

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Факультет промышленной технологии лекарств

Кафедра аналитической химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### **Б1.В.ДВ.03.01 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Направление подготовки: 04.03.01 Химия

Профиль подготовки: Синтез и анализ органических соединений

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 2 з.е.  
в академических часах: 72 ак.ч.

**Разработчики:**

Доцент кафедры аналитической химии, кандидат химических наук Никоноров В. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.07.2017 № 671, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 432н; "Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 431н; "Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 430н; "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержден приказом Минтруда России от 04.03.2014 № 121н.

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Методическая комиссия УГСН 04.00.00	Председатель методической комиссии/совета	Алексеева Г. М.	Согласовано	28.04.2023
2	Кафедра органической химии	Ответственный за образовательную программу	Ксенофонтова Г. В.	Согласовано	28.04.2023
3	Кафедра аналитической химии	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Алексеева Г. М.	Рассмотрено	23.05.2023, № 9

**Согласование и утверждение образовательной программы**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет промышленной технологии лекарств	Декан, руководитель подразделения	Куваева Е. В.	Согласовано	28.04.2023

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-4 Способен осуществлять контроль качества лекарственных средств, исходного сырья, промежуточной продукции проводить паспортизацию продукции

ПК-4.2 Выполняет требуемые операции на высокотехнологическом оборудовании в соответствии с установленными требованиями

*Знать:*

ПК-4.2/Зн1 Знать перечень и содержание основных операций на высокотехнологическом оборудовании в соответствии с установленными требованиями.

ПК-4.2/Зн2 Знать основные методики контроля качества биофармацевтических препаратов

ПК-4.2/Зн3 Знать основные молекулярные контаминанты биофармацевтических препаратов и их источники

ПК-4.2/Зн4 Знать принципы и порядок выполнения операций с применением высокотехнологического оборудования

ПК-4.2/Зн5 Знать блок-схемы высокотехнологического аналитического оборудования и программное обеспечение аналитического оборудования

ПК-4.2/Зн6 Знать методы контроля качества лекарственных средств

*Уметь:*

ПК-4.2/Ум1 Уметь определить из списка необходимые требуемые операции на высокотехнологическом оборудовании в соответствии с установленными требованиями для контроля исходного сырья, промежуточных и конечных соединений синтеза.

ПК-4.2/Ум2 Уметь подбирать основные методики контроля качества биофармацевтических препаратов

ПК-4.2/Ум3 Уметь выбрать оптимальное электрохимическое оборудования для решения конкретных аналитических задач.

ПК-4.2/Ум4 Уметь выбрать метод контроля качества лекарственного средства в зависимости от поставленной задачи и выполнить требуемые операции

*Владеть:*

ПК-4.2/Нв1 Владеть навыками выполнения требуемых операции на высокотехнологическом оборудовании в соответствии с установленными требованиями.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.03.01 «Электрохимические методы анализа» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 8.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.В.15 Биофармацевтические препараты;

Б1.О.20 Введение в фармакопейный анализ;

Б1.В.17 Физические методы исследования строения органических соединений;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б3.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы;

Б1.В.ДВ.03.02 Пробоподготовка в химическом анализе;

Б2.В.02(Пд) производственная практика (преддипломная практика);

Б1.В.17 Физические методы исследования строения органических соединений;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Консультации в период теоретического обучения (часы)	Контактные часы на аттестацию в период обучения (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа студента (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Восьмой семестр	72	2	44	10	4	30	28	Зачет
Всего	72	2	44	10	4	30	28	

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела, темы	Всего	Консультации в период теоретического обучения	Контактные часы на аттестацию в период обучения	Практические занятия	Самостоятельная работа студента	Планируемые результаты обучения, соотносенные с результатами освоения программы
<b>Раздел 1. Электрохимические методы анализа</b>	<b>72</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	ПК-4.2
Тема 1.1. Потенциометрический метод анализа	34	6		18	10	
Тема 1.2. Кулонометрический метод анализа	17	2		6	9	
Тема 1.3. Вольтамперометрический метод анализа	21	2	4	6	9	
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	

#### 4.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

## Раздел 1. Электрохимические методы анализа

### Тема 1.1. Потенциометрический метод анализа

Электродный потенциал.

Схема установки для потенциометрических измерений. Прямая потенциометрии. Потенциометрическое титрование.

Потенциометрическое определение физико-химических свойств веществ. Практическое применение.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Круглый стол
Тест

### Тема 1.2. Кулонометрический метод анализа

Кулонометрия при постоянной силе тока (гальваностатическая), при постоянном потенциале (потенциостатическая). Кулонометрическое титрование.

Практическое применение.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Круглый стол

### Тема 1.3. Вольтамперометрический метод анализа

Схема полярографической установки. Прямая полярография. Амперометрическое титрование. Практическое применение.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Круглый стол

## 4.3. Содержание занятий семинарского типа.

### Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (10 ч.)

#### Раздел 1. Электрохимические методы анализа (10 ч.)

##### Тема 1.1. Потенциометрический метод анализа (6 ч.)

1. Электрохимическая ячейка. ЭДС электрохимической ячейки. Водородный электрод. Измерительные электроды. Электроды сравнения. Требования к ним. - 2 часа

2. Классификация электродов, возможности их аналитического применения.

Мембранные электроды и принципы их функционирования. Классификация мембранных электродов, возможности их аналитического применения. Электродная функция, область ее линейности. Понятие селективности. Коэффициент селективности и его определение. - 2 часа

3. Прямая и косвенная потенциометрия. Типы кривых титрования. - 2 часа

##### Тема 1.2. Кулонометрический метод анализа (2 ч.)

1. Прямая кулонометрия при постоянной силе тока (гальваностатическая) и при постоянном потенциале (потенциостатическая). Особенности применения. Преимущества и недостатки.

Кулонометрическое титрование. - 2 часа

##### Тема 1.3. Вольтамперометрический метод анализа (2 ч.)

1. Вольтамперометрия. Полярография и полярографический анализ. Ртутный капающий электрод, его преимущества и недостатки. Схема регистрации вольтамперограмм. Электрохимическая ячейка. Зависимость силы тока от разности потенциалов, приложенной к электрохимической ячейке. Уравнение Ильковича. Искажения полярограмм. Осциллографическая, импульсная, переменного-тока и инверсионная вольтамперометрии. Амперометрия и амперометрическое титрование. Электрохимическая ячейка в амперометрии. Режимы функционирования. Применение.- 2 часа

#### **4.4. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Контактные часы на аттестацию в период обучения (4 ч.)**

**Раздел 1. Электрохимические методы анализа (4 ч.)**

Тема 1.1. Потенциометрический метод анализа

Тема 1.2. Кулонометрический метод анализа

Тема 1.3. Вольтамперометрический метод анализа (4 ч.)

#### **4.5. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Практические занятия (30 ч.)**

**Раздел 1. Электрохимические методы анализа (30 ч.)**

Тема 1.1. Потенциометрический метод анализа (18 ч.)

1. Вид электродных функций различных электродов. Основные параметры ИСЭ. Их расчет по результатам эксперимента. 2. Основные аналитические следствия: предел обнаружения, селективность определения. Составление гальванического элемента для определения конкретных ионов.

3. Решение ситуационных задач на определение содержания БАВ в водных растворах потенциометрическим методом.

Тема 1.2. Кулонометрический метод анализа (6 ч.)

1. Расчет содержания аналитов по результатам эксперимента в методах прямой гальваностатической и потенциостатической кулонометрии. Оценка основных аналитических параметров метода: предела обнаружения, селективности определения.

Решение ситуационных задач на определение содержания наиболее значимых БАВ прямым кулонометрическим методом. Кулонометрическое титрование. Решение ситуационных задач на определение содержания наиболее значимых БАВ методом кулонометрического титрования.

Тема 1.3. Вольтамперометрический метод анализа (6 ч.)

1. Основные типы электродов в вольтамперометрии. Конструкция ртутного капающего электрода. Вольтамперная кривая и ее аналитические характеристики. Решение задач на определение аналитов по параметрам данной вольтамперной кривой. Аналитическое применение уравнения Ильковича.

Аналитические расчеты по результатам прямого амперометрического эксперимента и амперометрического титрования.

#### **4.6. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

**Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (28 ч.)**

**Раздел 1. Электрохимические методы анализа (28 ч.)**

Тема 1.1. Потенциометрический метод анализа (10 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний:

- подготовку к круглому столу по теме: "Потенциометрические методы анализа",

- подготовка к тесту.

#### Тема 1.2. Кулонометрический метод анализа (9 ч.)

Подготовка к круглому столу по теме: Кулонометрический метод анализа.

Подготовка к промежуточной аттестации.

#### Тема 1.3. Вольтамперометрический метод анализа (9 ч.)

Подготовка к круглому столу по теме: Вольтамперометрический метод анализа.

Подготовка к промежуточной аттестации.

## 5. Порядок проведения промежуточной аттестации

*Промежуточная аттестация: Зачет, Восьмой семестр.*

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета. Зачет проводится в форме оценки портфолио.

Порядок проведения зачета:

1. Зачет проводится в период теоретического обучения. Не допускается проведение зачета на последних аудиторных занятиях.

2. Преподаватель принимает зачет только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки или при условии прохождения студентом идентификации в установленном порядке.

3. Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в ведомость и зачетную книжку студента. Положительная оценка заносится в ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в ведомости. В случае неявки студента для сдачи зачета в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

4. Зачет выставляется на основании представленного реферата. В рамках проведения зачета преподаватель оценивает портфолио студента в категориях «зачтено - не зачтено».

В рамках промежуточной аттестации оценка «зачтено» выставляется, если портфолио соответствуют требованиям к структуре, содержанию и оформлению.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции, обучающемуся выставляется оценка «не зачтено». Оценка «зачтено» означает успешное прохождение промежуточной аттестации.

## 6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная литература*

1. Микилева, Г. Н. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа: учебное пособие / Г. Н. Микилева, Г. Г. Мельченко, Н. В. Юнникова. - Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа - Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010. - 184 с. - 2227-8397. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/14357.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

2. Харитонов Ю. Я. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс]: , 2008. - 558, [1] с.

3. Алесковский В. Б., Бардин В. В., Бойчинова Е. С., Булатов М. И., Калинин И. П., Кедринский И.-М. А., Мосичев В. И., Николаев Г. И. Физико-химические методы анализа: практическое руководство [Электронный ресурс]: Для высшей школы - Л.: Химия, 1988. - 372 с.

#### *Дополнительная литература*

1. Скорик Ю. А., Дмитриева Е. С. Потенциометрические методы анализа [Электронный ресурс]: - Санкт-Петербург: Изд-во СПХФА, 2010. - 56 с.

2. Карасева, Н. А. Электрохимические методы анализа: учебное пособие / Н. А. Карасева, О. В. Фарафонова, - Электрохимические методы анализа - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. - 69 с. - 978-5-88247-966-3. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/99158.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

## **6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

### *Профессиональные базы данных*

1. <https://www.gost.ru/> - Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации

### *Ресурсы «Интернет»*

1. <http://www.studentlibrary.ru> - ЭБС «Консультант студента» : / ООО «Политехресурс». – Москва

2. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа», гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов]

## **6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Программное обеспечение для адаптации образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья:

Программа экранного доступа Nvda - программа экранного доступа к системным и офисным приложениям, включая web-браузеры, почтовые клиенты, Интернет-мессенджеры и офисные пакеты. Встроенная поддержка речевого вывода на более чем 80 языках. Поддержка большого числа брайлевских дисплеев, включая возможность автоматического обнаружения многих из них, а также поддержка брайлевского ввода для дисплеев с брайлевской клавиатурой. Чтение элементов управления и текста при использовании жестов сенсорного экрана.

### *Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

1. Эльфоран;

### *Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

## **6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**



Для обеспечения реализации дисциплины используется оборудование общего назначения, специализированное оборудование, оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по списку.

Оборудование общего назначения:

Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) - для проведения лекционных и семинарских занятий.

Компьютерный класс (с выходом в Internet) - для организации самостоятельной работы обучающихся.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (место размещения - учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)):

Устройство портативное для увеличения DION OPTIC VISION - предназначено для обучающихся с нарушением зрения с целью увеличения текста и подбора контрастных схем изображения;

Электронный ручной видеоувеличитель Bigger D2.5-43 TV - предназначено для обучающихся с нарушением зрения для увеличения и чтения плоскочечатного текста;

Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-6-1 (заушный индиктор) - портативная звуковая FM-система для обучающихся с нарушением слуха, улучшающая восприятие голосовой информации.

учебно-лабораторные помещения

"Ноутбук 15,6"" ASUS" - 1 шт.

"рН- метр-иономер ""Эксперт-001-3.0.1"" в комплекте" - 1 шт.

Иономер И-160 МИ - 1 шт.

Иономер лабораторный И-160 - 1 шт.

Иономер И-130 - 1 шт.

Компьютер (MidiTower Codegen Q3341-A1/Asus H81M-C/Intek Pentium - 1 шт.

Компьютер AMD Athlon II - 1 шт.

Компьютер SUPERWAVE - 1 шт.

Потенциостат IPC-Compact - 1 шт.

## **7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)**

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа. По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации.

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2458>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2458>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2458>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2458>

Учебно-методическое обеспечение:

Никоноров В.В. Электрохимические методы анализа: электронный учебно-методический комплекс / В.В. Никоноров; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2018.

– Текст электронный // ЭИОС СПХФУ : [сайт]. – URL: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2458>. — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

## ***Методические указания по формам работы***

### *Консультации в период теоретического обучения*

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины.

### *Практические занятия*

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: круглый стол. Текущий контроль знаний осуществляется на практических занятиях и проводится в форме:

#### **Круглого стола**

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола.

#### **Тест**

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий