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
_____Хагуров Т.А.
«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.02.02 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

Направление подготовки	04.03.01 Химия
Направленность (профиль)	Аналитическая химия
Форма обучения	очная
Квалификация	бакалавр

Краснодар 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
4E23D21DF7CC6DF6D9D04D6AEAE74F342DA725D9
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 13.05.2021 до 13.08.2022

Рабочая программа дисциплины «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 – Химия (уровень бакалавриата)

Программу составил(и):
Цюпко Т.Г., д-р хим. наук
Воронова О.Б., канд. хим. наук

Рабочая программа дисциплины «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА» утверждена на заседании
кафедрыаналитической химии
протокол № 5 от «18» мая 2021г.
Заведующий кафедрой Темердашев З.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Химии и высоких технологий
протокол № 7 от «24» мая 2021г.
Председатель УМК факультета Беспалов А.В.

Рецензент:
Гузик Т.В., канд. хим. наук, доцент кафедрыхимии ФГБОУ ВО«КубГТУ»

1.Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является: ознакомление с состоянием и актуальными задачами развития потенциометрических и вольтамперометрических методов анализа и исследовани, как основных элементов современного физико-химического анализа

1.2 **Задачи дисциплины:**

раскрыть теоретические и методологические основы дисциплины.

опираясь на знания, полученные в курсах по основным дисциплинам (аналитической химии, физической химии и др.), расширить знания студентов в области химии и сформировать профессиональные компетенции.

сформировать представления о формировании аналитического сигнала в различных электрохимических методах анализа.

овладеть практическими навыками потенциометрии и вольтамперометрии.

1.3 **Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Основы электрохимических методов анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе (7 семестр). Вид промежуточной аттестации: зачет.

Изучению дисциплины «Основы электрохимических методов анализа» предшествует изучение дисциплин «Аналитическая химия», «Теория и практика химического анализа», «Пробоподготовка в химическом анализе». Данная дисциплина является предшествующей для дисциплины «Современные методы аналитической химии», «Методы экоаналитического контроля суперэкотоксикантов».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен проводить работу по оптимизации существующих методов и методик анализа веществ и материалов, продукции с использованием теоретических знаний и практических навыков в области аналитической химии	
ИПК 3.1 Демонстрирует знания теоретических и методологических основ электрохимических методов анализа	*знает* теоретические и методологические основы дисциплины;тенденции развития современных электрохимических методов анализа и исследования
	умеет использовать знания в области современных электрохимических методов анализа для исследования объектов со сложной матрицей, включая объекты окружающей среды
	владеет навыками построения схем анализа различных объектов методами аналитической электрохимии
ИПК 3.2 Демонстрирует способность проведения апробации электрохимичеких методик анализа объектов окружающей среды	*знает* теоретические основы выбора метода анализа и способа пробоподготовки в зависимости от матрицы объекта, природы и содержания определяемого компонента, требуемой точности анализа
	умеет использовать теоретические знания для выбора методики анализа и проведения ее апробации и валидации
	владеет навыками самостоятельного освоения новых знаний и профессиональной аргументации
ПК-5. Способен применять основные законы и закономерности развития аналитической химии при анализе полученных результатов	
ИПК 5.1. Демонстрирует знания электрохимических методов анализа и	*знает* теоретические и методологические основы дисциплины;

способность использовать эти знания при контроле объектов окружающей среды	*умеет* использовать знания в области современных методов анализа для исследования процессов, протекающих в сложных системах и контроля содержания компонентов в объектах окружающей среды
	владеет навыками практического применения современных аналитических методов к анализу объектов окружающей среды
ИПК 5.2 Демонстрирует способность обсуждать полученные экспериментальные результаты	*знает* тенденции развития современных электрохимических методов анализа;
	умеет применять комплексный подход, опирающийся на теоретические знания и практический опыт, при оценке результатов анализа и исследований
	владеет навыками планирования эксперимента и обсуждения полученных экспериментальных результатов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			7 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		**102**	**102**
занятия лекционного типа		34	34
лабораторные занятия		68	68
практические занятия			
семинарские занятия			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6
Промежуточная аттестация (ИКР)		0.2	0.2
Самостоятельная работа, в том числе:		**71,8**	**71,8**
Оформление лабораторных работ		18	18
Самостоятельное изучение теоретического материала		32	32
Самостоятельное решение задач		-	-
Подготовка к текущему контролю		21,8	21,8
Контроль:			
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	**час.**	**180**	**180**
	в том числе контактная работа	**108.2**	**108.2**
	зач. ед	**5**	**5**

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре(очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Общие вопросы электрохимических методов исследования и анализа	4	2	-	-	2

2.	Потенциометрические методы анализа и исследования	40	10	-	20	10
3.	Способы расчета концентрации в потенциометрическом анализе	36	6	-	10	20
4.	Общие вопросы вольтамперометрии. Классификация индикаторных электродов,применяемых в вольтамперометрии	27	8	-	10	19
5.	Современные варианты вольтамперометрии	38	6	-	22	10
6.	Практические аспекты потенциометрического и вольтамперометрическогометодов анализов	18,8	2	-	6	10,8
	ИТОГО по разделам дисциплины	173,8	34		68	71,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.2	-	-	-	-
	Подготовка к текущему контролю	-	-	-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	180	-	-	-	-

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары,ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела(темы)	Содержание раздела(темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Общие вопросы электрохимических методов исследования и анализа	Общие вопросы электрохимическихметодов исследования и анализа.Классификация электрохимических методов анализа.	УО
2.	Потенциометрические методы анализа и исследования	Ионометрия(прямая потенциометрия). Основные положения теории ИСЭ. Классификация ИСЭ. Теория мембранныхпотенциалов ИСЭ. Основные характеристики ИСЭ. Потенциометрические изменения с ИСЭ. Техника эксперимента. Факторы, влияющие на правильность определений. Погрешность ионометрических определений. Роль потенциометрии с ИСЭв мониторинге объектов окружающей среды. Потенциометрическое титрование. Общие принципы метода. Метод Грана в потенциометрическом титровании. Типы индикаторных электродов. Особенности стеклянного электрода. Краткий обзор методов потенциометрического титрования (кислотно-основного, осаждения, окисления-восстановления, комплексообразования).	К
3.	Способы расчета концентрации в потенциометрическом анализе	Способы расчета концентрации в потенциометрии: способ градуировочного графика; способы стандартной добавки (одной, двойной, многократных); способ разбавления и др.	РЗ

4.	Общие вопросы вольтамперометрии. Классификация индикаторных электродов, применяемых в вольтамперометрии	Общие вопросы. Понятие о поляризации. Концентрационная поляризация. Свойства предельного тока. Перенапряжение выделения водорода. Понятие о токе обмена. Вывод уравнения поляризации. Величина потенциала полуволны для случая смешанной поляризации. Классификация индикаторных электродов, применяемых в вольтамперометрии	К
5.	Классическая полярография	Классическая полярография. Общие положения. Уравнение Ильковича. Разновидности полярографического метода. Приложения полярографического метода (определение числа электронов, принимающих участие в процессе восстановления-окисления вещества на электроде; изучение комплексных соединений; изучение явления таутометрии; изучение структуры соединений).	К
6.	Современные варианты вольтамперометрии.	Современные вариантывольтамперометрии – синусоидальная,переменнотоковая, импульсная. Особенности формирования аналитического сигнала.Амперометрическое титрование.Принцип метода. Кривыеамперометрического титрования. Изменение хода кривых титрования в зависимости от характера протекания процессов. Реагенты в амперометрическом титровании. Примененией электродов. Приложение амперометрического метода.	К
7.	Практические аспекты потенциометрического и вольтамперометрическогометодов анализов.	Автоматизация метода ПТ и ВА.Типы индикаторных электродов,используемых вэтих методах исследования. Особенности пробоподготовки объектов окружающей среды для целей электрохимического анализа.	К

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарскиезанятия/лабораторные работы)

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Определение основных характеристик ИСЭ.	ЛР
2.	Потенциометрическое определение сульфат-ионов в водах cPb-селективным электродом	ЛР
3.	Потенциометрическое определение фторид-ионов в зубной пасте с помощью фторид-селективного электрода	ЛР
4.	Потенциометрическое определение констант диссоциации фосфорной кислоты	ЛР
5.	Ионометрическое определение кальция в молоке.	ЛР
6.	Определение концентрации Х-ионов методом добавок с использованием ИСЭ.	ЛР
7.	Изучение зависимости аналитического сигнала от различных параметров в методе ИВА	ЛР
8.	Инверсионно-вольтамперометрическое определение тяжелых металлов на вращающемся стеклоуглеродном электроде методом градуировочного графика	ЛР

9.	Инверсионно-вольтамперометрическое. определение тяжелых металлов на вращающемся стеклоуглеродном электроде методом стандартной добавки	ЛР
10.	Инверсионно-вольтамперометрическое определение тяжелых металлов в природных и питьевых водах	ЛР
11.	Выбор рабочих условий определения элементов при многокомпонентном концентрировании	ЛР
12.	Инверсионно-вольтамперометрическое определение тяжелых металлов в пищевых продуктах	ЛР
13.	Определение антиоксидантной активности индивидуальных антиоксидантов	ЛР
14.	Инверсионно-вольтамперометрическое определение тяжелых металлов в пищевых продуктах (самостоятельная работа)	ЛР

Примечание – защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), расчетного задания (РЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т), устный опрос (УО) и т.д.

Для всех лабораторных работ разработаны и утверждены на заседании кафедры аналитической химии методические указания

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплиныпо выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Цюпко Т.Г., Воронова О.Б.,Николаева Н.А., Коншин В.В. Потенциометрические методы в анализе объектов окружающей среды / Краснодар: Издательско- полиграфический центр КубГУ, 2014, 124 с. Цюпко Т.Г., Воронова О.Б., Коншин В.В., КоншинаДж.Н. Инверсионнаявольтамперометрия в анализе пищевых продуктов / Краснодар: Типография ООО «ГК Альталюкс», 2015, 190 с. Объекты окружающей среды и их аналитический контроль в 2-х томах / под ред. Т.Н. Шеховцовой. . – Краснодар: Арт- Офис. – 2007
2	Выполнение индивидуальных расчетных заданий и подготовка к текущему контролю	Цюпко Т.Г., Воронова О.Б.,Николаева Н.А., Коншин В.В. Потенциометрические методы в анализе объектов окружающей среды / Краснодар: Издательско- полиграфический центр КубГУ, 2014, 124 с. Цюпко Т.Г., Воронова О.Б., Коншин В.В., КоншинаДж.Н. Инверсионнаявольтамперометрия в анализе пищевых продуктов / Краснодар: Типография ООО «ГК Альталюкс», 2015, 190 с. Объекты окружающей среды и их аналитический контроль в 2-х томах / под ред. Т.Н. Шеховцовой. . – Краснодар: Арт-Офис. – 2007

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) 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, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Организация изучения материала курса осуществляется на основе системно-деятельностного подхода и поэтапного формирования умственных действий. Лекции и лабораторные занятия способствуют формированию у студентов базовых знаний, основных мыслительных операций, развитию логики. Лекции носят мотивационно-познавательный характер; лабораторные занятия являются самостоятельными и имеют проблемно-поисковый характер. При выполнении лабораторных работ реализуется творческая деятельность студента, развивается коммуникативная способность, развиваются навыки аргументированно выражать свои мысли и навыки экспериментальной работы.

Для повышения эффективности учебного процесса используются следующие образовательные технологии: информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими; метод проблемного изложения материала. Для успешного освоения дисциплины студентам необходимо овладеть навыками проведения поиска необходимой научной информации в фондах библиотеки. Для закрепления полученных теоретических знаний и практических навыков и с целью профессиональной ориентации предусмотрены семинары-экскурсии на предприятиях города.

При выполнении лабораторных работ и во время самостоятельной работы студенты проводят разбор практических задач как самостоятельно, так и решают проблемные ситуации в составе малых групп.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимые коррективы, как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Основы электрохимических методов анализа».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме разноуровневых заданий, расчетных илитворческих заданий, отчетовпо лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы)	Код контролируемой компетенции (или ее	Наименование оценочногосредства

	дисциплины	части)	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Общие вопросы электрохимических методов исследованияи анализа	ПК-3 ПК-5	УО	вопросы 1-3 из перечня вопросов для зачета
2	Потенциометрические методы анализа и исследования	ПК-3 ПК-5	К ЛР 1,2,4–11	вопросы 4-7, 9-12 из перечня вопросов для зачета
3	Способы расчета концентрации в потенциометрическом анализе	ПК-3 ПК-5	РЗ	вопрос 8 из перечня вопросов для зачета
4	Общие вопросы вольтамперометрии. Классификация индикаторных электродов, применяемых в вольтамперометрии	ПК-3 ПК-5	К	вопросы 13-19,29 из перечня вопросов для зачета
5	Классическая полярография	ПК-3 ПК-5	К	вопросы 20-23из перечня вопросов для зачета
6	Современные варианты вольтамперометрии.	ПК-3 ПК-5	К	вопросы 24-28из перечня вопросов для зачета
7	Практическиеаспектып отенциометрического и вольтамперометричес когометодованализов.	ПК-3 ПК-5	К ЛР 3,12,13,14	Вопросы 12, 29-34 из перечня вопросов для зачета

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемымрезультатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно/зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично/зачтено
ПК-5 способен применять основные законы и закономерности развития аналитической химии при анализе полученных результатов	*Знает* теоретические и методологические основы дисциплины и направления развития современных электрохимических методов анализа	*Знает* теоретические и методологические основы дисциплины и направления развития современных электрохимических методов анализа; демонстрирует способность устанавливать	*Знает* теоретические и методологические основы дисциплины и направления развития современных электрохимических методов анализа; демонстрирует знания многоуровневых междисциплинарны

		связь: свойства объекта – метод анализа	х связей
	Умеет использовать знания в области современных электрохимических методов анализа для исследования процессов, протекающих в сложных системах и контроля содержания компонентов в объектах окружающей	*Умеет* использовать знания в области современных электрохимически х методов анализа для исследования процессов, протекающих в сложных системах	*Умеет* использовать знания в области современных электрохимических методов анализа для исследования процессов, протекающих в сложных системах и
	среды	и контроля содержания компонентов в объектах окружающей среды; демонстрирует умение аргументировать собственную точку зрения	контроля содержания компонентов в объектах окружающей среды; демонстрирует умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач
	Владеет навыками практического применения современных аналитических методов к анализу объектов окружающей среды	*Владеет* навыками практического применения современных аналитических методов к анализу объектов окружающей среды; демонстрирует способность к многоаспектному обсуждению проблем	*Владеет* навыками практического применения современных аналитических методов к анализу объектов окружающей среды; демонстрирует многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблем
ПК-3 способен проводить работу по оптимизации существующих методов и методик анализа веществ, материалов, продукции с использованием	*Знает* природу и особенности формирования аналитического сигнала в различных электрохимических методах анализа	*Знает* природу и особенности формирования аналитического сигнала в различных электрохимически х методах анализа; способы выявления значимых факторов, оказывающих	*Знает* природу и особенности формирования аналитического сигнала в различных электрохимических методах анализа; демонстрирует умение аргументировать собственную точку зрения, находить

теоретических знаний и практических навыков в области аналитической химии		влияние на аналитический сигнал и правильность определения аналита	пути решения познавательных задач, теоретически прослеживая связи свойство объекта – особенности метода анализа
	Умеет провести анализ состояния вопроса, используя литературные	*Умеет* провести анализ состояния вопроса,	*Умеет* провести анализ состояния вопроса, используя
	источники; провести оценку и выбор необходимого оборудования и вспомогательных средствдля проведения исследований; провести выбор, проверку работоспособности стандартной методики анализа заданного образца	используя литературные источники; провести оценку ивыбор необходимого оборудования и вспомогательных средств для проведения исследований; провести выбор, проверку работоспособност и и адаптацию методики анализадля заданного образца	литературные источники; провести оценку ивыбор необходимого оборудования и вспомогательных средств для проведения исследований; провести выбор, проверку работоспособности и адаптацию методики анализа для заданного образца; провести сравнительный анализ методик анализа объекта исследования ивыбрать оптимальную методику
	Владеет навыками проведения исследованийи анализа, основами планирования эксперимента и проведения необходимых расчетов	*Владеет* навыками проведения исследований и анализа, основами планирования эксперимента и проведения необходимых расчетов; способностью адаптировать известные способы предподготовки объекта к выбранной стандартной методике анализа	*Владеет* навыками проведения исследований и анализа, основами планирования эксперимента и проведения необходимых расчетов; демонстрирует способность адаптировать стандартную методику определения аналита к исследуемому объекту

Типовые контрольные задания или иные материалы,необходимыедля оценки знаний, умений, навыков и (или) опытадеятельности,характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоенияобразовательнойпрограммы

Текущий контроль проводится путем проведения опросов студентоввходе лабораторных занятий, в форме собеседования при защите лабораторных работ, и сдаче коллоквиумов.

Примерный перечень вопросов, обсуждаемых при защитах лабораторных работ, и для подготовки к коллоквиуму по разделу «Потенциометрические методы анализа и исследования»:

1. Классификация электрохимических методов анализа.
2. Понятие о полупроницаемой мембране как важнейшей составной части

ионселективного электрода. Причины возникновения диффузионного потенциала.

3.Электроды сравнения, их характеристики и особенности применения в ЭХМА.

4. Основные характеристики ИСЭ. Способы определения коэффициентов селективности ИСЭ. Определение предела обнаружения.

5. Классификация ИСЭ. Характеристика первичных ИСЭ. Характеристика ИСЭ с жидкими мембранами. Характеристика сенсибилизированных ионоселективных электродов (газочувствительных, ферментативных). Фторид-селективный электрод, его особенности и применение.

6. Техника эксперимента при работе с ИСЭ. Факторы, влияющие на правильность определений при использовании ИСЭ.

7. Погрешность ионометричсеких определений.

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ по разделу «Вольтамперометрические методы анализа и исследования»

1. Понятие о поляризации электрода.

2. Механизм концентрационной поляризации.

3. Уравнение концентрационной поляризации для случая твердого электрода.

4. Свойства предельного тока.

5. Уравнение концентрационной поляризации для случая образования амальгам.

6. Перенапряжение. Общие положения. Перенапряжение выделения водорода. Теории, объясняющие возникновение перенапряжения выделения водорода.

7. Предельный ток на РКЭ. Уравнение Ильковича, его анализ и применение.

8. Обратимые и необратимые электродные процессы.

9. Типы индикаторных электродов, используемые в вольтамперометрии.

10. Обоснование выбора ячейки при проведении вольтамперометрических исследованиях.

В разделе *«Способы расчета концентрации в потенциометрическом анализе»*для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, предусмотрено выполнение *творческогозадания/расчетного задания*, целью которого является на основе полученных теоретических знаний провести обоснованный выбор способа расчета концентрации определяемого компонента в объекте (по заданию преподавателя). При выполнении этого вида работы студент самостоятельно проводит поиск методики определения компонента, планирует эксперимент, получает экспериментальные данные и проводит расчеты. Защита результатов творческого задания проводится в группе в форме устного доклада.

Примеры тем творческого задания: - определение фторид-ионов в минеральных водах; - определение меди в винах; - определение кальция в модельных смесях методом многократных добавок.

Проведение *контрольных работ* позволяет оценить степень и глубину усвоения теоретического материала, способность логично, грамотно и четко излагать материал, оперируя терминами изучаемой дисциплины. В разделе «Вольтамперометрические методы анализа» предусмотрено выполнение двух контрольных работ:

контрольная работа 1 включает материал разделов «Общие вопросы вольтамперометрии» и «Классическая полярография»,

контрольная работа 2 – «Современные варианты вольтамперометрии».

Выполнение обучающимся контрольных работ демонстрирует освоение им следующих профессиональных компетенций – ПК-3, ПК-5.

Перечень вопросов для подготовки к *контрольной работе 1*:

1.Понятие о поляризации

2. Механизм концентрационной поляризации.

3. Уравнение концентрационной поляризации для случая твердого электрода.

4. Свойства предельного тока.

5. Уравнение концентрационной поляризации для случая образования амальгам.

6. Теория конвективной диффузии.

7. Перенапряжение. Общие положения. Перенапряжение выделения водорода. Теории, объясняющие возникновение перенапряжения выделения водорода.

8. Классическая полярография. Общий вид и характеристика вольтамперной кривой в классической полярографии. Влияние процесса выделения кислорода, растворенного в электролите, на поляризационную кривую.

9. Предельный ток на РКЭ. Уравнение Ильковича, его анализ и применение.

10. Обратимые и необратимые электродные процессы.

11. Полярографические максимумы.

Пример билета контрольной работы 1.

ВАРИАНТ 1

1. Перенапряжение выделения водорода. Теории, объясняющие процесс перенапряжения выделения водорода.
2. Уравнение Ильковича для случая РКЭ. Анализ уравнения.

Перечень вопросов для подготовки к *контрольной работе 2*:

1. Осцилографическая полярография.
2. Квадратноволноваяпеременнотоковая полярография.
3. Инверсионный вольтамперометрический анализ.
4. Синусоидальная переменнотоковая полярография.
5. Импульсная полярография.
6. Индикаторные электроды в вольтамперометрии.
7. Обоснование выбора ячейки в методе вольтамперометрии.
8. Применение полярографии при изучении комплексных соединений, структуры органических соединений, явления таутометрии органических соединений.
9. Принципы амперометрического титрования.
10. Кривые амперометрического титрования.
11. Приложение метода амперометрического титрования (определение ПР осадка, определение констант нестойкости комплексных ионов).

Пример билета контрольной работы 2.

ВАРИАНТ 1

1. Особенности формирования аналитического сигнала в методе синусоидальной вольтамперометрии. Применение синусоидальной вольтамперометрии для изучения электрохимических процессов.
2. Кривые амперометрического титрования. Изменение хода кривых титрования в зависимости от характера протекания процессов.

Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля успеваемости – коллоквиум/контрольная работа:

*оценка «отлично»:*глубокие исчерпывающие знания материала, логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на вопросы билета;использование в необходимой мере в ответах терминологии дисциплины, представленной в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

*оценка «хорошо»:*твёрдые и достаточно полные знания материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы, могут быть допущены несущественные недочеты в ответах и незначительные нарушения логики изложения материала;

*оценка «удовлетворительно»:*знание и понимание основных материала, наличие несущественных ошибок (не более 50%) при неспособности их последовательного и логического изложения, вызывает затруднение использование терминологии дисциплины;

*оценка «неудовлетворительно»:*непонимание сущности вопросов, грубые существенные ошибки в ответе, отсутствие способности к письменному изложению материала.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Классификация электрохимических методов анализа.
2. Понятие о полупроницаемой мембране как важнейшей составной части ионселективного электрода. Причины возникновения диффузионного потенциала.
3. Электроды сравнения, их характеристики и особенности применения в ЭХМА.
4. Основные характеристики ИСЭ. Способы определения коэффициентов селективности ИСЭ. Определение предела обнаружения.
5. Классификация ИСЭ. Характеристика первичных ИСЭ. Характеристика ИСЭ с жидкими мембранами. Характеристика сенсибилизированных ионоселективных электродов. (газочувствительных, ферментативных). Фторид-селективный электрод, его особенности и применение.
6. Техника эксперимента при работе с ИСЭ. Факторы, влияющие на правильность определений при использовании ИСЭ.
7. Погрешность ионометричсеких определений.
8. Интерпретация результатов потенциометрических измерений с ИСЭ (методы градуировочного графика, стандартной добавки, многократных добавок).
9. Общая характеристика метода потенциометрического титрования. Метод Грана в потенциометрическом титровании. Различные типы индикаторных электродов при потенциометрическом титровании.
10. Метод потенциометрического кислотно-основного титрования. Индикаторные электроды, используемые при проведении кислотно-основного потенциометрического титрования. Общая характеристика стеклянного pH-метрического электрода. Причины возникновения потенциала асимметрии стеклянного pH-электрода и способы его устранения.
11. Метод потенциометрического осадительного титрования.
12. Роль потенциометрии в мониторинге окружающей среды.
13. Понятие о поляризации
14. Механизм концентрационной поляризации.
15. Уравнение концентрационной поляризации для случая твердого электрода.
16. Свойства предельного тока.
17. Уравнение концентрационной поляризации для случая образования амальгам.
18. Теория конвективной диффузии.
19. Перенапряжение. Общие положения. Перенапряжение выделения водорода. Теории, объясняющие возникновение перенапряжения выделения водорода.
20. Классическая полярография. Общий вид и характеристика вольтамперной кривой в классической полярографии. Влияние процесса выделения кислорода, растворенного в электролите, на поляризационную кривую.
21. Предельный ток на РКЭ. Уравнение Ильковича, его анализ и применение.
22. Обратимые и необратимые электродные процессы.
23. Полярографические максимумы.
24. Осцилографическая полярография.
25. Квадратноволноваяпеременнотоковая полярография.
26. Инверсионный вольтамперометрический анализ.
27. Синусоидальная переменнотоковая полярография.
28. Импульсная полярография.
29. Индикаторные электроды в вольтамперометрии.
30. Обоснование выбора ячейки в методе вольтамперометрии.
31. Применение полярографии при изучении комплексных соединений, структуры органических соединений, явления таутометрии органических соединений.
32. Принципы амперометрического титрования.
33. Кривые амперометрического титрования.
34. Приложение метода амперометрического титрования (определение ПР осадка,

определение констант нестойкости комплексных ионов).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формированиякомпетенций

Методические рекомендации преподавателям по методике проведения основных видов учебных занятий

Лекции

Методика чтения лекций

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине, которые должны решать следующие задачи:

–изложить важнейший материал программы курса, освещающий основные моменты;

–развить у студентов потребность к самостоятельной работе над учебной и научнойлитературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

Содержание лекций

Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Крайне желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему курса и представляла собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта.

Лабораторные занятия

Методика проведения лабораторных занятий Целями проведения лабораторных работ являются:

–установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;

–обучение студентов умению анализировать полученные результаты;

–контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;

–обучение навыкам профессиональной деятельности.

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой.

Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания лабораторных работ:

Оценка «зачтено» выставляется, если выполнены все задания лабораторной работы, студент знает основные теоретические и методические аспекты, необходимые для освоения материала в рамках выполняемой лабораторной работы, владеет методами расчета и обработки полученных данных, может правильно интерпретировать результаты, грамотно их представлять, способен правильно объяснить полученные данные и привести практические примеры. Допускаются незначительные ошибки, исправленные студентом в ходе защиты лабораторной работы.

Оценка «не зачтено» выставляется, если задания по лабораторной работе выполнены не полностью, студент не владеет теоретическими и методическими аспектами, необходимыми для освоения материала в рамках выполняемой лабораторной

работы, не владеет методами расчета и обработки полученных данных, допускает грубые ошибки в интерпретации результатов, не способен правильно объяснить полученные данные и привести практическиепримеры.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания собеседования:

оценка «зачтено» выставляется, если студент четко излагает основной теоретический материал в рамках текущего раздела, владеет основной терминологией по теме собеседования, ориентируется в методах обеспечения качества и оценки соответствия, обоснованно и полно отвечает на вопросы изучаемого раздела, грамотно использует теоретический материал для изложения практическихвопросов.

оценка «не зачтено» выставляется, если студент демонстрирует отрывочные знания по теме собеседования, затрудняется привести примеры в рамках освоенного материала, не способен связать теоретический материал с практическимивопросами.

Методические рекомендации к приему зачета

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения лабораторных работ, подготовки к устному опросу (собеседованию), написания докладов.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно – по посещаемости лекций, результатам работы на лабораторных занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий с обязательной отработкой пропущенных лабораторных работ. Студенты, у которых количество пропусков, превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основныхположений дисциплины.

Критерии оценки по промежуточной аттестации – зачет

оценка «зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по всем разделам дисциплины, обладает практическими навыками проведения экспериментов, возможно, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять причины процессов и явлений, иллюстрируя ответ примерами.

оценка «не зачтено»: материал не усвоен вовсе или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по разделам дисциплины, показывает ограниченный объем знаний программного материала, не показывает навыков экспериментальной работы.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1 Будников, Г.К. Основы современного электрохимического анализа: Учеб. Пособие для студентов вузов / Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев. – М.: «Мир» БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2003. – 592с.

2 Электроаналитические методы. Теория и практика / А.М. Бонд и др.; под ред. Ф. Шольц; пер. с англ. под ред. В.Н. Майстренко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2006. – 326с.

3 Кристиан, Г. Аналитическая химия: в 2т. Т. 2 / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша и др. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – 504с.

4 Объекты окружающей среды и их аналитический контроль в 2-х томах / под ред. Т.Н. Шеховцовой. . – Краснодар: Арт- Офис. – 2007.

5 Будников, Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине [Электронный ресурс] / Г.К. Будников, Г.А. Евтюгин, В.Н. Майстренко. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. —

419 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90273.

6 Белюстин, А.А. Потенциометрия: физико-химические основы и применения [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 336 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/60646.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используются специальные сервисы в электронно-библиотечных системах (ЭБС), доступ к которым организует Научная библиотека КубГУ.

Дополнительная литература:

1. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов в 3т. Т. 1 : Методы идентификации и определения веществ / под ред. Л.Н. Москвина. – М.: Академия. – 2008. – 575с.

2. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов в 3т. Т. 2 : Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / под ред. Л.Н. Москвина. – М.: Академия. – 2008. – 300с.

3. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 672 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/58166.

4. Хенце Г., Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 287 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94136.

5.2. Периодическая литература

1. «Журнал аналитической химии»
2. «Заводская лаборатория. Диагностика материалов»
3. «Аналитика и контроль»
4. Реферативные журналы (РЖХ)

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ»https://urait.ru/
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/
2. Scopus http://www.scopus.com/
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wileyhttps://onlinelibrary.wiley.com/
5. Научная электронная библиотека (НЭБ)http://www.elibrary.ru/
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОНhttp://archive.neicon.ru
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
9. Springer Journals https://link.springer.com/
10. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
11. Springer Nature Protocols and Methods

https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols

12. Springer Materials http://materials.springer.com/
13. Springer eBooks: https://link.springer.com/

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных http://www.uspto.gov/patft/
2. Полные тексты канадских диссертаций http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/
3. КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"http://window.edu.ru/;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсовhttp://school-collection.edu.ru/ .

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обученияhttp://moodle.kubsu.ru
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://mschool.kubsu.ru/
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологийhttp://mschool.kubsu.ru;
4. Электронный архив документов КубГУhttp://docspace.kubsu.ru/

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента во всех видах аудиторных занятий, а также планомерную повседневную самостоятельную работу.

Общие рекомендации

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

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 возможностямиздоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа

(консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующиминдивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта междупреподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностямиздоровья.

7. Материально-техническоеобеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория органической химии(ауд. 414С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посудаи оборудование, анализатор жидкости pH-метр- иономер Эксперт-001 и набор ионселективных электродов; pH-метр-иономер Экотест-120; магнитные мешалки (напримерLekiMS1); весы аналитические ВЛР-200, 2 класса точности; вольтамперометрический анализатор ВА-5 с датчиком ВЭД; вольтамперометрический анализатор Экотест-ВА; электроплитки марки «Мечта», модель 111Ч/212Ч или другие с аналогичными характеристиками(ауд.242с, 252с)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office