

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Возможности электрохимического метода в анализе объектов  
окружающей среды

---

Уровень высшего образования  
Магистратура

---

Направление подготовки / специальность  
04.04.01 - Химия

---

Направленность образовательной программы  
Аналитическая и медицинская химия в современных технологиях

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина ФТД.01 Возможности электрохимического метода в анализе объектов окружающей среды является факультативом в образовательной программе.

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

| Формируемые компетенции<br>(код, содержание компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции   |  | Наименование оценочного средства    |                               |
|--|---|--|-------------------------------------|-------------------------------|
|  | Индикатор достижения компетенции<br>(код, содержание индикатора)  | Результаты обучения по дисциплине  | Для текущего контроля успеваемости  | Для промежуточной аттестации  |
| ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках | ПК-1-н.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР. Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР. Готовит объекты исследования. | ПК-1-н.1:<br>Знать возможности и области применения электрохимических методов анализа, требования, предъявляемые к подготовке пробы для каждого метода, правила безопасной работы на электрохимическом оборудовании.<br>Владеть приемами диагностики работоспособности электрохимического оборудования, навыками подготовки и проведения эксперимента на современном электрохимическом оборудовании.<br>Уметь провести анализ на электрохимическом оборудовании в соответствии с планом решения поставленной задачи, за протоколировать и проанализировать полученные данные | Индивидуальное устное собеседование | Зачёт:<br>Контрольные вопросы |
| ПК-2-н: Способен проводить информационные  | ПК-2-н.1: Проводит первичный поиск информации по заданной   | ПК-2-н.1:<br>Знать теоретические основы  | Индивидуальное устное собеседование | Зачёт:<br>Контрольные         |

|   |   |  |  |         |
|---|---|--|--|---------|
| исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках | тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных). | электрохимических методов анализа, принцип действия основного оборудования, правила техники безопасности при работе с ним, основные требования к оформлению результатов эксперимента. Владеть навыками проведения эксперимента на современном электрохимическом оборудовании, навыками правильного протоколирования результатов опытов. Уметь планировать эксперимент, провести анализ с применением электрохимического оборудования, анализировать полученные данные, оформить результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями. |  | вопросы |
|---|---|--|--|---------|

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|  |              |
|--|--------------|
|  | <b>очная</b> |
| <b>Общая трудоемкость, з.е.</b>  | <b>1</b>     |
| <b>Часов по учебному плану</b>   | <b>36</b>    |
| в том числе  |              |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>                           |              |
| - занятия лекционного типа   | 32           |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 0            |
| - КСР  | 1            |
| <b>самостоятельная работа</b>  | <b>3</b>     |
| <b>Промежуточная аттестация</b>  | <b>0</b>     |
|  | <b>Зачёт</b> |

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование разделов и тем дисциплины   | Всего<br>(часы) | в том числе   |  |             |  |
|--|-----------------|---|--|-------------|--|
|  |                 | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем),<br>часы из них |  |             | Самостоятельная<br>работа<br>обучающегося,<br>часы |
|  |                 | Занятия<br>лекционного<br>типа  | Занятия<br>семинарского<br>типа<br>(практические<br>занятия/лабора-<br>торные<br>работы), часы | Всего       |  |
|  | 0<br>Ф<br>0     | 0<br>Ф<br>0   | 0<br>Ф<br>0  | 0<br>Ф<br>0 | 0<br>Ф<br>0  |
| Тема 1. Электрохимические методы. Классификация. Характеристика.   | 2               | 2   | 0  | 2           |  |
| Тема 2. Потенциометрия. Потенциометрические сенсоры различных типов  | 4               | 4   |  | 4           |  |
| Тема 3. Потенциометрический контроль нормируемых компонентов в природных водах, почвах и атмосферном воздухе       | 10              | 10  |  | 10          |  |
| Тема 4. Кондуктометрия. Возможности метода.  | 2               | 2   |  | 2           |  |
| Тема 5. Вольтамперометрия. Основы метода и возможности качественного и количественного анализа                     | 5               | 4   |  | 4           | 1  |
| Тема 6. Инверсионная вольтамперометрия. Возможности метода в анализе техногенных сред и объектов окружающей среды. | 7               | 6   |  | 6           | 1  |
| Тема 7. Методы кулонометрии. Аналитические возможности   | 5               | 4   |  | 4           | 1  |
| Аттестация   | 0               |   |  |             |  |
| КСР  | 1               |   |  | 1           |  |
| Итого  | 36              | 32  | 0  | 33          | 3  |

### Содержание разделов и тем дисциплины

Электрохимические методы. Классификация. Характеристика.

Потенциометрия. Потенциометрические сенсоры различных типов

Потенциометрический контроль нормируемых компонентов в природных водах, почвах и атмосферном воздухе

Кондуктометрия. Возможности метода.

Вольтамперометрия. Основы метода и возможности качественного и количественного анализа

Инверсионная вольтамперометрия. Возможности метода в анализе техногенных сред и объектов окружающей среды.

Методы кулонометрии. Аналитические возможности

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

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Кулешова Н.В. ЭУК "Электрохимические методы анализа". Н.Новгород: Издательство ННГУ. 2016. 80 с." (<https://e-learning.unn.ru> id = 1338 28.04.2016.).

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование) 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.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование) 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.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование)**

| Оценка     | Критерии оценивания  |
|------------|--|
| зачтено    | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно» |
| не зачтено | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»  |

### **5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации**

#### **Шкала оценивания сформированности компетенций**

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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 обучающегося от ответа | 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 несущественных ошибок                               | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.  | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.   |
| <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 и несущественными 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 базовых навыков. 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 оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка  |             | Уровень подготовки   |
|---------|-------------|--|
| зачтено | превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |

|                   |                            |  |
|-------------------|----------------------------|--|
|                   | <b>отлично</b>             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».  |
|                   | <b>очень хорошо</b>        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»  |
|                   | <b>хорошо</b>              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».   |
|                   | <b>удовлетворительно</b>   | 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» |
| <b>не зачтено</b> | <b>неудовлетворительно</b> | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».   |
|                   | <b>плохо</b>               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Шкала pH, определение кислотности природных вод.
2. Принцип титрования до точки эквивалентности, возможности использования автотитратора.

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Подготовка проб почвенных образцов к анализу на содержание солей.
2. Вольтамперометрическое определение тяжелых металлов методом добавок.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

| Оценка     | Критерии оценивания  |
|------------|--|
| зачтено    | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно» |
| не зачтено | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»  |

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Основы аналитической химии : [учеб. для вузов] : в 2 кн. Кн. 2 : Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2002. - 494 с. : ил. - ISBN 5-06-003559-X (кн. 2). - ISBN 5-06-003560-3 : 130.00., 47 экз.
2. Основы аналитической химии. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. , 2002. - 351 с. : ил. - ISBN 5-06-003558-1 (кн. 1). - ISBN 5-06-003560-3 : 76.45. Основы аналитической химии. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения. - М. , 2002. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - 351 с. : ил. - ISBN 5-06-003558-1 (кн. 1). - ISBN 5-06-003560-3 : 76.45., 50 экз.
3. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды / пер. с англ. В. И. Игнатова ; под ред. Е. Я. Неймана. - М. : Химия, 1990. - 237, [1] с. : ил. - ISBN 5-7245-0373-5 (СССР) (в пер.) : 2.00., 2 экз.
4. Майстренко Валерий Николаевич. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 - Химия. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 323 с. : ил. - (Методы в химии). - ISBN 978-5-94774-204-6 : 172.48., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа / под ред. О. М. Петрухина. - М. : Химия, 2001. - 496 с. : ил. - Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки на 1997 - 2000 г.". - ISBN 7245-0953-9 : 49.00., 1 экз.

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>
3. 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>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Кулешова Надежда Вячеславовна, кандидат химических наук, доцент.



Заведующий кафедрой: Князев Александр Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.