

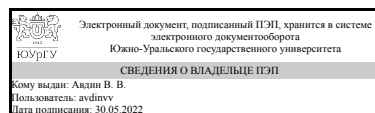
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 909

Зав.кафедрой разработчика,  
д.хим.н., проф.



В. В. Авдин

Разработчик программы,  
д.хим.н., проф., заведующий  
кафедрой



В. В. Авдин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – сформировать у студентов представления о технологических особенностях получения и применения различных классов мембранных наноматериалов и использование их в процессах очистки воды. Задачи дисциплины:

1. Дать знания о возможностях современных систем обработки воды, в том числе для высокотехнологичных производств, применяющих наноструктурированные мембранные материалы, о методах оценки параметров химико-технологических систем реальных объектов, а также о наноструктурированных мембранных материалах природных систем. 2. Сформировать умения применять методы и принципы создания современных высокотехнологичных систем обработки воды, включающих наноструктурированные мембранные материалы с целью повышения эффективности работы химико-технологических и природных систем в целом в части обеспечения мероприятий энерго- и ресурсосбережения. 3. Научить владеть методами получения и использования современных наноструктурированных мембран в химико-технологических и природных системах, методами их исследования при помощи современного научного оборудования.

## Краткое содержание дисциплины

В процессе изучения данной дисциплины студенты познакомятся с историей возникновения мембранных методов очистки воды, с появлением различных методов получения мембран, ознакомятся со строением мембран, узнают как появились нанотехнологичные способы получения мембран и что способствовало развитию нанотехнологичных способов очистки воды, получают представление о том, каково современное состояние вопроса.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен использовать современные системы управления качеством в конкретных условиях производства. Способен использовать информационные системы планирования и управления экологической деятельности предприятия	Знает: принципы работы мембранных систем, типы и области применения мембран Имеет практический опыт: использования мембранных технологий
ПК-5 Способен определять безопасные решения на соответствие требованиям экологического законодательства; определять оптимальные параметры природоохранных и ресурсосберегающих решений	Знает: методы получения и исследование мембранных материалов Умеет: решать прикладные задачи водоочистки с помощью современных мембранных технологий Имеет практический опыт: анализа результатов применения мембран и мембранных технологий

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Экологические проблемы традиционной энергетики: проектное обучение,

	Водная экотоксикология: проектное обучение, Моделирование технологических процессов водопользования: проектное обучение, Методы и средства контроля состояния водных объектов, Возобновляемые источники энергии: проектное обучение, Организация системы обращения с отходами на предприятии, Моделирование биосферных процессов для целей энерго- и ресурсосбережения: проектное обучение, Оценка воздействия деятельности предприятий на водные объекты, Токсикология почв: проектное обучение, Производственная практика, научно-исследовательская работа (2 семестр), Производственная практика, преддипломная практика (4 семестр)
--	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 24,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	16	16	
Лекции (Л)	0	0	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	83,75	83,75	
подготовка к экзамену	13,75	13,75	
подготовка к контрольным работам	70	70	
Консультации и промежуточная аттестация	8,25	8,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
-----------	----------------------------------	---

		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Теоретические основы мембранных процессов	4	0	4	0
2	Методы получения мембран	4	0	4	0
3	Методы исследования мембран	4	0	4	0
4	Характеристики мембран и технологического оборудования	2	0	2	0
5	Особенности эксплуатации мембранных аппаратов	2	0	2	0

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Селективность, классификация мембран и мембранных аппаратов	2
2	1	Фильтрация. Осмотический эффект.	2
3	2	Растворные, расплавные, фазоинверсные и трековые методы получения полимерных мембран	2
4	2	Гидролитический, гидротермальный, термический, расплавный, электрохимический метода, а также методы спекания для получения неорганических мембран	2
5	3	Определение пористых характеристик, производительности и селективности мембран.	2
6	3	Определение текстурных и морфологических характеристик мембран.	2
7	4	Зависимости селективности и производительности от условий эксплуатации	1
8	4	Виды материалов мембран и влияние на эксплуатационные свойства.	1
9	5	Концентрационная поляризация	1
10	5	Методы очистки мембран	1

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка к экзамену	Вергунов, А.И. Очистка воды р. Дон с использованием биосорбционно-мембранной технологии. [Электронный ресурс] / А.И. Вергунов, Л.Н. Фесенко. — Электрон. дан. // Научный потенциал регионов на службу модернизации. — 2013. — № 3(6) Том 1. — С. 32-34. Силос, О.В. Мембранная технология очистки воды, содержащей соединения кремния и тяжелых металлов. [Электронный ресурс]	1	13,75

	<p>/ О.В. Силос, Е.Н. Фарносова, Г.Г. Каграманов. — Электрон. дан. // Успехи в химии и химической технологии. — 2011. — № 11(127) том 25. — С. 22-27. Силос, О.В. Мембранная технология очистки SiO<sub>2</sub>-содержащих вод. [Электронный ресурс] / О.В. Силос, Г.Г. Каграманов. — Электрон. дан. // Успехи в химии и химической технологии. — 2011. — № 11(127) том 25. — С. 96-98. Ильина, С.И. Системный подход к классификации мембранных методов разделения и пути прогнозирования развития мембранной технологии. [Электронный ресурс] / С.И. Ильина, Д.Г. Терпугов, С.А. Жарков. — Электрон. дан. // Успехи в химии и химической технологии. — 2014. — № 2(151) том 28. — С. 34-36.</p>		
подготовка к контрольным работам	<p>Вергунов, А.И. Очистка воды р. Дон с использованием биосорбционно-мембранной технологии. [Электронный ресурс] / А.И. Вергунов, Л.Н. Фесенко. — Электрон. дан. // Научный потенциал регионов на службу модернизации. — 2013. — № 3(6) Том 1. — С. 32-34. Силос, О.В. Мембранная технология очистки воды, содержащей соединения кремния и тяжелых металлов. [Электронный ресурс] / О.В. Силос, Е.Н. Фарносова, Г.Г. Каграманов. — Электрон. дан. // Успехи в химии и химической технологии. — 2011. — № 11(127) том 25. — С. 22-27. Силос, О.В. Мембранная технология очистки SiO<sub>2</sub>-содержащих вод. [Электронный ресурс] / О.В. Силос, Г.Г. Каграманов. — Электрон. дан. // Успехи в химии и химической технологии. — 2011. — № 11(127) том 25. — С. 96-98. Ильина, С.И. Системный подход к классификации мембранных методов разделения и пути прогнозирования развития мембранной технологии. [Электронный ресурс] / С.И. Ильина, Д.Г. Терпугов, С.А. Жарков. — Электрон. дан. // Успехи в химии и химической технологии. — 2014. — № 2(151) том 28. — С. 34-36.</p>	1	70

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	КР1	1	5	<p>Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной. Студенты могут ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ.</p> <p>5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла – каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла – каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.</p>	зачет
2	1	Текущий контроль	КР2	1	5	<p>Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной. Студенты могут ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ.</p> <p>5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла – каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла – каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с</p>	зачет

						<p>точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.</p>	
3	1	Текущий контроль	КРЗ	1	5	<p>Контрольная работа проводится на практическом занятии в течение 45 минут письменно по билетам. В билете – два вопроса из списка, прилагающегося к каждой контрольной. Студенты могут ознакомиться со списком контрольных вопросов заранее по методическим материалам, представленным в системе Электронный ЮУрГУ.</p> <p>5 баллов – каждый вопрос раскрыт полностью, студент показал отличные знания, дан правильный ответ на каждый заданный вопрос, 4 балла – каждый вопрос раскрыт хорошо, с достаточной степенью полноты, 3 балла – каждый вопрос раскрыт удовлетворительно, имеются определенные недостатки по полноте и содержанию каждого ответа, 2 балла – ответы не являются логически законченными и обоснованными, каждый поставленный вопрос раскрыт неудовлетворительно с точки зрения полноты и глубины изложения материала, в ответах приводятся бессистемные сведения, относящиеся к поставленному вопросу, но не дающие ответа на него; отсутствуют ответы на все вопросы или содержание ответов не совпадает с поставленным вопросом, 1 балл – грубые ошибки в ответе, верными являются менее 50% ответов, 0 баллов – нет ответов на вопросы.</p>	зачет
4	1	Промежуточная аттестация	Зачёт	-	5	<p>5 баллов – студент демонстрирует: глубокие исчерпывающие знания в понимании, изложении ответа на вопрос, ответ логически последовательный, содержательный, полный, правильный и конкретный; 4 балла – твердые знания материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, однако, ответ недостаточно полный, имеются 1-2 незначительных замечания преподавателя, последовательный и конкретный ответ, студент свободно устраняет замечания преподавателя по отдельным частям и пунктам ответа; 3 балла - твердые знания и</p>	зачет

					понимание основного; ответ не содержит грубых ошибок, но есть более 2-х неточностей и замечаний, при устранении неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений требуются наводящие вопросы преподавателя; 2-балла –грубые ошибки при ответе на вопрос, но более 50% ответа составляют правильные сведения, студент демонстрирует неуверенные и неточные ответы на наводящие вопросы преподавателя, 1 балл – грубые ошибки в ответе, менее 50% являются верными, студент демонстрирует непонимание сущности излагаемых положений; 0 баллов - нет ответа на вопрос.
--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Итоговый рейтинг обучающегося может формироваться на основании только текущего контроля, путем сложения рейтинга за полученные оценки за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент вправе прийти на зачёт для улучшения своего рейтинга. Промежуточная аттестация (зачёт) проводится в устной форме. В билете два вопроса. Для подготовки предлагаются вопросы к экзамену.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-2	Знает: принципы работы мембранных систем, типы и области применения мембран	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: использования мембранных технологий	+	+	+	+
ПК-5	Знает: методы получения и исследование мембранных материалов	+	+	+	+
ПК-5	Умеет: решать прикладные задачи водоочистки с помощью современных мембранных технологий	+	+	+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: анализа результатов применения мембран и мембранных технологий	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:



Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*  
Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Мембранные технологии и нанотехнологии для обеспечения экологической безопасности: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 70 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Мембранные технологии и нанотехнологии для обеспечения экологической безопасности: учебное пособие / В.В. Авдин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 70 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Вергунов, А.И. Очистка воды р. Дон с использованием биосорбционно-мембранной технологии. [Электронный ресурс] / А.И. Вергунов, Л.Н. Фесенко. — Электрон. дан. // Научный потенциал регионов на службу модернизации. — 2013. — № 3(6) Том 1. — С. 32-34. <a href="https://e.lanbook.com/journal/issue/290786">https://e.lanbook.com/journal/issue/290786</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Силос, О.В. Мембранная технология очистки воды, содержащей соединения кремния и тяжелых металлов. [Электронный ресурс] / О.В. Силос, Е.Н. Фарносова, Г.Г. Каграманов. — Электрон. дан. // Успехи в химии и химической технологии. — 2011. — № 11(127) том 25. — С. 22-27. <a href="https://e.lanbook.com/journal/issue/292879">https://e.lanbook.com/journal/issue/292879</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Силос, О.В. Мембранная технология очистки SiO <sub>2</sub> -содержащих вод. [Электронный ресурс] / О.В. Силос, Г.Г. Каграманов. — Электрон. дан. // Успехи в химии и химической технологии. — 2011. — № 11(127) том 25. — С. 96-98. <a href="https://e.lanbook.com/journal/issue/292879">https://e.lanbook.com/journal/issue/292879</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ильина, С.И. Системный подход к классификации мембранных методов разделения и пути прогнозирования развития мембранной технологии. [Электронный ресурс] / С.И. Ильина, Д.Г. Терпугов, С.А. Жарков. — Электрон. дан. // Успехи в химии и химической технологии. — 2014. — № 2(151) том 28. — С. 34-36. <a href="https://e.lanbook.com/journal/issue/292906">https://e.lanbook.com/journal/issue/292906</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	202 (1а)	компьютер, мультимедийный проектор
Практические занятия и семинары	202 (1а)	компьютер, мультимедийный проектор