

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

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол от

31 августа 2021 г. № 11

Рабочая программа дисциплины
Возможности электрохимического метода в анализе объектов окружающей среды

Направление подготовки
04.06.01 «Химические науки»

Направленность подготовки
02.00.02 «Аналитическая химия»;

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Нижний Новгород
2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Возможности электрохимического метода в анализе объектов окружающей среды» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 4 семестре.

Дисциплина основывается на знаниях, навыках и умениях, приобретенных в результате освоения теоретических основ аналитической химии, а также теоретических основ инструментальных методов анализа. Успешному освоению дисциплины сопутствует параллельное применение полученных знаний при написании кандидатской диссертации.

Для успешного освоения дисциплины аспирант должен:

- знать основы инструментальных методов анализа;
- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Internet).

Изучение дисциплины «Возможности электрохимического метода в анализе объектов окружающей среды» как предшествующей составляет основу дальнейшей подготовки аспиранта к сдаче кандидатского экзамена по специальности, а также при выборе методов исследования в ходе научно-исследовательской работы аспиранта при написании диссертации.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ООП (компетенциями выпускников)

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ПК 1 базовый</i>	<i>З1 Знать:</i> перспективы и проблемы развития химии; фундаментальные основы химии, а также наук о материалах. <i>З2 Знать:</i> приоритетные направления научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. <i>У1 Уметь:</i> прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме. <i>У2 Уметь:</i> проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки. <i>В1 Владеть:</i> навыками организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации. <i>В2 Владеть:</i> навыками взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях.
<i>ПК 3 базовый</i>	<i>З1 Знать:</i> Требования к корректному выбору методов обработки

	<p>экспериментальных данных и/или методов численного моделирования химических процессов; современные направления развития методом обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования в своей профессиональной области.</p> <p><i>У1 Уметь:</i> Корректно использовать современные методы обработки экспериментальных данных и/или современные методы численного моделирования сложных химических процессов в своей профессиональной области.</p> <p><i>В1 Владеть:</i> Современными методами обработки экспериментальных данных и/или современными методами численного моделирования в химическом анализе; систематическими знаниями в области современных методов обработки экспериментальных данных в области аналитической химии.</p>
--	---

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа (18 часов лекции, 54 часа самостоятельная работа обучающегося).

Таблица 2

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе					
		Контактная работа, часов					Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
Общая характеристика электрохимических методов анализа	24	6	-	-	-	6	18
Электрохимические методы анализа	24	6	-	-	-	6	18
Электрохимические методы анализа в области контроля объектов окружающей среды	24	6	-	-	-	6	18
Аттестация по дисциплине: зачет							
Итого	72	18	-	-	-	-	54

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1	Общая характеристика электрохимических методов анализа	1. Общая характеристика электрохимических методов анализа. 2. Классификация электрохимических методов анализа.	Групповые или индивидуальные консультации	Зачет
2	Электрохимические методы анализа	1. Потенциометрия. Теоретические основы. 2. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Электродная функция, чувствительность, селективность, предел обнаружения. 3. Ионметрия и потенциометрическое титрование. 4. Теоретические основы кулонометрии. Законы Фарадея. 5. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. 6. Теоретические основы кондуктометрии. Критерии применимости кондуктометрического метода анализа. 7. Вольтамперометрия. Теоретические основы. Классическая полярография. 8. Современные виды вольтамперометрии (прямая и инверсионная, хроноамперометрия). 9. Амперометрическое титрование.	Групповые или индивидуальные консультации	Зачет
3	Электрохимические методы анализа в области контроля объектов окружающей среды	1. Электрохимические методы в контроле качества природных сред. 2. Электрохимические детекторы и средства контроля атмосферных	Групповые или индивидуальные консультации	Зачет

		загрязнений. 3. Электрохимический контроль процессов в водных системах.		
--	--	--	--	--

4. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине используются различные образовательные технологии:

- информационно-развивающие технологии (самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации);
- деятельностные практико-ориентированные технологии (анализ, сравнение методов проведения химических и физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной ситуации и его практическая реализация);
- развивающие проблемно-ориентированные технологии (учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность, решение задач повышенной сложности).

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Целью самостоятельной работы является овладение навыками работы с литературой (в читальном зале библиотеки, с доступом к ресурсам Интернет), более углубленное изучение отдельных разделов дисциплины при выполнении индивидуальных заданий. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций. Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме контроля самостоятельной работы (защита реферата).

Итоговый контроль проводится в виде зачета.

Контрольные вопросы по курсу:

1. Общая характеристика электрохимических методов.
2. Потенциометрия. Механизм возникновения потенциала на электродах. Уравнение Нернста.
3. Индикаторные электроды и электроды сравнения.
4. Методы ионометрии (градуировочного графика, ограничивающих растворов, стандартных добавок, двойных добавок, разбавления). Возможности и ограничения.
5. Применение метода потенциометрии и потенциометрического титрования в анализе объектов окружающей среды
6. Законы Фарадея. Кулонометрия при постоянном токе и при постоянном потенциале.
7. Кулонометрическое титрование. Способы генерации титранта.
8. Области применения метода кулонометрии и кулонометрического титрования.
9. Электропроводность растворов электролитов. Зависимость проводимости от концентрации и природы электролита, температуры раствора и природы растворителя.
10. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Возможности и ограничения метода.
11. Классическая полярография. Основы полярографического метода анализа. Уравнение Ильковича.
12. Полярографическая кривая. Потенциал полуволны. Возможности и ограничения метода.
13. Основы инверсионной вольтамперометрии. Возможности метода.
14. Амперометрическое титрование. Индикаторные электроды.

15. Возможности метода вольтамперометрии в анализе объектов окружающей среды
16. Электрохимические детекторы и средства контроля атмосферных загрязнений.
17. Сравнение электрохимического метода анализа воды с другими методами.

Темы рефератов:

1. Амперометрическое титрование.
2. Потенциометрические сенсоры.
3. рН-метрия. Оборудование и аналитическое использование.
4. Инверсионная вольтамперометрия.
5. Принципы выбора детектора для потенциометрического титрования.

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в приложении 1.

6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания

Уровень освоения учебной дисциплины обучающимися определяется следующими оценками: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» предполагает:

- хорошее знание основных терминов и понятий курса;
- последовательное изложение материала;
- умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов;
- достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета;
- умение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответе на зачете.

Оценка «не зачтено» предполагает:

- неудовлетворительное знание основных терминов и понятий курса;
- отсутствие логики и последовательности в изложении материала;
- неумение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов;
- неумение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответах на зачете.

6.3. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.

Уровни освоения дисциплины оцениваются согласно требованиям, изложенным в паспорте каждой из указанных компетенций, где указаны критерии оценивания результатов обучения и Планируемые результаты обучения.

1. Общая характеристика электрохимических методов (ПК 1).

2. Потенциометрия. Механизм возникновения потенциала на электродах. Уравнение Нернста (ПК 3).
3. Индикаторные электроды и электроды сравнения (ПК 3).
4. Методы ионметрии (градуировочного графика, ограничивающих растворов, стандартных добавок, двойных добавок, разбавления). Возможности и ограничения (ПК 3).
5. Применение метода потенциометрии и потенциометрического титрования в анализе объектов окружающей среды (ПК 1).
6. Законы Фарадея. Кулонометрия при постоянном токе и при постоянном потенциале (ПК 3).
7. Кулонометрическое титрование. Способы генерации титранта (ПК 3).
8. Области применения метода кулонометрии и кулонометрического титрования (ПК-1).
9. Электропроводность растворов электролитов. Зависимость проводимости от концентрации и природы электролита, температуры раствора и природы растворителя (ПК 3).
10. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Возможности и ограничения метода (ПК 3).
11. Классическая полярография. Основы полярографического метода анализа. Уравнение Ильковича (ПК 3).
12. Полярографическая кривая. Потенциал полуволны. Возможности и ограничения метода (ПК 3).
13. Основы инверсионной вольтамперометрии. Возможности метода (ПК 3).
14. Амперометрическое титрование. Индикаторные электроды (ПК 3).
15. Возможности метода вольтамперометрии в анализе объектов окружающей среды (ПК-1).
16. Электрохимические детекторы и средства контроля атмосферных загрязнений (ПК 1).
17. Сравнение электрохимического метода анализа воды с другими методами (ПК 1).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. 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>
2. Основы аналитической химии: [учеб. для вузов]: в 2 кн. / Алов Н.В., Барбалат Ю.А., Дорохова Е.Н., Золотов Ю.А., Иванова Е.К. Кн. 2. - М.: Высшая школа, 2002. - 494 с
3. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей [Электронный ресурс] / В.Н. Майстренко, Н.А. Ключев. — 3-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 326 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — (Методы в химии). ISBN 978-5-9963-2608-2

Дополнительная литература:

1. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс] / Ю.Я. Харитонов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>
2. Отто М. - Современные методы аналитической химии. - М.: Техносфера, 2006. - 416 с.
3. Электронное издание на основе: Анализ загрязненной воды: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - Эл. изд.- М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.- 678 с. : ил.- (Методы в химии). - ISBN 978-5-9963-1523-9. [Электронный ресурс]: <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785996315239-SCN0000/000.html?SSr=010133c9cd1259bc15f3553>

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]: <http://www.elibrary.ru/defaultx.asp>.
2. Journal of Electroanalytical Chemistry [Электронный ресурс]: адрес доступа <http://www.sciencedirect.com/science/journal/15726657>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
- материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование;
- лицензионное программное обеспечение: *Windows, Microsoft Office*

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Автор

д.х.н. доцент _____ Кулешова Н.В.

профессор кафедры физической химии, д.х.н.

_____ Зеленцов С.В.

Заведующий кафедрой аналитической и медицинской химии

химического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского _____ Князев А.В.

Программа рекомендована на заседании кафедры аналитической и медицинской химии от «__» _____ 2021 г. протокол № ____.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии химического факультета от 27 августа 2021, протокол № 1.

Карты компетенций, в формировании которой участвует дисциплина

ПК-1

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: перспективы и проблемы развития химии; фундаментальные основы химии, а также наук о материалах	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Неполные знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Сформулированные, но содержащие отдельные пробелы знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Полные и систематические знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах
ЗНАТЬ: приоритетные направления научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Неполные знания о знаниях о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Сформулированные, но содержащие отдельные проблемы знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Полные и систематические знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации
УМЕТЬ: прогнозировать социальные последствия действия химических производств,	Отсутствие умений	Частично освоенное умение прогнозировать социальные последствия действия химических	В целом успешное, но не систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение прогнозировать	Успешное и систематическое умение прогнозировать социальные

составлять план работы по заданной теме		производств, составлять план работы по заданной теме	химических производств, составлять план работы по заданной теме	социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме
УМЕТЬ: проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	В целом успешное, но не систематическое умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	Успешное и систематическое умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки
ВЛАДЕТЬ: навыками организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное и систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации
ВЛАДЕТЬ: навыками взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в	В целом успешное, но не систематическое применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими	В целом успешное и систематическое применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами,

направлениях		аналогичных направлениях	в аналогичных направлениях	исследования в аналогичных направлениях	проводящими исследования в аналогичных направлениях
--------------	--	-----------------------------	-------------------------------	--	--

ПК-3

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: Требования к корректному выбору методов обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования химических процессов; современные направления развития методом обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования в своей профессиональной области	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о требованиях к корректному выбору методов обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования химических процессов; современные направления развития методом обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования в своей профессиональной области	Неполные знания о требованиях к корректному выбору методов обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования химических процессов; современные направления развития методом обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования в своей профессиональной области	Сформированные, но содержащие определенные пробелы знания о требованиях к корректному выбору методов обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования химических процессов; современные направления развития методом обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования в своей профессиональной области	Сформированные и систематические знания о требованиях к корректному выбору методов обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования химических процессов; современные направления развития методом обработки экспериментальных данных и/или методов численного моделирования в своей профессиональной области

<p>УМЕТЬ:</p> <p>Корректно использовать современные методы обработки экспериментальных данных и/или современные методы численного моделирования сложных химических процессов в своей профессиональной области</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение корректно использовать современные методы обработки экспериментальных данных и/или современные методы численного моделирования сложных химических процессов в своей профессиональной области	В целом успешное, но не систематическое умение корректно использовать современные методы обработки экспериментальных данных и/или современные методы численного моделирования сложных химических процессов в своей профессиональной области	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение корректно использовать современные методы обработки экспериментальных данных и/или современные методы численного моделирования сложных химических процессов в своей профессиональной области	Успешное и систематическое умение корректно использовать современные методы обработки экспериментальных данных и/или современные методы численного моделирования сложных химических процессов в своей профессиональной области
<p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>Современными методами обработки экспериментальных данных и/или современными методами численного моделирования в химическом анализе; систематическими знаниями в области современных методов обработки экспериментальных данных в области аналитической химии.</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение современных методов обработки экспериментальных данных и/или современными методами численного моделирования в химическом анализе; систематическими знаниями в области современных методов обработки экспериментальных данных в области аналитической химии.	В целом успешное, но не систематическое применение современных методов обработки экспериментальных данных и/или современными методами численного моделирования в химическом анализе; систематическими знаниями в области современных методов обработки экспериментальных данных в области аналитической химии.	В целом успешные, но содержащие определенные пробелы навыки применения современных методов обработки экспериментальных данных и/или современными методами численного моделирования в химическом анализе; систематическими знаниями в области современных методов обработки экспериментальных данных в области аналитической химии.	Успешное и систематическое применение навыков применения современных методов обработки экспериментальных данных и/или современными методами численного моделирования в химическом анализе; систематическими знаниями в области современных методов обработки экспериментальных данных в области аналитической химии.

