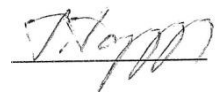


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры АХ  
протокол № 8 от «17» января 2022 г

Согласовано:  
Председатель УМК химического факультета

Зав. кафедрой  /Майстренко В.Н.

 /Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Умные материалы при создании химических сенсоров  
(наименование дисциплины)

факультативы ФТД.04

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)

04.04.01 «Химия»

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Новые материалы в нефтехимии и других отраслях

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация



Магистр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)  
ассистент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

 /Яркаева Ю.А.  
(подпись, Фамилия И.О.)

К.х.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)  
д.х.н., доцент

 /Зильберг Р.А.  
(подпись, Фамилия И.О.)  
 /Гуськов В.Ю.

Дата приема 2022г.

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: Зильберг Р.А., Яркаева Ю.А., Гуськов В.Ю.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 8 от «17» января 2022 г

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ / Майстренко В.Н.

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	27
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	27
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	28
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	28
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	67
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	98
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	98
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	99
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	99

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**  
(с ориентацией на карты компетенций)

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

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	<b>ПК-1.</b> способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	<i>ПК-1.1.</i> Знать научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.	Знать: научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.
		<i>ПК-1.2.</i> Знать основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.	Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.
		<i>ПК-1.3.</i> Уметь на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа	Уметь: на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа
		<i>ПК-1.4</i> Уметь правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике	Уметь: правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике
		<i>ПК-1.5</i> Владеть начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.	Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.
		<i>ПК-1.6</i> Владеть навыками экспериментальных и теоретических работ и по	Владеть: навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР

		теме НИР магистерской диссертации	магистерской диссертации
профессиональные компетенции	<b>ПК-2</b> Владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	<i>ПК-2.1.</i> Знать методы получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов)	Знать: методы получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов)
		<i>ПК-2.2.</i> Знать стандартные методы обработки результатов эксперимента	Знать: стандартные методы обработки результатов эксперимента
		<i>ПК-2.3.</i> Уметь проводить многостадийный синтез	Уметь: проводить многостадийный синтез
		<i>ПК-2.4.</i> Уметь выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения	Уметь: выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения
	<b>ПК-3</b> Готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	<i>ПК-3.1.</i> Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных ФХ свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных ФХ свойств веществ.
		<i>ПК-3.2.</i> Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
		<i>ПК-3.3.</i> Владеть основами пробоподготовки для проведения различных ФХА.	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных ФХА.
<b>ПК-7</b> Способен использовать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы	<i>ПК-7.1.</i> Знать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	Знать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных	

лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов		препаратов
	<i>ПК-7.2.</i> Уметь использовать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	Уметь использовать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов
	<i>ПК-7.3.</i> Владеть способностью использовать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	Владеть способностью использовать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Умные материалы при создании химических сенсоров» относится к факультативам.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Цель изучения дисциплины: получение студентами основ теоретических знаний по ключевым разделам аналитической химии и приобретение навыков выполнения лабораторных работ, необходимых для осуществления профессиональной деятельности.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин.

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь дисциплины «Умные материалы при создании химических сенсоров а» с другими частями ООП: курс в значительной степени опирается на знания, ранее полученные магистрантами при изучении курсов «Высшая математика», «Физическая химия», «Электрохимия». Он рассматривает классические методы исследования, связанные с регистрацией поляризационных гальвано- и потенциостатических кривых, применение вращающегося дискового электрода и вращающегося дискового электрода с кольцом, хроноамперо- и потенциометрию, некоторые аспекты полярографического метода исследования, циклическую вольтамперометрию. Также рассматриваются основы и некоторые приложения таких электрохимических методов анализа, как кулонометрия, потенцио- и амперометрическое титрование, вольтамперометрия с накоплением. При изложении курса сделана попытка учесть некоторые важные тенденции развития современной науки. Во-первых, это интеграция физико-химических методов исследования, позволяющая дать всестороннюю характеристику объекта. Во-вторых, это переход к созданию, исследованию и использованию наноразмерных объектов и материалов, имеющих важное функциональное назначение. Поэтому, в программу курса включен раздел, посвященный описанию наиболее важных физико-химических методов, применяемых для исследования наноструктурных материалов, получаемых электрохимическими методами или применяемых для создания электрохимических устройств. Отметим, что в связи с ограниченным объемом курса в его программу не включены разделы, связанные с методом электрохимического импеданса.

Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: дисциплина закладывает научную базу для успешного выполнения выпускной квалификационной работы и поступления в магистратуру.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
<b>ПК-1.1.</b> Знать научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.	Знать: научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.	Затрудняется в определении научной новизны и практической значимости полученных данных	Знает научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении НИР
<b>ПК-1.2.</b> Знать основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.	Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.	Затрудняется в выборе литературы по тематике исследования. Плохо ориентируется в преимуществах и недостатках экспериментальных методов	Уверенно выбирает литературу по тематике исследования, знает преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.
<b>ПК-1.3.</b> Уметь на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа	Уметь: на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа	Затрудняется в выделении теоретической основы экспериментальных методов используемых в НИР	Самостоятельно определяет теоретическую основу экспериментальных методов НИР с привлечением литературы
<b>ПК-1.4</b> Уметь правильно составлять конспект	Уметь: правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные	Затрудняется в составлении конспекта	Правильно составляет конспекты, самостоятельно выделяет главные



статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике	положения предшествующих работ по данной тематике		положения предшествующих работ
<b>ПК-1.5</b> Владеть начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.	Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.	Затрудняется в проведении первичного литературного анализа в выбранной области исследований	Способен формулировать тематику НИР по результатам литературного анализа в выбранной области исследований.
<b>ПК-1.6</b> Владеть навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации	Владеть: навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации	Затрудняется в проведении экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР диссертации	Показывает уверенное владение навыками экспериментальных и теоретических работах по теме НИР диссертации

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
<b>ПК-2.1.</b> Знать методы получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов)	Знать: методы получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов)	Затрудняется в выборе методов получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов)	Может обосновать выбор оптимального способа получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов) определенного класса
<b>ПК-2.2.</b> Знать стандартные методы обработки результатов эксперимента	Знать: стандартные методы обработки результатов эксперимента	Затрудняется в выборе методов обработки результатов эксперимента	Имеет представление о нестандартных методах обработки результатов эксперимента
<b>ПК-2.3.</b> Уметь проводить многостадийный синтез	Уметь: проводить многостадийный синтез	Умеет проводить отдельные стадии	Умеет проводить многостадийный синтез с выходом

			целевого продукта согласно заявленному в методике
<b>ПК-2.4</b> Уметь выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения	Уметь: выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения	Может указать группу методов исследования предложенного вещества (материала, процесса), подготовить образцы для измерений	Может указать несколько методов исследования конкретного вещества (материала, процесса), сформулировать требования к условиям диагностики, умеет адаптировать стандартные методики эксперимента для решения конкретных задач
<b>ПК-2.5</b> Уметь обрабатывать результаты эксперимента	Уметь: обрабатывать результаты эксперимента	Умеет использовать компьютерные технологии для систематизации результатов эксперимента	Способен выбрать и применить программный продукт, наиболее подходящий для обработки результатов конкретного эксперимента
<b>ПК-2.6</b> Владеть навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	Владеть: навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	Владеет отдельными навыками получения сложных веществ, общими представлениями о способах их диагностики и обработки результатов эксперимента	В полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
<b>ПК-3.1.</b> Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных ФХ свойств веществ.	Затрудняется в определении и назначении компонентов прибора и программ.	Самостоятельно подключает компоненты приборов. Имеет представления о нормальном и

различных ФХ свойств веществ.			критическом режиме их функционирования. Способен диагностировать простые ошибки приборов и программ управления
<b>ПК-3.2.</b> Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Затрудняется в проведении эксперимента на научном оборудовании использовании специализированных программ	Самостоятельно осуществляет все этапы эксперимент на научном оборудовании, проводит обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
<b>ПК-3.3.</b> Владеть основами пробоподготовки для проведения различных ФХА.	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных ФХА.	Затрудняется в подготовке проб и объектов для последующего исследования.	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки
<b>ПК-3.4.</b> Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятии показаний измерений	Способен к проведению полного цикла работ на специализированном научном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		не зачтено	зачтено
ПК-7.1. Знает принципы организации проведения анализа структуры новых материалов	Знает: принципы организации проведения анализа структуры новых материалов	Не знает	Знает большинство принципов организации проведения анализа структуры новых материалов
ПК-7.2. Умеет адаптировать	Умеет: адаптировать	Не умеет	Демонстрирует свободное и

методики исследования свойств материалов к потребностям производства	методики исследования свойств материалов к потребностям производства		уверенное умение адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства
ПК-7.3. Владеет навыками разработки специальных методик исследования структуры материалов	Владеет: навыками разработки специальных методик исследования структуры материалов задачи.	Не владеет	Полностью владеет навыками разработки специальных методик исследования структуры материалов задачи.

Критериями оценивания является ответы на зачёте. Полноценный ответ на больше чем по-ловину задаваемых вопросов означает оценку «зачтено», отсутствие одного – «не зачтено».

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
<i>ПК-1.1.</i> Знать научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.	Знать: научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-1.2.</i> Знать основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.	Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-1.3.</i> Уметь на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа	Уметь: на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-1.4</i> Уметь правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике	Уметь: правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-1.5</i> Владеть начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.	Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-1.6</i> Владеть навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации	Владеть: навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-2.1.</i> Знать методы получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов)	Знать: методы получения, идентификации и исследования свойств веществ (материалов)	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-2.2.</i> Знать стандартные методы обработки результатов эксперимента	Знать: стандартные методы обработки результатов эксперимента	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-2.3.</i> Уметь проводить многостадийный синтез	Уметь: проводить многостадийный синтез	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-2.4</i> Уметь выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения	Уметь: выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения	устный опрос, коллоквиум, тест

<i>ПК-2.5</i> Уметь обрабатывать результаты эксперимента	Уметь: обрабатывать результаты эксперимента	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-2.6</i> Владеть навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	Владеть: навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-3.1.</i> Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных ФХ свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных ФХ свойств веществ.	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-3.2.</i> Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-3.3.</i> Владеть основами пробоподготовки для проведения различных ФХА	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных ФХА.	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-3.4.</i> Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-7.1.</i> Знать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	Знать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-7.2.</i> Уметь использовать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	Уметь использовать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	устный опрос, коллоквиум, тест
<i>ПК-7.3.</i> Владеть способностью использовать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	Владеть способностью использовать основные физико-химические, биохимические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	устный опрос, коллоквиум, тест

### Вопросы к зачёту

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Явления, возникающие при протекании тока. Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.

2. Потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Диффузионный потенциал и измерение ЭДС. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов. Электронная функция, коэффициент селективности, время отклика. Прямая потенциометрия – рН-метрия и ионметрия.
3. Потенциометрия в отсутствие тока и с использованием поляризованных электродов (потенциометрия при контролируемом постоянном токе). Ионметрия. Различия в механизме переноса для твердых и жидкофазных мембран, параметры селективности. Унифицированная модель уравнения мембранного потенциала. Классификация ионоселективных электродов и их практическое применение.
4. Потенциометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Титрование обратимых и необратимых редокс-систем. Титрование в неводных средах. Способы обнаружения конечной точки титрования. Выбор величины тока и вида поляризации электродов в потенциометрии при постоянном токе. Метод непрерывного титрования (проточная потенциометрия).
5. Кулонометрия. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Определение конечной точки титрования.
6. Потенциостатическая и амперостатическая (гальваностатическая) кулонометрия, условия выполнения этих вариантов кулонометрического метода. Эффективность тока (выход по току) и ее определение. Методы обнаружения момента завершения электрохимической и химической реакции. Определение количества электричества, прошедшего через ячейку в процессе электролиза. Преимущества и ограничения кулонометрических методов анализа. Определение электроактивных и электронеактивных компонентов. Способы генерирования кулонометрических титрантов.
7. Полярография. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Уравнение поляро-графической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны. Преимущества и недостатки ртутного электрода.
8. Вольтамперометрия. Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Применение твердых электродов. Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Фарадеевские и нефарадеевские токи. Аналитический сигнал и помеха. Критерии диффузионного контроля аналитических процессов.
9. Вольтамперометрия. Миграционные, конвекционные (конвективные), емкостные токи. Максимумы на вольтамперных кривых, их использование в анализе. Влияние на поляризационные кривые предшествующих и последующих химических реакций (кинетические и каталитические электрохимические процессы), адсорбционные процессы. Теория и аналитическое применение.
10. Постоянно-токовые инверсионные электрохимические методы вольтамперометрии и хронопотенциометрии. Импульсные методы и методы переменного тока вольтамперометрии первого и второго порядка: прямые и инверсионные методы. Применение электрохимических методов для исследования электродных процессов. Использование полученной информации при разработке высокочувствительных и селективных методик электрохимического анализа.

11. Амперометрическое титрование. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.
12. Кондуктометрия. Перенос электрического заряда и проводимость. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Удельная и эквивалентная электропроводность, их связь с концентрацией электролита. Электропроводность в воде, водно-органических и неводных средах. Основные теоретические зависимости. Эквивалентные электрические схемы. Практическое применение кондуктометрических методов.
13. Развитие и совершенствование электрохимических методов. Использование ЭВМ и микропроцессорной техники для автоматизации вольтамперометрических измерений.
14. Измерения аналитического сигнала в стационарных условиях и в потоке. Принципы электрохимического детектирования вещества и условия его осуществления. Электрохимические датчики, детекторы и устройства. Сенсоры. Принципы конструирования электроаналитической аппаратуры.

### **Вопросы для коллоквиума**

#### 1. Кондуктометрия и диэлектрометрия

Перенос электрического заряда и проводимость. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Связь коэффициента диффузии с электрической подвижностью иона. Возникновение диффузионного потенциала. Перенос электрического заряда и проводимость при постоянном токе. Удельная и эквивалентная электропроводность, их связь с концентрацией электролита. Электропроводность в воде, водно-органических и неводных средах. Особенности прямых и титриметрических методов кондуктометрии и диэлектрометрии при переменном токе низкой и высокой частоты. Основные теоретические зависимости. Эквивалентные электрические схемы. Практическое применение кондуктометрических и диэлектрометрических методов.

#### 2. Вольтамперметрические (полярографические) методы

Основные закономерности диффузионной кинетики. Линейная и сферическая диффузия – стационарная и нестационарная. Хроноамперометрия, хронопотенциометрия и хроновольтамперометрия. Основные теоретические зависимости. Взаимосвязь параметров с полезным сигналом. Общность методов при использовании понятия кинетического параметра.

Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Фарадеевские и нефарадеевские токи. Аналитический сигнал и помеха. Критерии диффузионного контроля аналитических процессов.

Влияние помех на полезный сигнал. Миграционные, конвекционные (конвективные), емкостные токи. Максимумы на вольтамперных кривых, их использование в анализе. Влияние на поляризационные кривые предшествующих и последующих химических реакций



(кинетические и каталитические электрохимические процессы), адсорбционные процессы. Теория и аналитическое применение.

Постоянно-токовые инверсионные электрохимические методы вольтамперометрии и хронопотенциометрии. Импульсные методы и методы переменного-токовой вольтамперометрии первого и второго порядка: прямые и инверсионные методы. Применение электрохимических методов для исследования электродных процессов. Использование полученной информации при разработке высокочувствительных и селективных методик электрохимического анализа.

Амперометрические варианты вольтамперометрии. Амперометрия с одним и двумя поляризованными электродами. Вращающийся и вибрирующий твердые электроды. Зависимость величины диффузионного тока от концентрации деполяризатора для вращающегося дискового электрода. Применение дисковых электродов в электрохимических исследованиях и химическом анализе.

### 3. Потенциометрические методы

Потенциометрия в отсутствие тока и с использованием поляризованных электродов (потенциометрия при контролируемом постоянном токе). Электрохимические цепи с переносом и без переноса. Электродные системы. Диффузионный потенциал и измерение ЭДС. Прямая потенциометрия – рН-метрия и ионометрия. Различия в механизме переноса для твердых и жидкофазных мембран, параметры селективности. Унифицированная модель уравнения мембранного потенциала. Классификация ионоселективных электродов и их практическое применение. Измерения в водных и неводных средах.

Потенциометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Титрование обратимых и необратимых редокс-систем. Титрование в неводных средах. Потенциал полунейтрализации как химико-аналитическая характеристика электролитов. Выбор растворителя. Способы обнаружения конечной точки титрования. Требования, предъявляемые к индикаторным реакциям, при дифференцированном титровании нескольких компонентов смеси. Выбор величины тока и вида поляризации электродов в потенциометрии при постоянном токе. Метод непрерывного титрования (проточная потенциометрия).

### 4. Кулонометрические методы

Теоретические основы кулонометрических методов анализа и их классификация. Потенциостатическая и амперостатическая (гальваностатическая) кулонометрия, условия выполнения этих вариантов кулонометрического метода. Эффективность тока (выход по току) и ее определение. Методы обнаружения момента завершения электрохимической и химической реакции. Определение количества электричества, прошедшего через ячейку в процессе электролиза. Преимущества и ограничения кулонометрических методов анализа. Определение электроактивных и электронеактивных компонентов. Способы генерирования кулонометрических титрантов. Инверсионная кулонометрия твердых фаз, кулонометрия с

разверткой потенциала и непрерывным изменением тока, субстехиометрическая и дифференциальная прецизионная кулонометрия, непрерывный кулонометрический анализ.

Развитие и совершенствование электрохимических методов

5. Использование ЭВМ и микропроцессорной техники для автоматизации вольтамперометрических измерений. Измерения аналитического сигнала в стационарных условиях и в потоке. Принципы электрохимического детектирования вещества и условия его осуществления. Электрохимические датчики, детекторы и устройства. Сенсоры. Принципы конструирования электроаналитической аппаратуры.

### **Критерии оценки (в баллах):**

- **9-10 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы коллоквиума, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **7-8 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **4-6 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-3 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### **Темы рефератов по курсу**

1. Определение нескольких компонентов при совместном присутствии.
2. Методы хемометрики в электрохимическом анализе.
3. Мультисенсорные системы типа «электронный язык»
4. «Электронный нос».

5. Вольтамперометрическая идентификация неэлектроактивных веществ.
6. Физические и физико-химические методы определения продуктов реакции – как метод установления стехиометрии электродного процесса.
7. Аналитическая импедансометрия.
8. Потенциометрические мультисенсорные системы.
9. Вольтамперометрические мультисенсорные системы.
10. Решение задач идентификации многокомпонентны жидкостей с использованием электрохимическим методов анализа.
11. Амперометрические биосенсоры, теория и практика.
12. Гибридные электроаналитические мультисенсорные системы.

#### **Критерии оценки (в баллах):**

- **14-15 баллов** выставляется студенту за реферат, содержание которого основано на глубоком и всестороннем знании темы, изученной литературы, изложено логично, аргументировано и в полном объеме. Основные понятия, выводы и обобщения сформулированы убедительно и доказательно.

- **11-13 баллов** выставляется студенту за реферат, основанном на твердом знании исследуемой темы. Возможны недостатки в систематизации или в обобщении материала, неточности в выводах. Студент твердо знает основные категории, умело применяет их для изложения материала.

- **6-10 баллов** выставляется студенту за рефераты, которые базируются на знании основ предмета, но имеются значительные пробелы в изложении материала, затруднения в его изложении и систематизации, выводы слабо аргументированы, в содержании допущены теоретические ошибки.

- **1-5 баллов** выставляется студенту за реферат, в котором обнаружено неверное изложение основных вопросов темы, обобщений и выводов нет. Текст реферата целиком или в значительной части дословно переписан из первоисточника без ссылок на него.

#### **Тестовые задания**

1. Каким уравнением описывается аналитическая функция метода высокочастотного титрования?

а)  $\alpha = k \cdot c$ ;

б)  $E = E_{0 \pm} S \lg a(x)$ ;

в)  $I_d = k \cdot c$ ;

г)  $A = \varepsilon \cdot l \cdot c$ .

2. Какой электрод следует использовать при потенциометрических определениях с участием реакций окисления-восстановления?

а) хингидронный;

б) водородный;

в) каломельный;

г) платиновый.

3. При приготовлении серии стандартных растворов для градуировочного графика в ионометрии для разбавления используется раствор индифферентного электролита, а не вода; почему?

а) для поддержания постоянной ионной силы раствора;

б) для сохранения постоянства pH;

в) во избежание побочных реакций;

г) для достижения определенной плотности раствора.

10. Значения  $E_{1/2}$  в 1 М растворе KCl равны: для  $Tl^+ = -0,46$  В, для  $Pb^{2+} = -0,39$  В, для  $Ni^{2+} = -1,18$  В. Какие из названных ионов можно идентифицировать с помощью полярограммы?

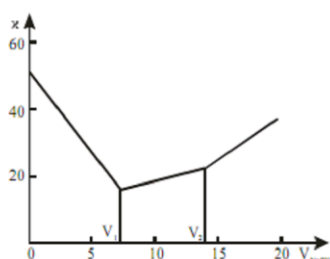
а) все ионы  $Tl^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ;

б) два иона  $Tl^+$  и  $Ni^{2+}$ ;

в) только один ион  $Ni^{2+}$ ;

г) только один ион  $Pb^{2+}$ .

7. Кривая кондуктометрического титрования смеси  $HCl + CH_3COOH$  щелочью имеет вид:



Какой объем соответствует объему титранта затраченного на титрование  $CH_3COOH$ ?

а)  $(V_2 - V_1)/2$ ;

б)  $V_2$ ;

в)  $V_2 + V_1$ ;

г)  $V_2 - V_1$ .

8. Какая из перечисленных зависимостей лежит в основе потенциометрических методов анализа?

а) зависимость равновесного потенциала индикаторного электрода от концентрации потенциалопределяющего иона;

б) зависимость силы тока от потенциала;

в) зависимость потенциала электрода от концентрации индифферентного электролита;

г) зависимость силы тока от времени электролиза при постоянном потенциале.

9. Какой из методов анализа может быть использован для определения содержания азотной кислоты в темноокрашенном растворе, не содержащем других кислот?

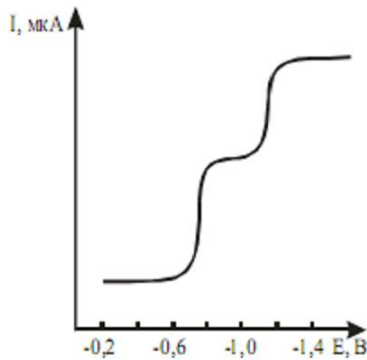
а) фотометрический;

б) турбидиметрический;

в) потенциометрический;

г) полярографический.

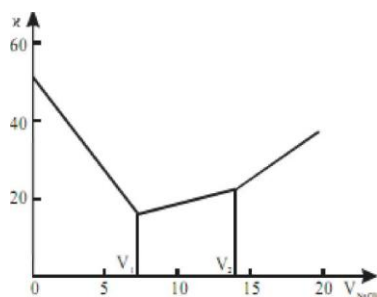
10. Какие из указанных катионов присутствуют в аммиачном растворе, если полярограмма имеет следующий вид:



а потенциалы полуволны для  $\text{Cu}^{2+} = -0,24 \text{ В}$ ;  $\text{Cd}^{2+} = -0,77 \text{ В}$ ;  $\text{Ni}^{2+} = -1,15 \text{ В}$ ;  $\text{Zn}^{2+} = -1,45 \text{ В}$ ?

- а)  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ ;
- б)  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ ;
- в)  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$ ;
- г)  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$ .

7. В каком случае кривая кондуктометрического титрования имеет вид?



- а)  $\text{HCl}$  титруется  $\text{NaOH}$ ;
- б)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  титруется  $\text{NaOH}$ ;
- в)  $(\text{HCl} + \text{CH}_3\text{COOH})$  титруется  $\text{NaOH}$ ;
- г)  $(\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4)$  титруется  $\text{NaOH}$ .

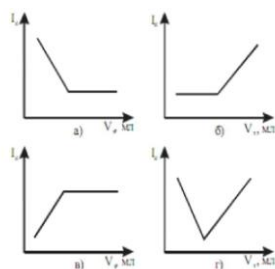
8. Какой из электродов относится к группе мембранных электродов?

- а) водородный;
- б) стеклянный;
- в) серебряный;
- г) каломельный.

9. Зачем нужен гальванический элемент Бестона при потенциметрических измерениях?

- а) служит источником напряжения;
- б) ЭДС стандартного элемента сравнивается с ЭДС измеряемой системы;
- в) для компенсации падения напряжения при протекании химической реакции;
- г) для индикации точки эквивалентности.

10. Какой вид будет иметь кривая амперометрического титрования раствора нитрата свинца раствором сульфата натрия, если полярографически активным ионом является  $\text{Pb}^{2+}$ ?



**Критерии оценки тестового контроля:**

В тесте предполагается 10 вопросов.

Оценка «отлично» ставится при правильном ответе на 7-10 вопросов.

Оценка «хорошо» ставится при правильном ответе на 5-7 вопросов

Оценка «удовлетворительно» ставится при правильном ответе на 2-5 вопросов

Оценка «не удовлетворительно» ставится при правильном ответе на 0-2 вопросов.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н. Модифицированные электроды для вольтамперо-метрии в химии, биологии, медицине. Москва, 2009. 416 с..
2. Будников Г. К. Основы современного электрохимического анализа: учеб. пособие / Г. К. Будников, В. Н. Майстренко, М. Р. Вяселев - М.: Мир, 2003 - 592 с.
3. Электрохимические и электрофизические процессы реновации [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Атрощенко [и др.] - М.: Изд-во МАИ, 2005
4. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Книга 2 М.: высш. шк.- 2010 г.(электронный ресурс)

#### Дополнительная литература:

1. Валова (.В. Физико-химические методы анализа. Практикум [Электронный ресурс] / Валова (Копылова) В. Д. - М.: Дашков и Ко, 2010 - 222 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: в 2-х тт. / Васильев В. П. - : Дрофа, 2009, Кн. 2: Физико-химические методы анализа - 384 с.
3. Зимин Ю. С. Практикум по электрохимии: учебник / Ю. С. Зимин, И. М. Борисов, С. Л. Хурсан; БашГУ - Уфа: РИЦ БашГУ, 2011 - 120 с.
- Лукомский Ю. Я. Физико-химические основы электрохимии: учебник / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург - Долгопрудный: Интеллект, 2008 - 424 с.

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. «Электронная библиотека БашГУ» <https://elib.bashedu.ru>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
4. База данных «WOS» <http://apps.webofknowledge.com>

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

Необходимый для реализации подготовки специалиста перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

- лекционную аудиторию;
- лабораторный практикум по электрохимии;
- лабораторию для выполнения экспериментальной научно-исследовательской и курсовой работы.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория №305 (корпус химического факультета), аудитория № 310 (корпус химического факультета), № 311 (корпус химического факультета), № 405 (корпус химического факультета).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория №305 (корпус химического факультета), аудитория № 310 (корпус химического факультета), аудитория № 311 (корпус химического факультета), № 405 (корпус химического факультета), аудитория №002 (корпус химического факультета), аудитория № 006 (корпус химического факультета), № 007 (корпус химического факультета), № 008 (корпус химического факультета).</p> <p><b>3. учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ):</b> аудитория № 301 (корпус химического факультета), аудитория № 321 (корпус химического факультета), №316 (корпус химического факультета), №317 (корпус химического факультета), №315 лаборатория вольтамперометрии (корпус химического факультета)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория №305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория №311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория №002</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 006</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория №007</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория 301</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска поворотная, штатив лабораторный по химии – 10 шт, Трибуна выступлений</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория 321</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, штатив лабораторный по химии – 10 шт, доска Весы OHAUS PA-214C</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория 316</b> Учебная мебель, Аналитический комплекс</p>	<p><b>Права на программы для ЭВМ:</b></p> <p><b>1.</b> операционная система для персонального компьютера Win SL 8 Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine. и обновление операционной системы для персонального компьютера Windows Professional 8 Russian Upgrade OLP NL Academic Edition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p><b>2.</b> Office Standard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p><b>3.</b> Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный, продление подписки на 1 год. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г</p>



<p><b>4. учебная аудитория для проведения лабораторных работ:</b> №301 лаборатория аналитической химии (корпус химического факультета); №321 лаборатория аналитической химии (корпус химического факультета); №316 лаборатория физико-химических методов анализа(корпус химического факультета); №317 лаборатория физико-химических методов анализа (корпус химического факультета), №315 лаборатория вольтамперометрии (корпус химического факультета)</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал № 2 (корпус физмата), №315 лаборатория вольтамперометрии (корпус химического факультета).</p>	<p>ИВА, РМС «Ионометрия» Колорометрия, 2 рН-метра, «Анион-4100»</p> <p><b>Аудитория 317</b> Учебная мебель, РМС «Ионометрия», УЛК «Экологический мониторинг» (учебно-лабораторный комплекс), Потенциостат-Гальвонастат Р-8nano, 2 фотоэлектроколориметра КФК 2МП, весы аналитические ОНАУС</p> <p><b>Лаборатория №315</b> Учебная мебель, Весы ВЛ-320С, Дозатор пипеточных автоклавируемый с переменным объектом одноканальный ДПАОП-1-0,5-10, Компьютер USN Business Pentium G640, Мешалка магнитная ПЭ-6110, рН-метр-ионометр S-220-kit, Потенциостат-гальвонастат PGSTAT204, Потенциостат-гальвонастат Р-8nano, Прибор модульный FRA32M Metrohm Autolab, Термостат циркуляционный LOIR LT-105, МФУ Canon 1-SENSYS MF4730, Ноутбук ASER Aspire 4810T.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Учебная мебель, учебный и справочный фонд, неограниченный круглосуточный доступ к электронным библиотечным системам (ЭБС) и БД, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, МФУ (принтер, сканер, копир) - 1 шт.</p>	
--	--	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Умные материалы при создании химических сенсоров» анализа 1 семестр  
очная  
форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	1/36
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету	3.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма(ы) контроля:  
зачёт 1 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоя- тельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
1.	Кондуктометрия и диэлектрометрия Перенос электрического заряда и проводимость. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Связь коэффициента диффузии с электрической подвижностью иона. Возникновение диффузионного потенциала. Перенос электрического заряда и проводимость при постоянном токе. Удельная и эквивалентная электропроводность, их связь с концентрацией электролита. Электропроводность в воде, водно-органических и неводных средах. Особенности прямых и титриметрических методов кондуктометрии и диэлектрометрии при переменном токе низкой и высокой частоты. Основные теоретические зависимости. Эквивалентные электрические схемы. Практическое применение кондуктометрических и диэлектрометрических методов.	2	2			4,8,7	Доп.2-№1-30	Коллоквиум, тестирование, реферат
2.	Вольтамперометрические (полярографические) методы Основные закономерности диффузионной кинетики. Линейная и сферическая диффузия – стационарная и нестационарная. Хроноамперометрия, хронопотенциометрия и 17хроновольтамперометрия. Ос17новые теоретические зависимости. Взаимосвязь параметров с полезным сигналом. Общность методов при использовании понятия кинетического параметра. Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Фарадеевские и нефарадеевские токи. Аналитический сигнал и помеха. Критерии диффузионного контроля аналитических процессов. Влияние помех на полезный сигнал. Миграционные, конвекционные (конвективные), емкостные токи. Максимумы на вольтамперных кривых, их использование в анализе. Влияние на поляризационные кривые предшествующих и последующих химических реакций (кинетические и каталитические электрохимические процессы), адсорбционные процессы. Теория и аналитическое применение.	4	4			7,5,1	Доп.2-№40-70	Коллоквиум, тестирование, реферат

	<p>Постоянно-токовые инверсионные электрохимические методы вольтамперометрии и хронопотенциометрии. Импульсные методы и методы переменного тока вольтамперометрии первого и второго порядка: прямые и инверсионные методы. Применение электрохимических методов для исследования электродных процессов. Использование полученной информации при разработке высокочувствительных и селективных методик электрохимического анализа.</p> <p>Амперометрические варианты вольтамперометрии. Амперометрия с одним и двумя поляризованными электродами. Вращающийся и вибрирующий твердые электроды. Зависимость величины диффузионного тока от концентрации деполяризатора для вращающегося дискового электрода. Применение дисковых электродов в электрохимических исследованиях и химическом анализе.</p>							
3.	<p>Потенциометрические методы</p> <p>Потенциометрия в отсутствие тока и с использованием поляризованных электродов (потенциометрия при контролируемом постоянном токе). Электрохимические цепи с переносом и без переноса. Электродные системы. Диффузионный потенциал и измерение ЭДС. Прямая потенциометрия – рН-метрия и ионометрия. Различия в механизме переноса для твердых и жидкофазных мембран, параметры селективности. Унифицированная модель уравнения мембранного потенциала.</p> <p>Классификация и носелективных электродов и их практическое применение. Измерения в водных и неводных средах.</p> <p>Потенциометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Титрование обратимых и необратимых редокс-систем. Титрование в неводных средах. Потенциал полунейтрализации как химико-аналитическая характеристика электролитов. Выбор растворителя. Способы обнаружения конечной точки титрования. Требования, предъявляемые к индикаторным реакциям, при дифференцированном титровании нескольких компонентов смеси. Выбор величины тока и вида поляризации электродов в потенциометрии при постоянном токе. Метод непрерывного титрования (проточная потенциометрия).</p>	4	4			1,2,3	Доп.2-№110-150	Коллоквиум, тестирование, реферат
4.	<p>Кулонометрические методы</p> <p>Теоретические основы кулонометрических методов анализа и их классификация. Потенциостатическая и амперостатическая (гальваностатическая) кулонометрия, условия выполнения этих вариантов кулонометрического метода. Эффективность тока (выход по току) и ее определение. Методы обнаружения момента завершения электрохимической и химической реакции. Определение количества электричества, прошедшего через ячейку в процессе электролиза. Преимущества и ограничения кулонометрических методов анализа. Определение</p>	4	4			2,7,8	Доп.2-№200-250	Коллоквиум, тестирование, реферат

	электроактивных и электронеактивных компонентов. Способы генерирования кулонометрических титрантов. Инверсионная кулонометрия твердых фаз, кулонометрия с разверткой потенциала и непрерывным изменением тока, субстехиометрическая и дифференциальная прецизионная кулонометрия, непрерывный кулонометрический анализ.							
5.	Развитие и совершенствование электрохимических методов Использование ЭВМ и микропроцессорной техники для автоматизации вольтамперометрических измерений. Измерения аналитического сигнала в стационарных условиях и в потоке. Принципы электрохимического детектирования вещества и условия его осуществления. Электрохимические датчики, детекторы и устройства. Сенсоры. Принципы конструирования электроаналитической аппаратуры.	2	2		3,8	1,5,9	Доп.2-№251-300	Коллоквиум, тестирование, реферат
	<b>Всего часов:</b>	16	16		3.8			