

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины  
Электрохимические методы анализа**

Направление подготовки  
**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Квалификация  
**Специалист**

Форма обучения  
**Очная**

Томск – 2016

1. **Код и наименование дисциплины:** Б.1.В.ДВ.1.8.9 «Электрохимические методы анализа».
2. **Цель изучения дисциплины** – изучение основ теории и практики электрохимических методов анализа, широко используемых в анализе биологических объектов и объектов окружающей среды.
3. **Год/годы и семестр/семестры обучения:** 5 курс, 9 семестр.
4. **Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 2 зачетных единицы, 72 часа, из которых 54 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов – занятия лекционного типа, 32 часа – лабораторные работы, 4 часа – групповые консультации) 18 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.
5. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<p><b>Второй уровень</b> (углубленный) <b>(ОПК–2) – II –</b> владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций</p>	<p><b>З (ОПК–2) – II – Знать:</b> технику безопасности измерений электрохимических сигналов, устройство современных электрохимических установок и комплексов. <b>У (ОПК–2) – II – Уметь:</b> анализировать и обобщать результаты электрохимического эксперимента биологических объектов и объектов окружающей среды <b>В (ОПК–2) – II – Владеть:</b> навыками и способностью составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты электрохимическими методами анализа.</p>
<p><b>Второй уровень</b> (углубленный) <b>(СК–2) – II –</b> владение основами методов пробоотбора и пробоподготовки, идентификации и определения, математической статистики для обработки аналитической информации и умением их применять в анализе реальных объектов</p>	<p><b>З (СК–2) – II – Знать:</b> основы методов электрохимического анализа (потенциометрии, вольтамперометрии, кулонометрии, кондуктометрии). <b>У (СК–2) – II – Уметь:</b> выбрать оптимальный метод электрохимического анализа и оптимизировать условия определения конкретного биологического или природного объекта выбранным методом. <b>В (СК–2) – II – Владеть:</b> способностью и навыками, позволяющими осуществлять обработку полученных результатов методами математической статистики с использованием компьютерных программ.</p>

## 6. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

### 6.1. Структура учебных видов деятельности

№	Раздел дисциплины	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			СРС (час.)
			Лекции	Лабораторные работы	Консультации	
1	Введение. Роль электрохимических методов (ЭХМА) в анализе объектов окружающей среды.	2	2	-	-	-
2	Равновесные электрохимические системы. Метод потенциометрии. Ионметрия.	22	4	12	-	4
3	Метод кондуктометрии.	13	2	8	1	2
4	Методы, основанные на поляризации электродов. Метод амперометрии.	11	4	4	1	2
5	Метод кулонометрии. Электрогравиметрия.	11	2	4	1	2
6	Метод инверсионной вольтамперометрии.	11	4	4	1	2
7	Защита рефератов	2				2
8	Промежуточная аттестация (зачет)		-	-		4
	<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>18</b>

### 6.2. Содержание дисциплины

**Введение.** Роль электрохимических методов (ЭХМА) в анализе объектов окружающей среды. Классификации методов. Краткая характеристика электрохимических методов анализа (точность, селективность, экспрессность, чувствительность). Современные направления развития электрохимических методов анализа. Организация электрохимического эксперимента.

**Равновесные электрохимические системы. Метод потенциометрии.** Равновесные электродные потенциалы. Компенсационный метод измерения потенциала электрохимической ячейки. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Способы определения концентрации в потенциометрии (методы добавок и градуировочного графика). Способы нахождения точки эквивалентности в методе потенциометрического титрования. Классификации электрохимических сенсоров. Характеристики и область применения. потенциометрических сенсоров. Основные принципы их действия. Электроды 1-го, 2-го, 3-го рода. Ионметрия. Сущность метода. Мембранные электроды. Классификация ион-селективных электродов. Электроды с жидкой, твердой мембраной, специальные (газочувствительные и ферментные). Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Уравнение Никольского. Способы оценки коэффициентов селективности. ИСПТ (сенсоры на основе полевых транзисторов). Практическое применение ионметрии. Дифференцированный анализ многокомпонентных систем. Возможности и ограничения потенциометрии.

**Метод кондуктометрии.** Процессы переноса в растворах электролитов. Электропроводность электролитов. Схема установки для измерения электрической проводимости. Возможности метода, достоинства и недостатки. Кондуктометрические сенсоры. Приборы и техника измерений. Примеры практического использования метода.

**Неравновесные электрохимические системы. Методы, основанные на**

**поляризации электродов.** Основные положения электрохимической кинетики. Стадии электрохимического процесса, виды перенапряжения. Амперометрия и амперометрическое титрование. Амперометрические сенсоры. Методы, основанные на электролизе: кулонометрия, электрогравиметрия, электроразделение. Электроанализ, законы Фарадея. Дифференцированное определение компонентов в сложных системах.

**Метод кулонометрии.** Возможности метода, достоинства и недостатки. Устройство кулонометра. Кулонометрия при постоянном потенциале. Кулонометрия при постоянном токе. Приборы, принципы и техника измерений, электроды, электролитические ячейки, способы и основные приемы расчета анализируемых количеств. Примеры применения данного метода в анализе.

**Вольтамперометрия.** Основные принципы. Классификация вольтамперометрических методов. Индикаторные, рабочие и вспомогательные электроды. Характеристики вольтамперной кривой. Поляррография. Уравнение Ильковича. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Приборы, принципы и техника измерений. Возможности метода, достоинства и недостатки

**Метод инверсионной вольтамперометрии (ИВ).** Его сущность, отличие от метода классической поляррографии. Параметрическая теория Стромберга. Аппаратура и разновидности ИВ методов. Электрохимическая ячейка. Аналитический сигнал и помеха. Выбор оптимальных условий метода. Способы оценки концентрации в методе ИВ. Типы рабочих электродов, определяемые ионы и способы концентрирования вещества на электроде. Схема установки для измерения вольтамперных кривых. Примеры практического применения вольтамперометрических методов.

### **6.3. Форма промежуточной аттестации: зачет.**

## **7. Ресурсное обеспечение:**

### **7.1. Основная литература**

1. Шольц Ф. Электроаналитические методы / Ф Шольц. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2006. – 572 с.
2. Миомандр Ф. Электрохимия / Ф. Миомандр, С. Садки, П. Одебер, Р. Меалле-Рено; пер. с фр. В.Н. Грасевича; пор ред. Ю.Д. Гамбурга, В.А. Сафонова. М.: Техносфера, 2008. – 359 с.
3. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. – Долгопрудный: Интеллект, 2013. – 448 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Отто М. Современные методы аналитической химии; пер. с нем. под ред. А.В. Гармаша / М. Отто. – М.: Техносфера, 2008. – 543 с.
2. Харитонов Я.Ю. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные методы анализа) / Я.Ю. Харитонов. – М.: Высшая школа, 2008. – 558 с.
3. Алов Н.В. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 2. / Н.В. Алов, Ю.А. Барбалат, А.Г. Борзенко и др.; под ред. Ю.А. Золотова. М.: Академия, 2012. – 407 с.
4. Баталова В.Н. Электрохимические методы анализа. Учебно-методическое пособие / В.Н. Баталова Томск: [ТГУ], 2008. – 41 с.
5. Шелковников В.В. Электрохимические методы анализа / В.В. Шелковников, В.Н. Баталова, А.Г. Зарубин. Томск: ТГУ, 2011. – 111 с.
6. Комптон, Ричард Г. Постигая вольтамперометрию / Ричард Г. Комптон, Крэйг Е. Бэнкс; пер. с англ. Э.А. Захаровой, А.С. Кабакаева; под ред. С.В. Романенко. – Томск: Изд.-во Том. политех. ун-т, 2016. – 508 с.

### 7.3. Электронные ресурсы

1. Шелковников В. В., Анищенко М. В. Электрохимические методы анализа (мультимедийное учебное пособие). Томск. ИДО ТГУ, 2007. [http://ido.tsu.ru/iop\\_res1/electrohimmotod](http://ido.tsu.ru/iop_res1/electrohimmotod)
2. Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа / Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев. [Электронный ресурс]. [http:// lib.tsu.ru](http://lib.tsu.ru)
3. Власов Ю.Г. Химические сенсоры и их системы / Ю.Г. Власов [и др.] // Журнал аналитической химии. – 2010. – Т. 65, N 9. – С. 900–919. [http:// lib.tsu.ru](http://lib.tsu.ru)

8. **Преподаватель (автор):** канд. хим. наук, доцент С.В. Шумар