

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Химический факультет**

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. № 6

**Рабочая программа дисциплины**

**Возможности электрохимических методов  
в анализе объектов окружающей среды**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**магистратура**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**04.04.01 «Химия»**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Аналитическая химия и экология**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (Б1.В.03.ДВ.02.) является дисциплиной по выбору для освоения студентами очной формы обучения на втором году обучения в 4 семестре и очно-заочной формы обучения на первом году обучения в 1 семестре.

Электрохимические методы анализа играют важную роль в химическом анализе. Для решения практических задач и успешного дальнейшего развития этих методов анализа в будущем, студент должен глубоко усвоить теоретические основы современной аналитической химии.

Изучение дисциплины основано на решении следующих задач: определение места электрохимических методов в ряду современных методов анализа, знакомство с теоретическими основами и получение навыков практической работы на распространенном электрохимическом оборудовании современных аналитических лабораторий. Содержание дисциплины направлено на ознакомление студентов с методами аналитической химии по идентификации и определению как предельно низких, так и высоких концентраций веществ с необходимой точностью.

Дисциплина опирается на материалы курсов неорганической, аналитической и физической химии, физики, математического анализа.

**Целью освоения дисциплины «Электрохимические методы в анализе объектов окружающей среды» является:**

- формирование знания о теоретических основах электрохимических методах анализа и возможностях их применения.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение теоретических основ электрохимических методов, их возможностей, областей применения; способы повышения селективности и чувствительности;
- научиться выбирать метод и эффективно использовать его для решения конкретных аналитических задач;
- сформировать навыков практической аналитической работы на приборах для электрохимических методов анализа.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

### **Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения**

Формируемые	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции	Наименование оценочного средства
-------------	---	----------------------------------

компетенции (код, содержание компетенции)	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
<p><b>ПК-1-н</b> Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p><b>ПК-1-н-1.</b> Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.</p> <p><b>ПК-1-н-2</b> Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.</p> <p><b>ПК-1-н-3.</b> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.</p> <p><b>ПК-1-н-4.</b> Готовит объекты исследования.</p>	<p><i>Знать</i> возможности и области применения электрохимических методов анализа, требования, предъявляемые к подготовке пробы для каждого метода, правила безопасной работы на электрохимическом оборудовании.</p> <p><i>Владеть</i> приемами диагностики работоспособности электрохимического оборудования, навыками подготовки и проведения эксперимента на современном электрохимическом оборудовании.</p> <p><i>Уметь</i> провести анализ на электрохимическом оборудовании в соответствии с планом решения поставленной задачи, запротолировать и проанализировать полученные данные</p>	<p><b>Индивидуальный устный ответ</b> по тематике семинарского занятия, <b>собеседование</b> на зачете.</p>
<p><b>ПК-2-н</b> Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские</p>	<p><b>ПК-2-н-1.</b> Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных).</p>	<p><i>Знать</i> теоретические основы электрохимических методов анализа, принцип действия основного оборудования, правила техники безопасности при работе с ним, основные требования к оформлению результатов эксперимента.</p> <p><i>Владеть</i> навыками проведения эксперимента на современном</p>	<p><b>Индивидуальный устный ответ</b> по тематике семинарского занятия, <b>собеседование</b></p>

работы		электрохимическом оборудовании, навыками правильного протоколирования результатов опытов. <i>Уметь</i> планировать эксперимент, провести анализ с применением электрохимического оборудования, анализировать полученные данные, оформить результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями.	на зачете.
--------	--	--	------------

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>		
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>		
<b>в том числе</b>			
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>			
- занятия лекционного типа	<b>32</b>		
- занятия семинарского типа	<b>32</b>		
<b>самостоятельная работа</b>	<b>43</b>		
<b>Промежуточная аттестация – экзамен/зачет</b>	<b>зачет</b>		

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			в том числе														
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них												Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная
Тема1 Электрохимические методы. Классификация Характеристика.	8			2			2					4			4			
Тема 2 Потенциометрия. Потенциометрические сенсоры различных типов	18			4			4					8			10			
Тема3 Потенциометрически й контроль нормируемых компонентов в природных водах, почвах и атмосферном воздухе	34			10			10					20			14			
Тема 4 Кондуктометрия. Возможности метода.	7			2			2					4			3			
Тама5 Вольтамперометрия. Основы метода и возможности качественного и количественного анализа	12			4			4					8			4			
Тема 6 Инверсионная вольтамперометрия. Возможности метода в анализе техногенных сред и объектов окружающей среды.	14			6			6					12			2			
Тема 7 Методы кулонометрии. Аналитические возможности	14			4			4					8			6			
КСРИФ	1																	
Итого	108			32			32					64			43			

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в **традиционных формах (зачет)**

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к семинарским занятиям. Это один из эффективных методов познания, так как именно в процессе изучения литературы студент детально и вдумчиво анализирует основные этапы проведения анализа, формулирует проблемы и анализирует возможности их решения. Самостоятельная работа развивает у студентов интуицию по применению накопленных знаний для решения практических задач.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Устный опрос
- Проверка отчетов-рефератов по темам семинарских занятий.

Основу для самостоятельной подготовки студентов составляют **учебно-методические пособия:**

1. Лизунова Г.М., Кулешова Н.В. Электрохимические методы анализа. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. 25 с.
2. Кулешова Н.В. ЭУК Электрохимические методы анализа. 2016 <http://e-learning.unn.ru/course/view.php?>

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающего от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция

		сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

1. Классификация электрохимических методов анализа, их значение в народном хозяйстве.
2. Классификация потенциометрических электродов. Вспомогательные электроды.
3. Электроды 1-го и 2-го рода, их свойства, применение в химическом анализе.
4. Жидкостные селективные электроды. Механизм возникновения потенциала. Рабочий диапазон концентраций и соотношение катионной и анионной функций.
5. Селективность жидкостных ионоселективных электродов, связь с экстракционными характеристиками.
6. Селективность электродов различных типов. Способы определения коэффициентов селективности.
7. Конструкции ионоселективных электродов. Составы мембран.
8. Стекланные электроды. Электрохимические, аналитические свойства. Определение pH.
9. Ионметрия. Метод градуировочного графика.
10. Методы добавок в ионметрии.
11. Применение ИСЭ в проточно-инжекционном анализе ООС.
12. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения точек эквивалентности.
13. Кислотно-основное потенциометрическое титрование. Закономерности и возможности.
14. Потенциометрическое титрование в неводных средах.
15. Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование.
16. Потенциометрическое титрование с использованием реакций осаждения.
17. Полярографический метод анализа. Вольтамперная кривая.
18. Качественный и количественный вольтамперометрический анализ. Инверсионная вольтамперометрия.
19. Амперометрическое титрование.
20. Физико-химические основы кулонометрии. Аналитические возможности и применение метода.
21. Потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.

### 5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
1. Шкала pH, определение кислотности природных вод.	ПК-1-н



2. Подготовка проб почвенных образцов к анализу на содержание солей.	ПК-2-н
3. Определение содержания компонента методом потенциометрического титрования.	ПК-2-н
4. Принцип титрования до точки эквивалентности, возможности использования автотитратора.	ПК-1-н
5. Отбор и подготовка пробы при определении растворенного кислорода.	ПК-1-н
6. Вольтамперометрическое определение тяжелых металлов методом добавок	ПК-2-н

#### **5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1-н**

1. Предложить способы оценки работоспособности и градуировки рН-метра для определения кислотности воды.
2. Имея полученные результаты измерения электропроводности пробы воды оценить соленость объекта.
3. Имея результаты определения тяжелых металлов в почве, обработать данные и представить аналитический результат.

#### **5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2-н**

1. Привести пример составления Программы отбора проб воздуха подфакельной зоны газовой котельной для контроля выброса оксидов серы.
2. Имея результаты определения растворенного кислорода в воде водоема представить результат оценки качества воды для рыбоводческих нужд.
3. Теория Роллера для оценки возможности определения слабых электролитов методом потенциометрического титрования.

#### **5.2.4. Темы курсовых работ, эссе, рефератов**

1. Шкала рН, определение кислотности природных вод.
2. Подготовка проб почвенных образцов к анализу на содержание солей (соленость).
3. Электродная пара для потенциометрического окислительно-восстановительного титрования.
4. Титранты в методе кулонометрического титрования.
5. Основные аналитические характеристики ИСЭ. Датчики для определения анионных примесей в воде.
6. Отбор и подготовка пробы при определении растворенных газов.
7. Принцип титрования до точки эквивалентности, возможности использования автотитратора.
8. Вольтамперометрия в анализе водных сред.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Основы аналитической химии: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения. / [Под ред. Ю.А. Золотова]. М.: Высшая школа, 2002. Кн. 1. 351с.
2. Основы аналитической химии В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа. Учебник для ВУЗов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2002. Кн. 2. 494 с.
3. Основы аналитической химии: В 2 кн. Методы химического анализа. Серия "Классический университетский учебник" / [Под ред. Ю.А. Золотова]. М.: Высшая школа, 2002. Кн. 2. 494с.
4. Отто М. Современные методы аналитической химии. - М.: Техносфера, 2006. - 416 с.
5. Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика [Электронный ресурс] / Г. Хенце; пер. с нем. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2014. Режим доступа: - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323760.html>
6. Электроаналитические методы: теория и практика /под ред. Ф. Шольца: пер. с англ. под ред. В.Н. Майстренко – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 326 с.

### б) дополнительная литература:

1. Кристиан Г. Аналитическая химия. Т. 1. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 623 с.
2. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. Т. 2. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 504 с.
3. Васильев В. П. Аналитическая химия. Кн. 2, М.: Дрофа, 2005. - 383 с.
4. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. 592 с.
5. Электроаналитические методы: теория и практика / Бонд А. М., Инцельт Д., Калерт Х., Коморски-Ловрич Ш., Комптон Р. Д. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 326 с.
6. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной воды: практ. руков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 678 с.
7. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности Химия. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 323 с.
8. Будников Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине /Г.К. Будников, Г.А. Евтюгин, В.Н. Майстренко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 416 с.

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины) \_

1. Гармаш А.В., Сорокина М.Н. Метрологические основы аналитической химии [Электронный ресурс]: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/garmasch.pdf>
2. Сайт научного совета по аналитической химии РАН: <http://www.rusanalytchem.org>

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники,

учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе «Консультант студента», доступ к которой также предоставлен студентам. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" ([www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)) является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС ВПО 3+) к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы, для ВПО и аспирантуры.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, проектор, магнитно-маркерная доска.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Автор \_\_\_\_\_

К.х.н., доцент кафедры аналитической химии ННГУ

Кулешова Н.В.

Рецензент \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой аналитической химии ННГУ

Князев А.В.