

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 Г.А.  
« 29 » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.ДВ. 02.02 «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ  
МЕТОДОВ АНАЛИЗА»**

Направление подготовки/специальность                    04.03.01 Химия  
Направленность (профиль) / специализация           Аналитическая химия  
Форма обучения    очная  
Квалификация (степень) выпускника                    бакалавр

Краснодар 2020

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

Программу составил(и):

Т.Г. Цюпко, профессор кафедры аналитической химии,  
д-р хим. наук, профессор

О.Б. Воронова, доцент кафедры аналитической химии,  
канд. хим. наук

Рабочая программа дисциплины «Основы электрохимических методов анализа» утверждена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 6 «15» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Темердашев З.А.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 6 «15» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Темердашев З.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Химии и высоких технологий протокол № 5 «25» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.

Рецензент:

Гузик Т.В., канд. хим. наук, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО «КубГТУ»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

**Цель дисциплины:** ознакомление с состоянием и актуальными задачами развития электрохимических методов анализа и исследования как основных элементов современного физико-химического анализа.

### 1.2 Задачи дисциплины.

1. Раскрыть теоретические и методологические основы дисциплины.
2. 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.
3. Сформировать представления о формировании аналитического сигнала в различных электрохимических методах анализа.
4. Владеть 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. Изучение модулей данной дисциплины расширяет знания студентов в области химии и способствует формированию профессиональных компетенций.

В курсе прослеживается тесная связь со всеми разделами химии – аналитической химией, коллоидной химией, кристаллохимией, физической химией, химической термодинамикой. Знания, полученные студентами в указанных разделах химии, используются в данной дисциплине

**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 профессиональных компетенций: ПК-3; ПК-5

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1.	ПК-3 способен проводить работу по оптимизации существующих методов и методик анализа веществ, материалов, продукции с использованием теоретических знаний и практических навыков в области аналитической химии	природу и особенности формирования аналитического сигнала в различных электрохимических методах анализа	провести анализ состояния вопроса, используя литературные источники; провести оценку и выбор необходимого оборудования и вспомогательных средств для проведения исследований;	владеть навыками проведения исследований и анализа, основами планирования эксперимента и проведения необходимых расчетов

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
			провести выбор, проверку работоспособности и адаптацию методики анализа для заданного образца	
2.	ПК-5 способен применять основные законы и закономерности развития аналитической химии при анализе полученных результатов	теоретические и методологические основы дисциплины; знать направления развития современных электрохимических методов анализа	использовать знания в области современных электрохимических методов анализа для исследования процессов, протекающих в сложных системах и контроля содержания компонентов в объектах окружающей среды	навыками практического применения современных аналитических методов к анализу объектов окружающей среды

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		<u>7</u>			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>108,2</b>	<b>108,2</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>102</b>	<b>102</b>			
Занятия лекционного типа	34	34	–	–	–
Лабораторные занятия	68	68	–	–	–
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	–	–	–	–	–
<b>Иная контактная работа</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6	–	–	–
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	–	–	–
<b>Самостоятельная работа, в том числе</b>	<b>71,8</b>	<b>71,8</b>			
Курсовая работа	–	–	–	–	–
Проработка учебного (теоретического) материала	41	41	–	–	–

Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	20	20	–	–	–
Реферат	–	–	–	–	–
Подготовка к текущему контролю	10,8	10,8	–	–	–
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	–	–	–		
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	–	–	–
<b>в том числе контактная работа</b>	<b>108,2</b>	<b>108,2</b>	–		
<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	–		

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

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

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Общие вопросы электрохимических методов исследования и анализа	2	1			1
2.	Потенциометрические методы анализа и исследования	50	10		30	10
3.	Способы расчета концентрации в потенциометрическом анализе	18	2		4	12
4.	Общие вопросы вольтамперометрии. Классификация индикаторных электродов, применяемых в вольтамперометрии	14	8			6
5.	Классическая полярография	9	5			4
6.	Современные варианты вольтамперометрии	8	2		2	4
7.	Практические аспекты потенциометрического и вольтамперометрического методов анализов	72,8	6		32	24
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины:</i>	163	34		68	61
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	10,8				
	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 электрохимических методов исследования и анализа. Классификация электрохимических методов анализа.	УО

2.	Потенциометрические методы анализа и исследования	Ионометрия (прямая потенциометрия). Основные положения теории ИСЭ. Классификация ИСЭ. Теория мембранных потенциалов ИСЭ. Основные характеристики ИСЭ. Потенциометрические изменения с ИСЭ. Техника эксперимента. Факторы, влияющие на правильность определений. Погрешность ионометрических определений. Роль потенциометрии с ИСЭ в 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 таутомерии; изучение структуры соединений).	К
6.	Современные варианты вольтамперометрии.	Современные варианты вольтамперометрии – синусоидальная, переменноточковая, импульсная. Особенности формирования аналитического сигнала. Амперометрическое титрование. Принцип метода. Кривые амперометрического титрования. Изменение хода кривых титрования в зависимости от характера протекания процессов. Реагенты в амперометрическом титровании. Применение твердых электродов. Приложение амперометрического метода.	К

7.	Практические аспекты потенциометрического и вольтамперометрического методов анализов.	Автоматизация метода ПТ и ВА. Типы индикаторных электродов, используемых в этих методах исследования. Особенности пробоподготовки объектов окружающей среды для целей электрохимического анализа.	К
----	---	---	---

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Занятия семинарского типа не предусмотрены		

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Определение основных характеристик ИСЭ.	ЛР
2.	Потенциометрическое определение сульфат-ионов в водах с Pb-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 X-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 стеклоглеродном электроде методом градуировочного графика	ЛР
9.	Инверсионно-вольтамперометрическое. определение тяжелых металлов на вращающемся стеклоглеродном 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

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Выполнение курсовых работ не предусмотрено.

### 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	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., Коншина Дж.Н. Инверсионная вольтамперометрия 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., Коншина Дж.Н. Инверсионная вольтамперометрия 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.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного 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.

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

Семестр	Вид занятий	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	ЛР	Беседы, разбор ситуаций, разбор творческих заданий, работа в малых группах	22
5	ЛР	Беседы, разбор ситуаций, разбор творческих заданий, работа в малых группах	18
<i>Итого</i>			40

### 4. Оценочные и методические материалы

#### 4.1 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 или творческих заданий, отчетов по

лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

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.

### 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	Общие вопросы электрохимических методов исследования и 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 20-23 из перечня вопросов для зачета
6	Современные варианты вольтамперометрии.	ПК-3 ПК-5	К	вопросы 24-28 из перечня вопросов для зачета
7	Практические аспекты потенциометрического и вольтамперометрического методов анализов.	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 планируемым результатам 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	<i>Знает</i> теоретические и методологические основы дисциплины и направления развития электрохимических методов анализа	<i>Знает</i> теоретические и методологические основы дисциплины и направления развития современных электрохимических методов анализа; демонстрирует способность устанавливать связь: свойства объекта – метод анализа	<i>Знает</i> теоретические и методологические основы дисциплины и направления развития современных электрохимических методов анализа; демонстрирует знания многоуровневых междисциплинарных связей
	<i>Умеет</i> использовать знания в области современных электрохимических методов анализа для исследования процессов, протекающих в сложных	<i>Умеет</i> использовать знания в области современных электрохимических методов анализа для исследования	<i>Умеет</i> использовать знания в области современных электрохимических методов анализа для исследования

	системах и контроля содержания компонентов в объектах окружающей среды	процессов, протекающих в сложных системах и контроля содержания компонентов в объектах окружающей среды; демонстрирует умение аргументировать собственную точку зрения	процессов, протекающих в сложных системах и контроля содержания компонентов в объектах окружающей среды; демонстрирует умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач
	<i>Владеет</i> навыками практического применения современных аналитических методов к анализу объектов окружающей среды	<i>Владеет</i> навыками практического применения современных аналитических методов к анализу объектов окружающей среды; демонстрирует способность к многоаспектному обсуждению проблем	<i>Владеет</i> 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 теоретических знаний и практических навыков в области аналитической химии	<i>Знает</i> природу и особенности формирования аналитического сигнала в различных электрохимических методах анализа	<i>Знает</i> природу и особенности формирования аналитического сигнала в различных электрохимических методах анализа; способы выявления значимых факторов, оказывающих влияние на аналитический сигнал и правильность определения аналита	<i>Знает</i> природу и особенности формирования аналитического сигнала в различных электрохимических методах анализа; демонстрирует умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, теоретически прослеживая связи свойство объекта – особенности метода анализа
	<i>Умеет</i> провести анализ состояния вопроса,	<i>Умеет</i> провести анализ состояния	<i>Умеет</i> провести анализ состояния

	<p>используя литературные источники;          провести оценку и выбор необходимого оборудования и вспомогательных средств для проведения исследований;          провести выбор, проверку работоспособности стандартной методики анализа заданного образца</p>	<p>вопроса, используя литературные источники;          провести оценку и выбор необходимого оборудования и вспомогательных средств для проведения исследований;          провести выбор, проверку работоспособности и адаптацию методики анализа для заданного образца</p>	<p>вопроса, используя литературные источники;          провести оценку и выбор 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 и выбрать оптимальную методику</p>
	<p><i>Владеет</i> навыками проведения исследований и анализа, основами планирования эксперимента и проведения необходимых расчетов</p>	<p><i>Владеет</i> навыками проведения исследований и анализа, основами планирования эксперимента и проведения необходимых расчетов; способностью адаптировать известные способы подготовки объекта к выбранной стандартной методике анализа</p>	<p><i>Владеет</i> навыками проведения исследований и анализа, основами планирования эксперимента и проведения необходимых расчетов; демонстрирует способность адаптировать стандартную методику определения аналита к исследуемому объекту</p>

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Текущий контроль проводится путем проведения опросов студентов в ходе 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 сенсibilизированных ионселективных 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 ионометрических 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 *творческого задания/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. Осциллографическая полярография.
2. Квадратоволновая переменноточковая полярография.
3. Инверсионный вольтамперметрический анализ.
4. Синусоидальная переменноточковая полярография.
5. Импульсная полярография.
6. Индикаторные электроды в вольтамперметрии.
7. Обоснование выбора ячейки в методе вольтамперметрии.
8. Применение полярографии при изучении комплексных соединений, структуры органических соединений, явления таутомерии 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 вольтамперметрии. Применение синусоидальной вольтамперметрии 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 сенсibilизированных ионселективных 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 ионометрических 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 рН-метрического электрода. Причины возникновения потенциала асимметрии стеклянного рН-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. Осциллографическая полярография.
25. Квадратноволновая переменноточковая полярография.
26. Инверсионный вольтамперометрический анализ.
27. Синусоидальная переменноточковая 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 таутомерии органических соединений.
32. Принципы амперометрического титрования.
33. Кривые амперометрического титрования.
34. Приложение метода амперометрического титрования (определение ПР осадка, определение констант нестойкости комплексных ионов).

**Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:**

ПК-3 – способен проводить работу по оптимизации существующих методов и методик анализа веществ, материалов, продукции с использованием теоретических знаний и практических навыков в области аналитической химии;

ПК-5 – способен применять основные законы и закономерности развития аналитической химии при анализе полученных результатов.

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

**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 научной литературой.

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 практические примеры.

#### **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 практических вопросов.

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 практическими вопросами.

#### **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 основных положений 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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная 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.

### **5.2 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> .

### **5.3. Периодические издания:**

Российские журналы

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

### **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 внимание уделяя 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 возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

#### **7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий**

консультирование и предварительная проверка работ посредством электронной почты.

## **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

компьютерные программы и экспертные системы – Microsoft Office Professional Plus Microsoft Windows, «Excel».

## **7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Scopus - мультидисциплинарная реферативная база данных, сайт [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Информационная справочная система нормативно-технической и правовой информации Техэксперт [www.cntd.ru](http://www.cntd.ru)

Поисковая платформа, объединяющая реферативные базы данных публикаций в научных журналах и патентов <http://www.webofscience.com>

Библиографическая и реферативная база данных <https://www.scopus.com>

Сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru>

База данных научной электронный библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

Справочно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>

Информационная справочная система нормативно-технической и правовой информации [www.cntd.ru](http://www.cntd.ru) (национальные стандарты, природоохранные нормативные документы)

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

## **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО); доской меловой; демонстрационные материалы (ионселективные электроды, различного типа вольтамперметрические электроды) (ауд. 252с)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и лабораторным оборудованием (техническими средствами обучения): анализатор жидкости рН-метр-иономер Эксперт-001 и набор ионселективных электродов; рН-метр-иономер Экотест-120; магнитные мешалки (напримерLekiMS1); весы аналитические ВЛР-200, 2 класса точности; вольтамперметрический анализатор ВА-5 с датчиком ВЭД; вольтамперметрический анализатор Экотест-ВА; электроплитки марки «Мечта», модель 111Ч/212Ч или другие с аналогичными характеристиками (ауд.242с, 252с)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория (кабинет), оснащенная мебелью, доской меловой (ауд.242с, 252с)

4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория (кабинет), оснащенная мебелью, доской меловой (ауд.242с, 252с)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.