

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 03.11.2023 13:36:57
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 23 » апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ

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

Направленность программы магистратуры
Водоочистка в химической, нефтехимической и биотехнологии

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет химической и биотехнологии

Кафедра химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Доцент Далидович В.В.
Старший преподаватель		Соловей В.Н.

Рабочая программа дисциплины «Мембранные технологии очистки воды» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники протокол от « 12 » апреля 2021 № 6

Заведующий кафедрой

В.В. Самонин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от « 20 » апреля 2021 № 9

Председатель

М.В. Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»		Д.А.Смирнова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	09
4.3.1. Семинары, практические занятия	09
4.3.2. Лабораторные занятия.....	12
4.4. Самостоятельная работа.....	12
4.5. Темы РГР и индивидуального задания	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	14
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	15

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-3 Способен использовать знания о физико-химических и биохимических процессах в воде	ПК-3.6 Знание физико-химических основ мембранных методов очистки воды	Знать: физико-химические основы мембранных методов очистки воды (ЗН-1); Уметь: обосновывать механизм мембранных методов очистки воды с учетом особенностей технологии очистки воды (У-1); Владеть: методикой расчета режима мембранных процессов очистки воды (Н-1)
ПК-5 Способен подбирать, разрабатывать и использовать технологические решения, направленные на обеспечение высокого качества воды	ПК-5.9 Выбор условий проведения мембранных методов очистки воды	Знать: классификацию мембранных методов в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды (ЗН-2); Уметь: выбирать мембранные методы очистки воды в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды (У-2); Владеть: методикой подбора и расчета аппаратного оформления процессов мембранной очистки (Н-2)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина является дисциплиной по выбору, относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.01.01), и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении общеинженерных дисциплин. Полученные в процессе изучения дисциплины «Мембранные технологии очистки воды» знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/ 108
Контактная работа с преподавателем:	70
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	32 (3)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	38
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Мембранная очистка воды. Область применения.	2	4	-	-	ПК-3 ПК-5	ПК-3.6 ПК-5.9
2.	Структура мембран. Классификация мембран.	4	8	-	-	ПК-3 ПК-5	ПК-3.6 ПК-5.9
3.	Мембранные процессы разделения. Механизм переноса компонентов через мембраны. Требования к мембранам. Получение мембран. Исследование пористой структуры мембран. Массоперенос через мембраны.	10	10	-	20	ПК-3 ПК-5	ПК-3.6 ПК-5.9
4.	Баромембранные процессы. Диффузионные мембранные процессы. Термомембранные процессы. Электромембранные процессы. Концентрационная поляризация мембраны. Гелевая поляризация мембраны. Осадкообразование на мембранах.	10	4	-	-	ПК-3 ПК-5	ПК-3.6 ПК-5.9
5.	Мембранная техника. Мембранные элементы. Аппараты с плоскими, рулонными, патронными, трубчатыми мембранными элементами. Аппараты с капиллярными мембранными модулями. Мембранные установки. Поточные схемы мембранных установок.	6	6	-	18	ПК-5	ПК-5.9

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Мембранная очистка воды. Область применения.</u></p> <p>Технологические приемы осуществления мембранных процессов разделения. Диафильтрация. Мицеллярно-усиленная ультрафильтрация. Мембранный реактор. Рынок мембранных технологий. Опреснение соленых вод. Получение сверхчистой воды. Переработка промышленных отходов. Биотехнология. Пищевая промышленность. Медицина. Гемодиализ, плазмоферез. Первапорация. Разделение газовых смесей.</p>	2	-
2	<p><u>Структура мембран. Классификация мембран.</u></p> <p>Определение мембраны. Принцип работы мембраны. Классификация мембран: по природе, по структуре, по применению, по механизму мембранного действия. Этапы развития мембранной технологии. Полупроницаемые мембраны. Полимерные мембраны. Пористые и непористые мембраны. Неорганические мембраны. Мембраны из пористого стекла. Металлические мембраны. Керамические мембраны. Мембраны из графита. Биологические мембраны. Композиционные мембраны. Динамические мембраны.</p>	4	ЛПК
3	<p><u>Мембранные процессы разделения. Механизм переноса компонентов через мембраны. Требования к мембранам. Получение мембран. Исследование пористой структуры мембран. Массоперенос через мембраны.</u></p> <p>Мембранные процессы разделения. Движущие силы. Механизмы переноса компонентов через мембраны. Проницание и диффузия. Неравновесная термодинамика. Транспорт через пористые и непористые мембраны. Явления переноса. Получение, свойства и применение обратноосмотических мембран. Разность концентраций как движущая сила мембранных процессов. Материалы для производства мембран и их свойства. Полимерные мембраны, получение. Мембранные полимеры. Пористые и непористые мембраны, получение. Неорганические мембраны, способы получения. Биологические мембраны, методы получения. Получение синтетических мембран. Инверсия фаз. Получение осаждением. Композиционные мембраны, получение. Требования к мембранам.</p>	10	ЛПК

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>Селективность. Удерживающая производительность. Механическая прочность. Химическая, биологическая, тепловая стойкость. Ресурс работы мембран. Стабильность мембран. Утилизируемость мембран. Физико-механические характеристики мембран. Технологические свойства мембран. Определение размеров пор мембран. Общая пористость. Размер пор, ртутная порометрия, метод “пузырька”.</p> <p>Теоретические основы массопереноса через мембраны.</p>		
4	<p><u>Баромембранные процессы. Диффузионные мембранные процессы. Термомембранные процессы. Электромембранные процессы. Концентрационная поляризация мембраны. Гелевая поляризация мембраны. Осадкообразование на мембранах.</u></p> <p>Теоретические основы баромембранных процессов. Движущая сила баромембранных процессов. Механизм обратного осмоса. Состояние воды на поверхности пористого тела из гидрофильного материала, имеющего поры разного размера. Механизм задерживающей способности мембраны. Макрохарактеристика мембраны, задерживающая способность, «солезадержание», «селективность». Механизм ультрафильтрации. Влияние адсорбции растворенного вещества на параметры ультрафильтрации. Ультрафильтрация, нанофильтрация, теоретические основы процесса мембранного разделения. Область применения. Классификация баромембранных процессов.</p> <p>Теоретические основы диффузионных мембранных процессов. Диффузия. Облегченная диффузия. Гидродинамический поток. Диализ. Мембранная экстракция. Механизм работы жидких мембран. Теоретические основы термомембранных процессов. Мембранная дистилляция. Первапорация. Способы проведения первапорации. Теоретические основы электромембранных процессов. Электродиализ.</p> <p>Поляризационные явления на мембранах. Распределение задерживаемого мембраной вещества у поверхности мембраны. Концентрационная поляризация, механизм.</p>	10	-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Гелевая поляризация, механизм. Осадкообразование на мембранах, условия, механизм образования. Влияние поляризационных явлений на удельную производительность мембран. Способы снижения влияния поляризационных явлений.		
5	<u>Мембранная техника. Мембранные элементы. Аппараты с плоскими, рулонными, патронными, трубчатыми мембранными элементами. Аппараты с капиллярными мембранными модулями. Мембранные установки. Поточные схемы мембранных установок.</u> Мембранная техника. Поддерживаемые и самоподдерживаемые мембраны. Дренаж и подложка. Капиллярные и полволоконные мембранные элементы. Понятие мембранного элемента и мембранного модуля. Понятие мембранного аппарата и мембранной установки. Устройство. Конструкция и работа: аппаратов с плоскими мембранными элементами, рулонными мембранными элементами, патронными мембранными элементами, трубчатыми мембранными элементами, капиллярными мембранными модулями. Устройство и работа мембранных установок: генератор движущей силы, регенерация мембранных элементов. Поточные схемы мембранных установок.	6	-

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1	<u>Мембранная очистка воды. Область применения.</u> Технологические приемы осуществления мембранных процессов разделения. Диафильтрация. Мицеллярно-усиленная ультрафильтрация. Мембранный реактор.	4	-	Кр.ст.
2	<u>Структура мембран.</u>	8	1	Кр.ст.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
	<u>Классификация мембран.</u> Определение мембраны. Принцип работы мембраны. Классификация мембран: по природе, по структуре, по применению, по механизму мембранного действия. Этапы развития мембранной технологии. Полупроницаемые мембраны. Полимерные мембраны. Пористые и непористые мембраны. Неорганические мембраны. Мембраны из пористого стекла. Металлические мембраны. Керамические мембраны. Мембраны из графита. Биологические мембраны. Композиционные мембраны. Динамические мембраны.			
3	<u>Мембранные процессы</u> <u>разделения. Механизм переноса</u> <u>компонентов через мембраны.</u> <u>Требования к мембранам.</u> <u>Получение мембран. Исследование</u> <u>пористой структуры мембран.</u> <u>Массоперенос через мембраны.</u> Мембранные процессы разделения. Движущие силы. Механизмы переноса компонентов через мембраны. Проникание и диффузия. Неравновесная термодинамика. Транспорт через пористые и непористые мембраны. Явления переноса. Получение, свойства и применение обратноосмотических мембран. Разность концентраций как движущая сила мембранных процессов.	2	-	Кр.ст.
3	<u>Мембранные процессы</u> <u>разделения. Механизм переноса</u> <u>компонентов через мембраны.</u> <u>Требования к мембранам.</u> Получение мембран. Исследование пористой структуры мембран. Массоперенос через мембраны.	2	-	-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
	Требования к мембранам. Селективность. Удерживающая производительность. Механическая прочность. Химическая, биологическая, тепловая стойкость. Ресурс работы мембран.			
3	<u>Мембранные процессы</u> <u>разделения. Механизм переноса</u> <u>компонентов через мембраны.</u> <u>Требования к мембранам.</u> <u>Получение мембран. Исследование</u> <u>пористой структуры мембран.</u> <u>Массоперенос через мембраны.</u> Определение размеров пор мембран. Общая пористость. Размер пор, ртутная порометрия, метод “пузырька”.	6	1	Кр.ст.
4	<u>Баромембранные процессы.</u> <u>Диффузионные мембранные</u> <u>процессы. Термомембранные</u> <u>процессы. Электромембранные</u> <u>процессы. Концентрационная</u> <u>поляризация мембраны. Гелевая</u> <u>поляризация мембраны.</u> <u>Осадкообразование на мембранах.</u> Поляризационные явления на мембранах. Распределение задерживаемого мембраной вещества у поверхности мембраны. Концентрационная поляризация, механизм. Гелевая поляризация, механизм. Осадкообразование на мембранах, условия, механизм образования. Влияние поляризационных явлений на удельную производительность мембран. Способы снижения влияния поляризационных явлений.	4	-	Кр.ст.
5	<u>Мембранная техника.</u> <u>Мембранные элементы. Аппараты с</u> <u>плоскими, рулонными,</u> <u>патронными, трубчатыми</u> <u>мембранными элементами.</u> <u>Аппараты с капиллярными</u> <u>мембранными модулями.</u> <u>Мембранные установки. Поточные</u> <u>схемы мембранных установок.</u>	6	1	Кр.ст.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
	Выбор и использование мембранных установок. Проектирование модулей для мембранных процессов. Разработка технологии очистки воды с заданным составом. Мембранные технологии при очистке воды различного назначения. Проектирование систем с использованием мембранных технологий. Разработка технологии очистки воды.			

4.3.2. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Исследование параметров мембран методом ртутной порометрии. Научные основы ртутно-порометрического метода. Методика проведения эксперимента. Описание ртутно-порометрической установки. Расчет структурных кривых.	20	Устный опрос №1-3
5	Контроль, управление и автоматизация работы мембранных установок.	18	Устный опрос №4, 5

4.5. Задания для выполнения практических занятий

Примеры задания:

1. Рассчитать необходимую площадь мембран и количество модулей. Определить удельный расход энергии (кВт/м^3) без рекуперации и с рекуперацией, исходя из данных:

Для опреснения воды Черного моря ($C_0=32$ г/л) проектируется мембранная установка обратного осмоса производительностью по пермеату $100 \text{ м}^3/\text{ч}$. Используются рулонные мембранные элементы на полиамидной мембране, рассчитанные на рабочее давление 55 бар, с наблюдаемой селективностью по NaCl 98,2%. Площадь мембраны в рулонном модуле – 3 м^2 . Удельная производительность этой мембраны в предварительных испытаниях, проведенных на водопроводной воде (0,5 г/л по NaCl), при рабочем давлении 15 ат, составила $55 \text{ л/м}^2\text{ч}$.

- Усредненная концентрация продукта не должна превышать 0,75 г/л. К.п.д. насоса – 0,65, к.п.д. рекуператора энергии – 0,75. Гидравлическое сопротивление установки – 5 бар.
2. Определить величины ГДГ и ГПГ для водных растворов NaCl, если $n_{\text{кNa}} = 6$; $n_{\text{кCl}} = 8$. Каждая молекула воды из первой гидратной оболочки удерживает 3 молекулы воды во второй гидратной оболочке.
1 моль NaCl встраивает в первичную гидратную оболочку 14 молей воды. В 1 литре (1000 г) воды содержится $C_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 : 18 = 55,5$ г-моля воды. Т.о. вся вода попадает в первичные гидратные оболочки, когда в литре воды будет содержаться $55,5 : 14 = 3,96$ г-моля соли, т.е. ~ 232 г/л.
В первой и второй гидратных оболочках удерживается $14 + 14 \cdot 3 = 56$ молей H_2O /моль NaCl. Тогда мольная концентрация на ГДГ = $55,5 : 56 = 0,99$ моль/л или 57,9 г/л.
 3. Для опреснения морской воды с концентрацией солей (по NaCl) 32,0 г/л предложены 4 мембраны с различным солезадержанием:
 - 1 – полипропиленовая, $R = 50\%$;
 - 2 – полисульфоновая, $R = 90\%$;
 - 3 – ацетатцеллюлозная, $R = 98,5\%$;
 - 4 – полиамидная, $R = 99,8\%$.
 Определить пригодность мембран для получения питьевой воды, если $C_{\text{норм}} = 500$ мг/л.
 4. Определить величины ГДГ и ГПГ для водных растворов NaCl, если $n_{\text{кNa}} = 6$; $n_{\text{кCl}} = 8$. Каждая молекула воды из первой гидратной оболочки удерживает 3 молекулы воды во второй гидратной оболочке.
 5. Удельная производительность трубчатой микрофильтрационной мембраны по культуральной жидкости, содержащей дрожжевые клетки ($d_{\text{г}} = 1$ мкм), при давлении 0,25 МПа составляет 300 л/м²час.
Рассчитать степень концентрирования потока в условиях предотвращения отложений микроорганизмов на поверхности мембраны, если ее диаметр – 16 мм, $L = 2$ м, коэффициент взаимодействия клеток с мембраной $k = 5,6 \cdot 10^3$, а линейная скорость жидкости в пограничном слое составляет 0,125 от скорости по оси канала.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант 1

1. Теоретические основы баромембранных процессов. Движущая сила баромембранных процессов. Механизм обратного осмоса.
2. Конструкция и работа: аппаратов с плоскими мембранными элементами.
3. Методика расчета параметров пористой структуры мембран ртутно-порометрическим методом.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачет».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Рябчиков, Б.Е. Современная водоподготовка / Б. Е. Рябчиков. - Москва: ДеЛи плюс, 2013. - 680 с. – ISBN 978-5-905170-49-2.

б) электронные учебные издания:

2. Далидович, В.В. Изучение процесса фильтрации: учебное пособие / В. В. Далидович, Л. В. Григорьева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический Университет), кафедра химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. - 36 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Далидович, В.В. Изучение процесса фильтрации: практикум / В. В. Далидович, Л. В. Григорьева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. - 36 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Магистратура. Общие требования: СТО СПбГТИ(ТУ) 039-2013 / СПбГТИ(ТУ). - Взамен СТП СПбГТИ 039-97, СТП СПбГТИ 049-98; Введено с 01.01.2013. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 25 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Мембранные технологии очистки воды»

проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Программное обеспечение практики включает необходимые программы и пакеты программ:

стандартные программные продукты пакета «Apache_OpenOffice».

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для ведения лекционных и практических занятий используются учебные аудитории, оснащенные мебелью, проектором BenQ MX518, ноутбуками HP Compaq Presario в количестве 2 штук, проектором Vivitek D508 DLP, проекционными экранами в количестве 2 штук, пульта для управления презентацией, досками, на 20-30 посадочных мест.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации
по дисциплине «Мембранные технологии очистки воды»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Способен использовать знания о физико-химических и биохимических процессах в воде	начальный
ПК-5	Способен подбирать, разрабатывать и использовать технологические решения, направленные на обеспечение высокого качества воды	начальный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.6 Знание физико-химических основ мембранных методов очистки воды	Излагать физико-химические основы мембранных методов очистки воды (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-18 к зачету	Излагает физико-химические основы мембранных методов очистки воды с ошибками	Излагает физико-химические основы мембранных методов очистки воды с одной ошибкой	Излагает физико-химические основы мембранных методов очистки воды
	Выбирать и обосновывать механизм мембранных методов очистки воды с учетом особенностей технологии очистки воды (У-1)	Правильные ответы на вопросы №1-18 к зачету	Выбирает с неправильным обоснованием механизм мембранных методов очистки воды с учетом особенностей технологии очистки воды	Выбирает и обоснует механизм мембранных методов очистки воды с учетом особенностей технологии очистки воды с одной ошибкой	Выбирает и обоснует механизм мембранных методов очистки воды с учетом особенностей технологии очистки воды
	Выполнять алгоритм методики расчета режима мембранных процессов очистки воды (Н-1)	Правильные ответы на вопросы №1-18 к зачету	Выполняет алгоритм методики расчета режима мембранных процессов очистки воды с ошибками	Выполняет алгоритм методики расчета режима мембранных процессов очистки воды с одной ошибкой	Выполняет алгоритм методики расчета режима мембранных процессов очистки воды
ПК-5.9 Выбор условий проведения мембранных	Приводить и раскрывать классификацию мембранных методов в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к	Правильные ответы на вопросы №19-46 к зачету	Приводит, но не раскрывает классификацию мембранных методов в зависимости от	Приводит и раскрывает классификацию мембранных методов в зависимости от условий	Приводит и раскрывает классификацию мембранных методов в зависимости от

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
методов очистки воды	качеству очищенной воды (ЗН-2)		условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды	проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды с ошибками	условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды
	Выбирать мембранные методы очистки воды в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды (У-2)	Правильные ответы на вопросы №19-46 к зачету	Выбирает мембранные методы очистки воды в зависимости от условий проведения очистки воды, без учета требований к качеству очищенной воды	Выбирает мембранные методы очистки воды в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды с ошибкой	Выбирает мембранные методы очистки воды в зависимости от условий проведения очистки воды и требований к качеству очищенной воды
	Выполнять алгоритм методики подбора и расчета аппаратного оформления процессов мембранной очистки (Н-2)	Правильные ответы на вопросы №19-46 к зачету	Выполняет алгоритм методики подбора, но без расчета, аппаратного оформления процессов мембранной очистки	Выполняет алгоритм методики подбора и расчета аппаратного оформления процессов мембранной очистки с ошибками	Выполняет алгоритм методикой подбора и расчета аппаратного оформления процессов мембранной очистки

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

1. Определение мембраны. Принцип работы мембраны. Классификация мембран: по природе, по структуре, по применению, по механизму мембранного действия. Этапы развития мембранной технологии.
2. Мембранные процессы разделения. Движущие силы. Механизмы переноса компонентов через мембраны.
3. Проницание и диффузия. Неравновесная термодинамика. Транспорт через пористые и непористые мембраны. Явления переноса.
4. Разность концентраций как движущая сила мембранных процессов.
5. Теоретические основы массопереноса через мембраны.
6. Теоретические основы баромембранных процессов. Движущая сила баромембранных процессов. Механизм обратного осмоса.
7. Состояние воды на поверхности пористого тела из гидрофильного материала, имеющего поры разного размера.
8. Механизм задерживающей способности мембраны. Макрохарактеристика мембраны, задерживающая способность, «солезадержание», «селективность».
9. Механизм ультрафильтрации. Влияние адсорбции растворенного вещества на параметры ультрафильтрации.
10. Теоретические основы диффузионных мембранных процессов. Механизм работы жидких мембран.
11. Диффузия. Облегченная диффузия. Гидродинамический поток. Диализ. Мембранная экстракция.
12. Теоретические основы термомембранных процессов.
13. Теоретические основы электромембранных процессов. Электродиализ.
14. Поляризационные явления на мембранах. Распределение задерживаемого мембраной вещества у поверхности мембраны.
15. Концентрационная поляризация, механизм.
16. Гелевая поляризация, механизм.
17. Осадкообразование на мембранах, условия, механизм образования.
18. Влияние поляризационных явлений на удельную производительность мембран. Способы снижения влияния поляризационных явлений.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:

19. Получение, свойства и применение обратноосмотических мембран.
20. Материалы для производства мембран и их свойства.
21. Полимерные мембраны, получение. Мембранные полимеры.
22. Пористые и непористые мембраны, получение.
23. Неорганические мембраны, способы получения.
24. Биологические мембраны, методы получения.
25. Получение синтетических мембран. Инверсия фаз. Получение осаждением.
26. Композиционные мембраны, получение.
27. Требования к мембранам. Селективность. Удерживающая производительность. Механическая прочность. Химическая, биологическая, тепловая стойкость. Ресурс работы мембран. Стабильность мембран. Утилизируемость мембран.
28. Физико-механические характеристики мембран. Технологические свойства мембран.
29. Определение размеров пор мембран. Общая пористость. Размер пор, ртутная порометрия, метод «пузырька».

30. Методика расчета параметров пористой структуры мембран ртутно-порометрическим методом.
31. Ультрафильтрация, нанофильтрация, теоретические основы процесса мембранного разделения. Область применения. Классификация баромембранных процессов.
32. Мембранная дистилляция. Первапорация. Способы проведения первапорации.
33. Технологические приемы осуществления мембранных процессов разделения. Диафильтрация. Мицеллярно-усиленная ультрафильтрация. Мембранный реактор.
34. Рынок мембранных технологий. Опреснение соленых вод. Получение сверхчистой воды.
35. Переработка промышленных отходов. Биотехнология. Пищевая промышленность.
36. Медицина. Гемодиализ, плазмоферез.
37. Первапорация. Разделение газовых смесей.
38. Мембранная техника. Поддерживаемые и самоподдерживаемые мембраны. Дренаж и подложка.
39. Капиллярные и полволоконные мембранные элементы.
40. Понятие мембранного элемента и мембранного модуля. Понятие мембранного аппарата и мембранной установки. Устройство.
41. Конструкция и работа: аппаратов с плоскими мембранными элементами.
Конструкция и работа: аппаратов с рулонными мембранными элементами.
42. Конструкция и работа: аппаратов с патронными мембранными элементами.
43. Конструкция и работа: аппаратов с трубчатыми мембранными элементами.
44. Конструкция и работа: аппаратов с капиллярными мембранными модулями.
45. Устройство и работа мембранных установок: генератор движущей силы, регенерация мембранных элементов.
46. Поточные схемы мембранных установок.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.