

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Вятский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Управления  
дополнительного образования

Курагина /Курагина К.А./  
«09» Февраля 2022г.

рег. № 03-04/2022-0541-0903

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

учебной дисциплины

**Электрохимические методы анализа химических веществ**  
дополнительной профессиональной программы –  
программы повышения квалификации

**«Инструментальные методы анализа химических веществ**  
**(модуль 2 – Электрохимические методы анализа химических веществ)»**

Киров, 2022

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями дополнительной профессиональной программы **«Инструментальные методы анализа химических веществ (модуль 2 – Электрохимические методы анализа химических веществ)»**

Рабочая программа разработана:

Фоминым С.В., проректором по международной деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вятский государственный университет» (ВятГУ);

Фокиной А.И., доцентом кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вятский государственный университет» (ВятГУ);

Соловьёвой Е.С., доцентом кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вятский государственный университет» (ВятГУ);

Фоминых Е.Г., доцентом кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вятский государственный университет» (ВятГУ);

Черанёвой В.И., преподавателем кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вятский государственный университет» (ВятГУ).

# 1. РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

## 1.1 Пояснительная записка

Актуальность и значение учебной дисциплины «Электрохимические методы анализа химических веществ» определяются тем, что данная группа методов находит широкое применение в учебных, научно-исследовательских и заводских лабораториях.

### Цели и задачи учебной дисциплины

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Цель учебной дисциплины   | - освоение приемов использования электрохимических методов анализа   |
| Задачи учебной дисциплины | <ul style="list-style-type: none"><li>- ознакомить с наиболее распространенными в лабораторной практике методами электрохимического анализа;</li><li>- ознакомить с приборной базой, на которой могут быть реализованы рассматриваемые методы;</li><li>- формировать знания о принципах анализа и формировать умения реализации методик анализа представленными методами на имеющемся в лаборатории оборудовании;</li><li>- формировать представление о роли метрологической составляющей в инструментальном анализе;</li><li>- сформировать навык применения основных метрологических характеристик для контроля правильности и обработки результатов;</li><li>- закрепление знаний, связанных с основными лабораторными операциями (работа с химической посудой и реактивами, весами и т. д.).</li></ul> |

### Компетенции слушателя, формируемые в результате освоения учебной дисциплины / модуля

В результате освоения учебной дисциплины (модуля) обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования

| Виды деятельности                                | Профессиональные компетенции   | Практический опыт   | Умения   | Знания  |
|--|--|---|--|---|
| ВД 1 Проектная и производственно-технологическая | ПК-1: проведение исследований жидких, газообразных и твердых веществ и материалов по уста- | Владеть: базовыми навыками работы в аналитической лаборатории | Уметь: по методике выполнять анализ; работать с нормативной документацией для кон- | Знать: базовые принципы реализации методик основными методами инструментально |

|  |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
|  | новленной методике  |  | кретного метода анализа; обрабатывать результаты испытаний с использованием современных средств вычислительной техники.  | го анализа; источники информации и способы основательного освоения метода анализа на конкретном приборе  |
|  | ПК-2: выполнение точных измерений для определения действительных значений контролируемых параметров и оформление результатов исследования | Владеть: выполнением метрологической оценки результатов испытаний; иметь навыки обработки результатов измерений. | Уметь: применять измерительный инструмент, простые универсальные и специальные средства измерений, необходимые для проведения измерений; документировать результаты измерений; оформлять производственно-техническую документацию в соответствии с действующими требованиями | Знать: принципы работы с нормативной документацией; работы со средствами измерений; правила проведения и оформления расчетов результатов исследований. |

## 1.2 Содержание учебной дисциплины (модуля)

### Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Форма обучения                 | Общий объем (трудоемкость) Часов | В том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час |        |                                    |                      |              | Самостоятельная работа, час | Форма промежуточной аттестации |
|--------------------------------|----------------------------------|--|--------|------------------------------------|----------------------|--------------|-----------------------------|--------------------------------|
|                                |                                  | Всего  | Лекции | Практические (семинарские) занятия | Лабораторные занятия | Консультации |                             |                                |
| Очно-заочная с применением ДОТ | 30                               | 18   | 6      |                                    | 12                   |              | 12                          | зачет                          |

## Тематический план

| №<br>п/п | Основные разделы и темы<br>учебной дисциплины   | Часы     |                        | Самостоя-<br>тельная ра-<br>бота |
|----------|---|----------|------------------------|----------------------------------|
|          |   | Лекции   | Лабораторные<br>работы |                                  |
| 1.       | Общие понятия электрохимических методов анализа | 2        | -                      | 1                                |
| 2.       | Потенциометрические методы анализа              | 1        | 3                      | 3                                |
| 3.       | Кондуктометрические методы анализа              | 1        | 3                      | 2                                |
| 4.       | Вольтамперометрические методы анализа           | 1        | 3                      | 4                                |
| 5.       | Кулонометрические методы анализа                | 1        | 3                      | 2                                |
|          | Итого:  | <b>6</b> | <b>12</b>              | <b>12</b>                        |

### Матрица соотнесения тем учебной дисциплины и формируемых в них компетенций

| РАЗДЕЛЫ / ТЕМЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ               | КОЛИЧЕСТВО<br>ЧАСОВ | КОМПЕТЕНЦИИ |          |
|---|---------------------|-------------|----------|
|   |                     | ПК-1        | ПК-2     |
| Общие понятия электрохимических методов анализа | 2,0                 | +           | +        |
| Потенциометрические методы анализа              | 8,0                 | +           | +        |
| Кондуктометрические методы анализа              | 6,0                 | +           | +        |
| Вольтамперометрические методы анализа           | 8,0                 | +           | +        |
| Кулонометрические методы анализа                | 6,0                 | +           | +        |
| <b>ИТОГО</b>                                    | <b>30</b>           | <b>5</b>    | <b>5</b> |

### Краткое содержание учебной дисциплины:

#### **Тема 1. Общие понятия электрохимических методов анализа**

Общие понятия электрохимических методов анализа: классификация, принцип и химические основы анализа. Области применения. Техника проведения анализа. Примеры реализации метода. Достоинства и недостатки методов.

#### **Тема 2. Потенциометрические методы анализа**

Потенциометрические методы анализа: прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Применяемые электроды. Применение потенциометрии и условия реализации. Определение концентрации ортофосфорной кислоты в препарате методом потенциометрического титрования.

### **Тема 3. Кондуктометрические методы анализа**

Кондуктометрия: типы датчиков. Практическое применение, представление результатов. Определение зольности сахара.

### **Тема 4. Вольтамперометрические методы анализа**

Вольтамперометрические методы анализа: типы электрохимических ячеек и электродов. Практическая реализация методик. Особенности пробоподготовки. Определение концентрации ионов тяжелых металлов в питьевой воде.

### **Тема 5. Кулонометрические методы анализа**

Кулонометрический метод анализа: электрохимическая ячейка, условия реализации метода. Закон Фарадея. Определение аскорбиновой кислоты.

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1. Методические рекомендации для преподавателя**

Организация учебного процесса предусматривает применение инновационных форм учебных занятий, развивающих у обучающихся навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества (включая, при необходимости, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей). Слушатели могут задавать вопросы преподавателю устно или письменно.

### **2.2. Методические указания для слушателей**

Успешное освоение учебной дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции и семинарские (практические, лабораторные) занятия, получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Выбор методов и средств обучения, образовательных технологий осуществляется преподавателем исходя из необходимости достижения обучающимися планируемых результатов освоения дисциплины, а также с учетом индивидуальных возможностей обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов, кроме того они способствуют формированию у обучающихся навыков самостоятельной работы с научной литературой.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью практических и лабораторных занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе, степени и качества усвоения материала; применение теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказания помощи в его освоении.

Практические (лабораторные) занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Конкретные пропорции разных видов работы в группе, а также способы их оценки определяются преподавателем, ведущим занятия.

На практических (лабораторных) занятиях под руководством преподавателя обучающиеся обсуждают дискуссионные вопросы, отвечают на вопросы тестов, закрепляя приобретенные знания, выполняют практические (лабораторные) задания и т.п. Для успешного проведения практического (лабораторного) занятия обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их

преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют студенту возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения, сформировать определенные навыки и умения и т.п.

Самостоятельная работа слушателей включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение задач и т.п.), которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины преподаватель предлагает обучающимся перечень заданий для самостоятельной работы. Самостоятельная работа по учебной дисциплине может осуществляться в различных формах (например: подготовка докладов; написание рефератов; публикация тезисов; научных статей; подготовка и защита проекта; другие).

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны выполняться самостоятельно либо группой и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Регулярно рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Результатом самостоятельной работы должно стать формирование у обучающегося определенных знаний, умений, навыков, компетенций.

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущей аттестации в течение периода обучения.

Процедура оценивания результатов освоения учебной дисциплины (модуля) осуществляется на основе действующего Положения об организации текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ВятГУ.

Для приобретения требуемых компетенций, хороших знаний и высокой оценки по дисциплине обучающимся необходимо выполнять все виды работ своевременно в течение всего периода обучения.

### **3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Основная литература**

1. Анализатор вольтамперометрический. TA-Lab. Руководство по эксплуатации. Томск: ООО «НПП «ТОМЪАНАЛИТ», 2015. 19 с.
2. ГОСТ Р 52180-2003 Вода питьевая. Определение содержания элементов методом инверсионной вольтамперометрии.
3. Жерин И. И., Амелина Г. Н., Страшко А. Н., Ворошилов Ф. А. Основы электрохимических методов анализа. Часть 2. Неравновесные методы анализа. Томск: ТПУ, 2015. 175 с.
4. Кочеров В. И., Козицина А. Н., Иванова А. В., Митрофанова Т. С., Матерн А. И. Инверсионная вольтамперометрия: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 110 с.
5. Кристиан Гэри. Аналитическая химия (в 2-х томах). Том I. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 623 с.
6. Отто М. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера, 2021. 656 с.
7. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика // Г. Хенце. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 284 с.
8. Пособие по освоению метода инверсионной вольтамперометрии и работы на вольтамперометрическом анализаторе TA-Lab. Томск: ООО «НПП «ТОМЪАНАЛИТ». 98 с.
9. Электрохимические методы анализа / А. Н. Козицина, А. В. Иванова, Ю. А. Глазырина, Е. Л. Герасимова, Т. С. Свалова, Н. Н. Малышева, А. В. Охохонин; под общей редакцией А. И. Матерна. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. 128 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Абрамов Яков. Майкл Фарадей. Его жизнь и научная деятельность. Litres, 2017. 159 с.
2. Вихарев А.А., Зуйкова С.А., Чемерис Н.А., Домина Н.Г. Физико-химические методы анализа (учебное пособие). Барнаул: «АлтГТУ», 2011 .
3. Жебентяев А.И., Жерносок А.К., Талуть И.Е. Электрохимические методы анализа. Витебск, 2015. 106 с.
4. Крешков А. П. Основы аналитической химии. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. М.: Химия , 1970. 472 с.
5. Кудрявцев П.С. Фарадей. М.: Просвещение, 1969. 168 с.
7. Химическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия. Под ред. И. Л. Кнунянца, 1988.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Портал дистанционного обучения ВятГУ.
2. Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы.

## Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса

### Перечень специализированных аудиторий (лабораторий)

| Вид занятий                        | Назначение аудитории             |
|------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Лабораторная работа, лекция</i> | <i>Учебная аудитория</i>         |
| <i>Самостоятельная работа</i>      | <i>Читальные залы библиотеки</i> |

### Перечень специализированного оборудования

| Перечень используемого оборудования                           |
|---|
| <i>Приборы, необходимые для выполнения лабораторных работ</i> |

### Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по учебной дисциплине

| № п/п | Наименование ПО  | Краткая характеристика назначения ПО   | Производитель ПО и/или поставщик ПО |
|-------|--|--|-------------------------------------|
| 1     | Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ» | Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO | ЗАО "Анти-Плагиат"                  |
| 2     | Microsoft Office 365 Student Advantage   | Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами                                | ООО "Рубикон"                       |
| 3     | Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL Academic.   | Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями   | ООО "СофтЛайн" (Москва)             |
| 4     | Windows 7 Professional and Professional K  | Операционная система   | ООО "Рубикон"                       |
| 5     | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса  | Антивирусное программное обеспечение   | ООО «Рубикон»                       |
| 6     | Информационная система КонсультантПлюс   | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации  | ООО «КонсультантКиров»              |
| 7     | Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»  | Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации  | ООО «Гарант-Сервис»                 |
| 8     | Security Essentials  | Защита в режиме реального времени от шпионско-   | Microsoft                           |

|                    |                                       |  |
|--------------------|---------------------------------------|--|
| (Защитник Windows) | го программного обеспечения, вирусов. |  |
|--------------------|---------------------------------------|--|

#### **4. МАТЕРИАЛЫ, УСТАНОВЛИВАЮЩИЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ (ТКУ) И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СЛУШАТЕЛЕЙ**

*Формы ТКУ:*

- тест;
- лабораторная работа;
- собеседование.

*Формы самостоятельной работы:*

- конспектирование;
- реферирование литературы;
- выполнение заданий.
- работа с лекционным материалом: проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами, дополнение конспекта материалами из рекомендованной литературы.

#### **5. МАТЕРИАЛЫ, УСТАНОВЛИВАЮЩИЕ СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ АТТЕСТАЦИЙ**

К сдаче зачета допускаются все слушатели, проходящие обучение на данной ДПП, вне зависимости от результатов текущего контроля успеваемости и посещаемости занятий, при этом, результаты текущего контроля успеваемости могут быть использованы преподавателем при оценке уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (тестовых заданий).

Зачет принимается преподавателями, проводившими лекции по данной учебной дисциплине.

##### **Методические рекомендации по подготовке и проведению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в целях повышения эффективности обучения, определения уровня профессиональной подготовки обучающихся и контролем за обеспечением выполнения стандартов обучения.

##### **Перечень примерных тестовых вопросов к зачету**

##### **Перечень примерных вопросов и заданий к зачету**

1. Электрохимический метод исследования и анализа, основанный на измерении количества электричества, прошедшего через электролизер при электрохимическом окислении или восстановлении вещества на рабочем электроде,

называется ... . Выберите один ответ: потенциометрия, кулонометрия кондуктометрия, вольтамперометрия.

2. Вам дан образец сыра и нормативный документ (Кондуктометрический метод определения массовой доли хлористого натрия. Метод определения электропроводности. ГОСТ 33569-2015 Молочная продукция). В результате измерения удельной электропроводности у двух вытяжек из сыра получилось 5,0 и 5,1 мСм/см. Чему будет равна массовая доля хлорида натрия в представленном образце сыра?