

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 03.10.2023 11:12:27
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
« 20 » сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология

Программа магистратуры
«Современные электрохимические производства»

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Технологии электрохимических производств**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.ДВ.02.02

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		Доцент Д. В. Агафонов

Рабочая программа дисциплины «Теория мембранных процессов» обсуждена на заседании кафедры Технологии электрохимических производств

протокол от 18.06.2021 № 3

Заведующий кафедрой

Доцент Д. В. Агафонов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов

протокол от 16.09. 2021 № 1

Председатель

доцент С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ООП «Химическая технология»		доцент М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		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	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	06
4.3. Занятия лекционного типа	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	08
4.4.1. Семинары, практические занятия	08
4.4.2. Лабораторные занятия	08
4.5. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	13
10.1. Информационные технологии	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	13
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14

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

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

<p>ПК-3 Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности</p>	<p>ПК-3.4 Готовность к разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки</p>	<p>Знать: оптимальные решения при создании продукции с учетом качества (ЗН-2) Уметь: выбрать способ и методики выполнения исследований (У-2) Владеть: математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных (Н-3)</p>
<p>ПК-4 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации, использовать в исследованиях и расчетах</p>	<p>ПК-4.1 Способность строить и использовать математические модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ, способностью использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ</p>	<p>Знать: назначение, область применения, классификацию мембран и методы их модифицирования (ЗН-3) Уметь: проводить статистическую обработку экспериментальных данных: пользоваться учебной и научной литературой (У-3) Владеть: математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных (Н-3)</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится дисциплинам по выбору (Б1.В.ДВ.02.02) и изучается на 2 курсе в 4 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химической технологии», «Теоретические основы электрохимической технологии», «Технико-экономический анализ», «Методы проектирования производств химической технологии».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц / академических часов)	7 / 252
Контактная работа с преподавателем:	132
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	90
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	18 (4)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	72 (36)
курсовое проектирование (КР или КП)	4
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	93
Формы текущего контроля	тесты
Форма промежуточной аттестации	экзамен (27)

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
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Классификация и синтез мембран	4	2	-	12	ПК-3 ПК-4
2	Области применения синтетических ионообменных мембран	4	2	12	16	ПК-3 ПК-4
3	Экспериментальные методы изучения свойств ионообменных мембран	6	4	36	20	ПК-3 ПК-4
4	Модифицирование мембран	6	2	8	20	ПК-3 ПК-4
5	Поляризационные явления в электромембранной системе	8	4	8	15	ПК-3 ПК-4
6	Теоретическое описание электромембранных явлений и характеристика мембран	8	4	8	10	ПК-3 ПК-4

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Классификация и синтез мембран. Классификация ионообменных мембран. Синтез мембран и их структура. Модели структурной организации мембран. Механизм мембранного действия	4	Лекция- беседа
2	Области применения синтетических ионообменных мембран. Процессы разделения веществ: микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос, газоразделение, первапорация, диализ и электродиализ. Мембраны в качестве искусственных органов, сепараторов топливных элементах и электролизерах, как твердые электролиты и катализаторы.	4	Лекция- беседа
3	Экспериментальные методы изучения свойств ионообменных мембран. Физико-механические	6	Лекция- беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	свойства мембран: плотность, геометрические размеры в сухом и набухшем состоянии, прочность на разрыв. Электротранспортные свойства: мембранный потенциал; число переноса ионов; электропроводность ионообменных мембран; диффузионная и электро-осмотическая проницаемость		
4	Модифицирование мембран. Методы модифицирования мембран: механический, химический, электрохимический. Модифицирование мембран органическими компонентами. Получение и свойства гибридных мембран	6	Лекция- беседа
5	Поляризационные явления в электромембранной системе. Концентрационная поляризация в электромембранной системе. Основные уравнения для предельного тока. Анализ вольтамперной кривой. Сопряженные явления	8	Лекция- беседа
6	Теоретическое описание электромембранных явлений и характеристика мембран Уравнения линейной неравновесной термодинамики для взаимосвязи потоков ионов и растворителя с градиентами действующих сил. Концепция структурной неоднородности полимерных ионообменных мембран. Теория обобщенной проводимости гетерогенных систем. Взаимосвязь электропроводности и диффузионной проницаемости мембран. Характеризация мембран на основе исследования концентрационных зависимостей электротранспортных свойств	8	Лекция- беседа

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 т.ч. на практическую подготовку	
1	Классификация и синтез мембран	2	0,5	доклад
2	Области применения синтетических ионообменных мембран	2	1	доклад
3	Экспериментальные методы изучения свойств ионообменных мембран	4	1	доклад
4	Модифицирование мембран	2	0,5	доклад

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практическую подготовку	
5	Поляризационные явления в электромембранной системе	4	0,5	доклад
6	Теоретическое описание электромембранных явлений и характеристика мембран	4	0,5	доклад

4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практическую подготовку	
2	Электродиализное обессоливание и концентрирование растворов электролитов	12	8	Защита лабораторной работы
3	Определение удельной электропроводности ионообменных мембран на переменном и постоянном токе. Определение чисел переноса ионов потенциометрическим и электроаналитическим методом	36	16	Защита лабораторной работы
4	Определение интегральных коэффициентов диффузионной проницаемости модифицированных мембран Определение электроосмотической проницаемости ионообменных мембран	8	4	Защита лабораторной работы
5	Измерение вольтамперных характеристик модифицированных ионообменных мембран	8	4	Защита лабораторной работы
6	Определение транспортно-структурных параметров мембран из концентрационных зависимостей их удельной электропроводности и диффузионной проницаемости	8	4	Защита лабораторной работы

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Классификации мембран вы знаете. Реакции используемые при синтезе мембран. Получение пористых мембран. Отличия ионообменной мембраны от ультрафильтрационных и обратноосмотических мембран. Целевое назначение	12	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	ионообменных мембран		
2	Процессы разделения веществ. Отличия ультрафильтрация от обратного осмоса. Применение электродиализ. Требования предъявляемые к мембранам, используемым в процессах мембранного электролиза. В каких электрохимических системах применяются ионообменные мембраны?	16	Устный опрос
3	Физико-механические свойства Методы измерения сопротивления мембран при определении их электропроводности. Характеристики диффузионной проницаемости. Каким методом определяют электроосмотическую проницаемость мембран? Как измерить число переноса ионов?	20	Устный опрос
4	Методы модифицирования мембран. Классификация модифицирующих компонентов. Свойства мембраны после модифицирования. Получение гибридных мембран. В каких электрохимических системах применяются модифицированные мембраны?	20	Устный опрос
5	Причина возникновения предельного состояния в электромембранной системе. Причина возрастания тока выше предельного в электромембранной системе. Зависимость предельного ток от концентрации раствора в электро-мембранной системе. Поляризационные явления в электромембранной системе. Вольтамперные характеристики мембранной системы. Предельное состояние. Сопряженные эффекты концентрационной поляризации. Сверхпредельное состояние. Диссоциация воды. Нарушение электронейтральности	15	Устный опрос
6	Какие силы действуют в электромембранной системе? Почему используется концепция структурной неоднородности полимерных ионообменных мембран? В чем физический смысл параметров теории обобщенной проводимости гетерогенных систем применительно к ионообменным мембранам? Какими уравнениями описывается взаимосвязь электропроводности и диффузионной проницаемости мембран? Какие модельные параметры используются для характеристики мембран?	10	Устный опрос

4.4.1. Темы курсовых работ

1. Баромембранные процессы.
2. Микрофильтрация. Мембраны для микрофильтрации. Промышленное применение микрофильтрации.
3. Микрофильтрация: параметры и применение.

4. Ультрафильтрация. Мембраны для ультрафильтрации. Промышленное применение ультрафильтрации.
5. Ультрафильтрация: параметры и применение.
6. Обратный осмос. Мембраны для обратного осмоса. Промышленное применение обратного осмоса.
7. Обратный осмос: параметры и применение.
8. Пьезодиализ: параметр и применение.
9. Газоразделение. Пористые и непористые мембраны. Применение газоразделения.
10. Газоразделение: параметры и применение.
11. Первапорация. Мембраны для первапорационных процессов. Промышленное применение микрофильтрации.
12. Первапорация: параметры и применение.
13. Диализ. Мембраны для диализа. Промышленное применение диализа.
14. Диализ: параметры и применение.
15. Электродиализ. Мембраны для электродиализа. Промышленное применение электродиализа.
16. Электродиализ: параметры и применение.

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

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («зачтено») освоения предусмотренных элементов компетенций. Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в виде экзамена в устной форме. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 3 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Результаты экзамена включаются в приложение к диплому.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Примеры вопросов, предлагаемых на экзамене:

Вариант № 1

1. Поляризационные явления в электромембранной системе.
2. Особенности структуры перфторированных мембран.
3. Экспериментальные методы определения чисел переноса ионов в ионообменных мембранах

Тестовые материалы, используемые при контроле знаний (при опросах)

1. Ионообменные мембраны. Классификация и целевое назначение
2. Способы получения мембран
3. Структурная организация мембран

4. Физические методы исследования структуры ионообменных мембран
5. Состояние ионов и воды в мембранах
6. Мембранные процессы разделения веществ.
7. Области применения мембран.
8. Физико-механические свойства мембран и методы их определения
9. Механизм ионообменной доннановской сорбции электролита и формирование мембранного потенциала.
10. Мембранный потенциал и методы его измерения.
11. Селективность мембран и способы ее оценки.
12. Расчет чисел переноса методом э.д.с.
13. Электромиграционные и эффективные числа переноса.
14. Диффузия неэлектролитов и электролитов.
15. Экспериментальное определение диффузионных характеристик мембран.
16. Электропроводность мембран и влияющие на нее факторы.
17. Экспериментальные методы определения электропроводности на постоянном и переменном токах.
18. Перенос воды через мембрану. Осмос и электроосмос.
19. Проблема концентрирования электролитов.
20. Методы модифицирования мембран.
21. Классификация модификаторов.
22. Композитные мембраны с ион-электронным механизмом проводимости.
23. Поляризационные явления в электромембранной системе.
24. Вольтамперные характеристики мембранной системы.
25. Предельное состояние.
26. Сопряженные эффекты концентрационной поляризации.
27. Сверхпредельное состояние. Диссоциация воды. Нарушение электронейтральности.
28. Теоретическое описание электромембранных явлений. Уравнения линейной неравновесной термодинамики.
29. Концепция структурной неоднородности ионообменных мембран.
30. Характеризация мембран с помощью набора транспортно-структурных параметров.

8. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания

1. Теоретическая электрохимия : учебник для вузов по направлению подготовки «Химическая технология» / А. Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина, А.И. Тимонов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Студент, 2013. - 496 с. – ISBN 978-5-4363-0047-4
2. Салем, Р.Р. Теоретическая электрохимия: Начала теории / Р. Р. Салем. - 2-е изд. - Москва : Вузовская книга, 2006. - 326 с. – ISBN 5-9502-0229-5
3. Шишкина, С.В. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии : учебное пособие для вузов / С. В. Шишкина, Л. И. Ковязина - 2-е изд., перераб. и доп. - Киров : ВятГУ, 2008. - 245 с. : ил. – ISBN 5-230-07354-3
4. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия : учебник по направ. 510500 «Химия» и спец. 011000 «Химия» / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 2-е изд., испр. и перераб. - Москва : Химия, 2008. - 670 с. : – ISBN 978-598109-064-6 («Химия»)

б) электронные издания

1. Козадеров, О. А. Современные химические источники тока : учебное пособие по основным образовательным программам высшего образования уровня магистратура и специалитет / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань,

2021. - 132 с. – ISBN 978-5-8114-2121-3 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.04.2021). - Режим доступа: по подписке.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Библиотека Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) университета - <http://bibl.lti-gti.ru>
2. Российская государственная библиотека - www.rsl.ru
3. Российская национальная библиотека - www.nlr.ru
4. Библиотека Академии наук - www.rasl.ru
5. Библиотека по естественным наукам РАН - www.benran.ru
6. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) - www.viniti.ru
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека - www.gpntb.ru
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - elibrary.ru
9. Реферативная база данных научных публикаций Web of Science - webofknowledge.com
10. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>
11. Интернет-портал мир гальваники <http://galvanicworld.com>
12. Гальванические покрытия <http://www.galvan.ru/?q=node/63>
13. Практические пособия по гальванике <http://www.galvanicworld.com/practicals/>
14. Химические источники тока <http://www.powerinfo.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Технология химических источников тока» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

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.

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 багаж знаний и вопросов 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, видеоматериалов;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Представление лекционного материала и проведение практических занятий:

ОС – не ниже MS Windows XP SP3

MS PowerPoint 97 и выше

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
2. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет; ЭБС «Лань»
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru>

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация программы учебной дисциплины не предполагает наличия специализированного учебного кабинета при условии соответствия учебных кабинетов санитарным нормам, а его оборудования – изложенным ниже требованиям:

1. Учебная аудитория на 10 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине.

Практические занятия проводятся в учебном кабинете, отвечающем санитарным нормам, а его оборудование – следующим требованиям:

1. Учебная аудитория на 10 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.

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

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допущенные по медицинским показаниям к обучению по направлениям подготовки 18.04.01 Химическая технология, изучают дисциплину в полном объеме. Учебный процесс осуществляется в соответствии с "Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ФГБОУ ВПО СПбГТИ(ТУ)", утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Теория мембранных процессов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности	промежуточный
ПК-4	Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации, использовать в исследованиях и расчетах	промежуточный

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-3.4 Готовность к разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки	<p>Знает основные понятия в области мембранной технологии (ЗН-1)</p> <p>Умеет обосновать выбор материалов для использования в конкретном электромембранном процессе (У-1)</p> <p>Владеет представлениями об электромембранных технологиях и методиками измерения электрохимических характеристик ионообменных мембран (Н-1)</p>	<p>Вопросы для подготовк и к экзамену № 1-30</p>	<p>Знает классификацию синтетических ионообменных мембран;</p> <p>Умеет проводить исследование свойств синтетических ионообменных мембран;</p> <p>Владеет современными методиками для изучения свойств синтетических ионообменных мембран</p>	<p>Знает области применения синтетических ионообменных мембран;</p> <p>Умеет прогнозировать области применения синтетических ионообменных мембран, в зависимости от химических свойств;</p> <p>Владеет навыками определения свойств синтетических ионообменных мембран</p>	<p>Знает основные свойства и законы переноса вещества в синтетических ионообменных мембранах;</p> <p>Умеет прогнозировать процессы переноса вещества и свойства в зависимости от химического строения синтетических ионообменных мембран;</p> <p>Владеет навыками определения переноса в синтетических ионообменных мембранах</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-4.1 Способность строить и использовать математические модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ, способностью использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ	Знает назначение, область применения, классификацию мембран и методы их модифицирования (ЗН-3) Умеет проводить статистическую обработку экспериментальных данных: пользоваться учебной и научной литературой (У-3) Владеет математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных (Н-3)	Вопросы для подготовк и к экзамену № 1-30	Имеет представления о методических особенностях и оборудовании для реализации электромембранных технологий	Знает методические особенности и оборудование для реализации различных электромембранных технологий	Знает взаимосвязь электропроводности и диффузионной проницаемости мембран Умеет оценивать перспективы их практического применения синтетических ионообменных мембран Владеет модельными параметрами для характеристики мембран

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ (ТУ): промежуточная аттестация проводится в форме **экзамена и защиты курсовой работы**. Критерии оценивания – «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично» приведены в таблице 2.

Оценка «не удовлетворительно» ставится, если ответ студента не передает содержание проблемы, не демонстрирует умение выделять главное, существенное, ответ носит краткий, неглубокий, поверхностный характер.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

1. Ионообменные мембраны. Классификация и целевое назначение
2. Способы получения мембран
3. Структурная организация мембран
4. Физические методы исследования структуры ионообменных мембран
5. Состояние ионов и воды в мембранах
6. Мембранные процессы разделения веществ.
7. Области применения мембран.
8. Физико-механические свойства мембран и методы их определения
9. Механизм ионообменной доннановской сорбции электролита и формирование мембранного потенциала.
10. Мембранный потенциал и методы его измерения.
11. Селективность мембран и способы ее оценки.
12. Расчет чисел переноса методом э.д.с.
13. Электромиграционные и эффективные числа переноса.
14. Диффузия неэлектролитов и электролитов.
15. Экспериментальное определение диффузионных характеристик мембран.
16. Электропроводность мембран и влияющие на нее факторы.
17. Экспериментальные методы определения электропроводности на постоянном и переменном токах.
18. Перенос воды через мембрану. Осмос и электроосмос.
19. Проблема концентрирования электролитов.
20. Методы модифицирования мембран.
21. Классификация модификаторов.
22. Композитные мембраны с ион-электронным механизмом проводимости.
23. Поляризационные явления в электромембранной системе.
24. Вольтамперные характеристики мембранной системы.
25. Предельное состояние.
26. Сопряженные эффекты концентрационной поляризации.
27. Сверхпредельное состояние. Диссоциация воды. Нарушение электронейтральности.
28. Теоретическое описание электромембранных явлений. Уравнения линейной неравновесной термодинамики.
29. Концепция структурной неоднородности ионообменных мембран.
30. Характеризация мембран с помощью набора транспортно-структурных параметров.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.