

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования, первый
проректор

подпись

Хагуров Т.А.

"31" мая 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.01 МЕМБРАННАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ И МЕМБРАННЫЕ
МАТЕРИАЛЫ НОВЫХ ПОКОЛЕНИЙ**

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) Электрохимия

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация выпускника магистр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, утвержденным приказом Минобрнауки России от 13.07.2017 N 655 по направлению подготовки 04.04.01 Химия (уровень магистратуры) и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 04.04.01 Химия, профиль Электрохимия.

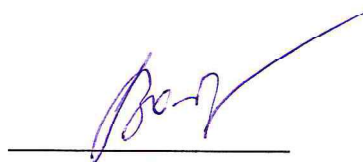
Рабочую программу составила:

Н.А. Кононенко, профессор кафедры
физической химии, д-р хим. наук



Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физической химии
«29» апреля 2019 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой
физической химии Заболоцкий В.И



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии
и высоких технологий протокол № 6 от «16» мая 2019 г.

Председатель УМК факультета
Стороженко Т.П.



Эксперты:

Стрижов Н.К., профессор кафедры стандартизации, сертификации и аналитического контроля ФГБОУ ВО «КубГТУ», д-р хим. наук.

Цюпко Т.Г., профессор кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО «КубГУ», д-р хим. наук.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний в области мембранной электрохимии с учетом фундаментальных законов классической электрохимии и науки о полимерных материалах.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи дисциплины:

- сформировать у студентов знания об основах электрохимии и физикохимии полимерных материалов;
- сформировать знания об экспериментальных методах получения и модифицирования современных мембранных материалов;
- развить умения пользоваться экспериментальными методами исследования электрохимических характеристик мембранных систем;
- сформировать навыки самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.01 «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений» является обязательной и входит в часть учебного плана по направлению подготовки 04.04.01 Химия, формируемую участниками образовательных отношений. Изучение дисциплины «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений» должно предшествовать изучению таких дисциплин, как «Современные методы исследования в электрохимии». При освоении данной дисциплины слушатели должны иметь знания по физической химии и электрохимии, умение работать с химической посудой и реактивами. В рамках данной дисциплины у студентов формируют знания, умения и навыки, которые обеспечат формирование компетенций, необходимых для успешной научно-исследовательской работы в выбранной области химии.

1.4 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций: способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук (ПК-1), способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в электрохимии или смежных науках (ПК-3).

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знает	умеет	владеет
1.	ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук	основные понятия в области мембранной электрохимии	обосновать выбор материалов для использования в конкретном электро-мембранном процессе	представлениями об электромембранных технологиях и методиками измерения электрохимических характеристик ионообмен-

№ п.п.	Индекс компе- тенции	Содержание компе- тенции (или её ча- сти)	В результате изучения учебной дисциплины обу- чающиеся должны		
			знает	умеет	владеет
					ных мембран
2.	ПК-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в электрохимии или смежных науках	назначение, область при- менения, клас- сификацию мембран и ме- тоды их моди- фицирования	проводить ста- тистическую об- работку экспе- риментальных данных: пользо- ваться учебной и научной литера- турой	навыками представле- ния получен- ных резуль- татов в виде кратких отчет- тов

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 часов), их распределе-
ние по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			1			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		68,3	68,3			
Занятия лекционного типа		18	18	-	-	-
Лабораторные занятия		50	50	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:		85	85			
Подготовка к текущему контролю		40	40	-	-	-
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ		45	45			
Контроль:		26,7	26,7			
Общая трудоемкость	час.	180	180	-	-	-
	в том числе контактная работа	68,3	68,3			
	зач. ед	5	5			

2.2 Структура дисциплины

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	

1	2	3	4	5	6	7
1.	Классификация и синтез мембран	12	2	-	-	10
2.	Области применения синтетических ионообменных мембран	12	2	-	12	10
3.	Экспериментальные методы изучения свойств ионообменных мембран	32	2		20	20
4.	Модифицирование мембран	40	2		6	20
5.	Поляризационные явления в электромембранной системе	35	2		6	15
6.	Теоретическое описание электромембранных явлений и характеристика мембран	22	2		6	10
	<i>Итого по разделам дисциплинам:</i>					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к промежуточной аттестации	26,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	180	18	-	50	85

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Классификация и синтез мембран	Классификация ионообменных мембран. Синтез мембран и их структура. Модели структурной организации мембран. Механизм мембранного действия	Устный опрос
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 элементов и электролизерах, как твердые электролиты и катализаторы.	Устный опрос
3.	Экспериментальные методы изучения свойств ионообменных мембран	Физико-механические 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 электроосмотическая проницаемость	Устный опрос
4	Модифицирование мембран	Методы модифицирования мембран: механический, химический, электрохимический. Модифицирование мембран органическими компонентами. Получение и свойства гибридных мембран.	Устный опрос

5	Поляризационные явления в электромембранной системе	Концентрационная поляризация в электромембранной системе. Основные уравнения для предельного тока. Анализ вольтамперной кривой. Сопряженные явления.	Тест
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. Характеристика мембран на основе исследования концентрационных зависимостей электротранспортных свойств.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Электродиализное обессоливание и концентрирование растворов электролитов	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
2.	Определение удельной электропроводности ионообменных мембран на переменном и постоянном токе. Определение чисел переноса ионов потенциометрическим и электроаналитическим методом	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
3	Определение интегральных коэффициентов диффузионной проницаемости модифицированных мембран Определение электроосмотической проницаемости ионообменных мембран	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
4	Измерение вольтамперных характеристик модифицированных ионообменных мембран	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
5	Определение транспортно-структурных параметров мембран из концентрационных зависимостей их удельной электропроводности и диффузионной проницаемости	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Подготовка отчета по лабораторной работе	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2.	Подготовка к устному опросу	1. Ноёк Е.М.V., Tarabara V.V. Encyclopedia of membrane science and technology (in 3 volumes). NJ.: Wiley. – 2013. 2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015. 2 шт. (0.04). https://e.lanbook.com/book/58166#authors
3.	Подготовка к тесту	Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: учебное пособие Краснодар, Кубанский гос. ун-т, 2017. 290 с.
4.	Подготовка к экзамену	1. Мембраны и мембранные технологии, под ред. А.Б. Ярославцева, – М.: Наука, 2013. 611 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468334&sr=1 2. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Краснодар, КубГУ, 2017. 290 с. 3. Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем: учебное пособие. Краснодар: изд-во Кубанского государственного университета. 2009.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов.

Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности обучающихся по их разрешению приводит к творческому овладению знаниями, умениями, навыками, развитию мыслительных способностей. Работа с электронными базами данных, индивидуальные задания, дискуссии по обсуждаемым вопросам.

Мультимедийные презентации по теме занятия. Дискуссии по теме занятия. Устный опрос.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль знаний осуществляется на каждом лабораторном занятии в виде устного опроса, обсуждения дискуссионных вопросов. Письменный контроль осуществляется в виде теста.

Вопросы для устного контроля знаний по разделам дисциплины

Раздел № 1 «Классификация и синтез мембран»

1. Какие классификации мембран вы знаете?
2. Какие реакции используются при синтезе мембран?
3. Как получить пористые мембраны?
4. Чем отличаются ионообменные мембраны от ультрафильтрационных и обратноосмотических мембран?
5. Какое целевое назначение ионообменных мембран?

Перечень части компетенций, проверяемых оценочным средством: способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук (ПК-1).

Раздел № 2 «Области применения синтетических ионообменных мембран»

1. Какие процессы разделения веществ вы знаете?
2. Чем отличается ультрафильтрация от обратного осмоса?
3. Для каких целей используется электродиализ?
4. Какие требования предъявляются к мембранам, используемым в процессах мембранного электролиза?
5. В каких электрохимических системах применяются ионообменные мембраны?

Перечень части компетенций, проверяемых оценочным средством: способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук (ПК-1).

Раздел № 3 «Экспериментальные методы изучения свойств ионообменных мембран»

1. Какие физико-механические свойства мембран вы знаете?
2. Какие методы измерения сопротивления мембран используются при определении их электропроводности?
3. Какие характеристики диффузионной проницаемости мембран вы знаете?
4. Каким методом определяют электроосмотическую проницаемость мембран?
5. Как измерить число переноса ионов?

Перечень части компетенций, проверяемых оценочным средством: способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в электрохимии или смежных науках (ПК-3).

Раздел № 4 «Модифицирование мембран»

1. Какие методы модифицирования мембран вы знаете?
2. Какова классификация модифицирующих компонентов?

3. Какие свойства приобретают мембраны после модифицирования?
4. Как получить гибридные мембраны?
5. В каких электрохимических системах применяются модифицированные мембраны?

Перечень части компетенций, проверяемых оценочным средством: способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в электрохимии или смежных науках (ПК-3).

Раздел № 6 «Теоретическое описание электромембранных явлений и характеристика мембран»

1. Какие силы действуют в электромембранной системе?
2. Почему используется концепция структурной неоднородности полимерных ионообменных мембран?
3. В чем физический смысл параметров теории обобщенной проводимости гетерогенных систем применительно к ионообменным мембранам?
4. Какими уравнениями описывается взаимосвязь электропроводности и диффузионной проницаемости мембран?
5. Какие модельные параметры используются для характеристики мембран?

Перечень части компетенций, проверяемых оценочным средством: способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в электрохимии или смежных науках (ПК-3).

Пример теста по разделу №5 «Поляризационные явления в электромембранной системе»

1. Причиной возникновения предельного состояния в электромембранной системе является:
разные числа переноса ионов в растворе и мембране
разная концентрация раствора по обе стороны мембраны
2. Причиной возрастания тока выше предельного в электромембранной системе является:
селективность мембраны
сопротивление мембраны
каталитическое действие функциональных групп
3. Как изменяется предельный ток с увеличением концентрации раствора в электромембранной системе?
увеличивается
уменьшается
не изменяется
4. Толщина диффузионного слоя зависит от:
обменной емкости мембраны
гидродинамического режима в системе
температуры раствора
5. Для расчета величины предельного тока используется уравнение:
Фика
Пирса
Нернста

Перечень части компетенций, проверяемых оценочным средством: способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук (ПК-1).

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Классификация и синтез мембран	ПК-1	Устный опрос	Вопросы для подготовки к экзамену № 1-5
2	Области применения синтетических ионообменных мембран	ПК-1	Устный опрос	Вопросы для подготовки к экзамену № 6, 7
3	Экспериментальные методы изучения свойств ионообменных мембран	ПК-3	Выполнение и защита лабораторной работы. Устный опрос	Вопросы для подготовки к экзамену № 8-19
4	Модифицирование мембран	ПК-3	Выполнение и защита лабораторных работ. Устный опрос	Вопросы для подготовки к экзамену № 20-22
5	Поляризационные явления в электромембранной системе	ПК-3	Тест.	Вопросы для подготовки к экзамену № 23-27
6	Теоретическое описание электромембранных явлений и характеристика мембран	ПК-1	Устный опрос. Выполнение и защита лабораторной работы.	Вопросы для подготовки к экзамену № 28-30

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук	Имеет <i>отрывочные</i> знания основных понятий и терминологии в области мембранной электрохимии;	<i>Знает с некоторыми пробелами</i> основные понятия и терминологию в области классической электрохимии и физической химии полимеров;	Имеет <i>полные и глубокие</i> знания основных понятий и терминологии в области мембранной электрохимии.
	<i>Умеет</i> определять некоторые физико-химические и транспортные характеристики ионообменных мембран по стандартным методикам с погрешностями и не-	<i>Умеет</i> определять все физико-химические и транспортные характеристики ионообменных мембран по стандартным методикам с погрешностями и не-	<i>Умеет</i> правильно определять все физико-химические и транспортные характеристики ионообменных мембран по стандартным методикам;

	большими ошибками;	большими ошибками;	
	<i>Владеет</i> основными методами исследования физико-химических и транспортных характеристик ионообменных мембран, но только с указаниями преподавателя по выбору и реализации метода исследования	<i>Владеет</i> основными методами исследования физико-химических и транспортных характеристик ионообменных мембран, но только с указаниями преподавателя по выбору метода или по его реализации	<i>Владеет</i> основными методами исследования физико-химических и транспортных характеристик ионообменных мембран в полном объеме
ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в электрохимии или смежных науках	Имеет <i>отрывочные</i> знания о практическом применении мембран в электрохимии	<i>Знает с некоторыми пробелами</i> практическое применение мембран в электрохимии	Имеет <i>полные и глубокие</i> знания о практическом применении мембран в электрохимии.
	<i>Умеет</i> анализировать результаты исследования электро-транспортных характеристик ионообменных мембран с погрешностями и небольшими ошибками;	<i>Умеет</i> анализировать результаты исследования электро-транспортных характеристик ионообменных мембран;	<i>Умеет</i> критически анализировать результаты исследования электротранспортных характеристик ионообменных мембран .
	<i>Владеет</i> основными методами обработки результатов исследования электрохимических характеристик ионообменных мембран, но только с указаниями преподавателя.	<i>Владеет</i> основными методами обработки результатов исследования электрохимических характеристик ионообменных мембран	<i>Владеет</i> методами обработки результатов исследования электрохимических характеристик ионообменных мембран в полном объеме

Зачтено-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы для подготовки к экзамену

Вопросы к экзамену по дисциплине

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.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания лабораторных работ

Защита лабораторных работ происходит в виде собеседования с преподавателем с обязательной проверкой преподавателем лабораторного журнала студента. Для успешной защиты лабораторной работы студент должен предоставить лабораторный журнал, оформленный в соответствии с установленными требованиями: отметка о выполнении экспериментальной части работы; необходимые расчеты согласно методическим указаниям к выполнению лабораторных работ с указанием размерностей полученных величин; графики и рисунки в соответствии с требованиями лабораторного практикума. На основании полученных результатов студенты должны сформулировать и записать вывод, который должен быть согласован с заявленными целями и/или задачами лабораторной работы. Вывод должен содержать необходимую количественную информацию. В ходе устной беседы с преподавателем студент должен продемонстрировать знание целей и задач выполненной работы, законов, которые лежат в основе наблюдаемых в ходе работы явлений, продемонстрировать умение анализировать полученную информацию и делать на ее основе выводы. Беседа включает опрос по контрольным вопросам к лабораторной работе. В этом случае в лабораторном журнале на соответствующей работе ставится пометка «зачтено», роспись преподавателя, принявшего работу, и дата защиты работы. После этого лабораторная работа считается выполненной. Допускается защита лабораторных работ индивидуально или в составе малых групп обучающихся, совместно выполнявших данную работу.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания устного опроса по темам

Форма проведения – собеседование.

Продолжительность опроса – 30 минут.

Студенты проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студентов на предмет выявления знания основных положений раздела дисциплины по вопросам к устному опросу. Опрос проводится фронтально с обсуждением дискуссионных вопросов.

Критерии оценки:

- **оценка «зачтено»** студент активно участвует в ответе на вопросы, владеет теоретическими знаниями по данному разделу, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять материал, иллюстрируя его примерами.

- **оценка «не зачтено»** студент не участвует в ответе на вопросы, неправильно отвечает на вопросы или делает существенные ошибки, затрудняется привести примеры, довольно ограниченный объем знаний программного материала.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания теста

После изучения темы 5 проводится тестирование. Тесты представляют собой ряд заданий, в которых студенты должны подчеркнуть правильный ответ или написать свой вариант правильного ответа. Выполнение обучающимся тестовых заданий демонстрирует освоение им профессиональной компетенции ПК-3. За каждый правильный ответ выставляется один балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы. Оценка определяется количеством правильных ответов.

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки	Показатель оценки сформированной компетенции
Пороговый	Обучающийся воспроизводит термины, основные понятия, способен узнавать языковые явления.	Не менее 3 баллов за задания теста.
Базовый	Обучающийся выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, применяет на практике пройденный материал.	Не менее 4 баллов за задания теста
Продвинутый	Обучающийся анализирует, оценивает, прогнозирует, конструирует.	Не менее 5 баллов за задания теста
	Компетенция не сформирована	Менее 3 баллов за задания теста.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Пример экзаменационных билетов

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования

«Кубанский государственный университет»

Направление подготовки – 04.04.01 Химия

Магистерская программа – Электрохимия

Кафедра физической химии

Дисциплина «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений»

Экзаменационный билет № 1

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

Заведующий кафедрой _____

В.И. Заболоцкий

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Мембраны и мембранные технологии, под ред. А.Б. Ярославцева, – М.: Наука, 2013. 611 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468334&sr=1
2. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Краснодар, КубГУ, 2017. 290 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература

1. Hoek E.M.V., Tarabara V.V. Encyclopedia of membrane science and technology (in 3 volumes). NJ.: Wiley. – 2013.
2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015. 2 шт. (0.04). <https://e.lanbook.com/book/58166#authors>.
3. Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем: учебное пособие. Краснодар: изд-во Кубанского государственного университета. 2009.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.3 Периодические издания

Журнал «Мембраны и мембранные технологии»

Журнал «Электрохимия»

"Журнал физической химии"

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет - источниками;
- подготовка к зачету.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, полученный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в рабочей программе дисциплины.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- ☐ название работы;
- ☐ заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- ☐ уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- ☐ расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) - дополнительное разъяснение учебного материала. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения.

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

7.1 Перечень информационно-телекоммуникационных технологий

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)

Программное обеспечение для слабовидящих.

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека
2. www.scopus.com - Scopus (SciVerse Scopus) мультидисциплинарная библиографическая и реферативная база данных, созданная издательской корпорацией Elsevier.
3. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
4. <http://cyberleninka.ru/about> – Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка»
5. <http://www.sciencedirect.com> – полнотекстовая научная база данных международного издательства Elsevier.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ауд. 332с, 334с, 406с, 416с).
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория «Мембранного материаловедения» (ауд.345с), предназначенная для проведения практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений», укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения, снабжена демонстрационным стендом «Ионообменные материалы», руководствами для выполнения лабораторных работ и практических занятий, учебно-лабораторным оборудованием, реактивами для химического эксперимента. В необходимом количестве имеются химические реактивы: растворы солей, кислот, щелочей, индикаторов. Имеется химическая посуда: стаканы, колбы, пипетки, бюретки для титрования, а также электрохимические ячейки: кондуктометрическая ячейка для измерения сопротивления растворов, ячейки для измерения сопротивления мембран контактным и разностным методами, диффузионная ячейка. В лаборатории имеются лабораторные установки для исследования основных характеристик ионообменников, включающие приборы: потенциостат AUTOLAB PGSTAT302, мультиметры универсальные настольные, иономер-рН-метр. Имеются весы аналитические, шейкер лабораторный LS110, компьютеры для обработки экспе-

		риментальных данных на лабораторных занятиях.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория (ауд. 322с, 332с, 345с).
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория (ауд. 322с, 332с, 126с, 334с).
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд.329с).