

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А.БУНИНА



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОП. 13 Хроматографические методы анализа**

**по специальности 18.02.01 Аналитический контроль качества химических  
соединений**

**Базовая**

**Форма обучения: очная**

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 18.02.01 «Аналитический контроль качества химических соединений», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «22» апреля 2014 г. № 382.

Дисциплина ОП. 13 «Хроматографические методы анализа» в структуре ППССЗ СПО входит в перечень общепрофессиональных дисциплин профессионального цикла подготовки техника по направлению 18.02.01 «Аналитический контроль качества химических соединений».

Рабочая программа разработана на кафедре химии и биологии

Зав. кафедрой: Т.Ю. Петрищева

Разработчик рабочей программы:

Кандидат с.-х. наук, доцент, Захаров В.Л.

Рецензент: к.п.н., доцент Моргачева Н.В.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

- 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

# **1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **Хроматографические методы анализа**

### **1.1. Область применения программы**

Рабочая программа учебной дисциплины является частью образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 18.02.01 Аналитический контроль качества химических соединений, входящим в состав укрупнённой группы профессий «18.00.00. Химические технологии». Направление подготовки – Аналитический контроль качества химических соединений.

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании и профессиональной подготовке специалистов среднего звена входящих в укрупнённую группу специальностей «Химические технологии» при наличии основного общего образования, а также среднего (полного) общего образования. Опыт работы не требуется.

**1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:** дисциплина ОП 13 «Хроматографические методы анализа» входит в профессиональный цикл, является общепрофессиональной и направлена на формирование: профессиональных компетенций (ПК 2.1 и ПК 2.2).

### **1.3. Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения содержания дисциплины**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### **уметь:**

- отбирать пробы с разных веществ и материалов;
- обслуживать и эксплуатировать оборудование химико-аналитических лабораторий;
- проводить пробоподготовку хроматографических анализов;
- подбирать методику для разных материалов, объектов, веществ;
- подготавливать реагенты и материалы, необходимые для проведения анализа;

#### **знать:**

- основы хроматографического анализа;
- лабораторную посуду и приборы, необходимые для хроматографического анализа;
- метрологическую обработку результатов анализа.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС СПО и ОПОП СПО по данной специальности:

ПК 2.1 Обслуживать и эксплуатировать оборудование химико-аналитических лабораторий.

ПК 2.2 Подготавливать реагенты и материалы, необходимые для проведения анализа.

### **1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины: максимальной учебной нагрузки обучающегося 48 часов, в**

том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 32 часа; самостоятельной работы обучающегося 16 часов.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| <i>Вид учебной работы</i>                                   | <i>Объем часов</i> |
|---|--------------------|
| <b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>                | <b>48</b>          |
| <b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>     | <b>32</b>          |
| в том числе:  |                    |
| лекционные занятия  | <b>16</b>          |
| лабораторные занятия  | <b>16</b>          |
| практические занятия  | -                  |
| контрольные работы  | -                  |
| курсовая работа (проект)                                    | -                  |
| <b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>          | <b>16</b>          |
| в том числе:  |                    |
| самостоятельная работа над курсовой работой (проектом)      | -                  |
|   |                    |
| Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачёта |                    |

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины анатомия сельскохозяйственных животных

| Наименование разделов и тем   | Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работ (проект)  |   | Объем часов | Уровень освоения |
|---|---|---|-------------|------------------|
| 1   | 2   |   | 3           | 4                |
| Раздел 1. Введение. Основные понятия и характеристики   |   |   |             |                  |
| Тема 1.1. Введение. Основные понятия и классификации  | Содержание учебного материала   |   |             |                  |
|   | 1   | Сущность хроматографического метода анализа. История его возникновения и развития. Современное состояние метода, области применения, значение среди других аналитических методов. Классификация хроматографических методов по режиму хроматографирования, агрегатному состоянию фаз, механизму взаимодействия сорбат-сорбент, применяемой технике, способу относительного перемещения фаз. Значение разделения и концентрирования с неселективным и селективным детектированием в гибридных методах анализа для улучшения метрологических характеристик анализа и информативности аналитических данных. | 2           | 1                |
|   | Лабораторные работы   |   |             |                  |
|   | 1   |   | -           | -                |
|   | Практические занятия  |   | -           | -                |
|   | 1   |   |             |                  |
|   | Контрольные работы  |   | -           | -                |
|   | 1   |   |             |                  |
|   | Самостоятельная работа обучающихся  |   |             |                  |
| 1<br>2  | Систематическая проработка конспектов занятий, Проработка учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем). | 2   | 3           |                  |
| Тема 1.2. Основные характеристики хроматографического процесса и параметры хроматограмм. Теории хроматографиче- | Содержание учебного материала   |   |             |                  |
|   | 1   | Параметры, объём и время удерживания. Мёртвое время. Абсолютные и исправленные величины удерживания. Коэффициент распределения, ёмкости, распределения, удерживания и его физический смысл. Основное уравнение хроматографирования. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Степень разделения (разрешение). Подходы к описанию хроматографического процесса и модели его описания. Теория равновесной хроматографии. Связь скорости перемещения вещества вдоль слоя неподвижной фазы с коэффициентом распределения и изотермой сорбции. Профиль хро-                             | 2           | 1                |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| ских процессов.<br>Качественный и количественный анализ в хроматографии |   | матографического пика в зависимости от вида изотермы сорбции. Причины размывания хроматографической зоны. Кинетические теории хроматографии. Принципиальная схема хроматографа. Выбор условий хроматографического определения.  |   |   |
|   | <b>Лабораторные работы</b>                |   |   |   |
|   | 1   | Подходы к идентификации веществ: использование индексов удерживания, стандартной добавки и свидетеля, графических методов, спектральных и химических методов. Измерение высот и площадей пиков. Графическое, автоматическое измерение и расчёт площади пиков разного вида. Методы количественного анализа: внутренней нормализации, абсолютной градуировки, внутреннего стандарта, метод добавок. Достоинства и недостатки методов, границы их применения. Источники ошибок, воспроизводимость результатов измерений. | 2 | 2 |
|   | <b>Практические занятия</b>               |   | - | - |
|   | 1   |   |   |   |
|   | <b>Контрольные работы</b>                 |   | - | - |
|   | 1   |   |   |   |
|   | <b>Самостоятельная работа обучающихся</b> |   |   |   |
|   | 1<br>2                                    | Систематическая проработка конспектов занятий,<br>Проработка учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем).  | 2 | 3 |
| <b>Раздел 2. Виды хроматографии</b>                                     |   |   |   |   |
| Тема 2.1. Газовая хроматография   | <b>Содержание учебного материала</b>      |   |   |   |
|   | 1   | Аппаратура для газовой хроматографии  | 2 | 1 |
|   | 2   | Газово-адсорбционная хроматография  |   |   |
|   | 3   | Газо-жидкостная хроматография   |   |   |
|   | <b>Лабораторные работы</b>                |   |   |   |
|   | 1   | Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография   | 4 | 2 |
|   | 2   | Качественный и количественный газохроматографический анализ   |   |   |
|   | 3   | Реакционная газовая хроматография   |   |   |
|   | <b>Практические занятия</b>               |   | - | - |
|   | 1   |   |   |   |
|   | <b>Контрольные работы</b>                 |   | - | - |
|   | 1   |   |   |   |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | <b>Самостоятельная работа обучающихся</b> |   |   |   |
|  | 1   | Систематическая проработка конспектов занятий,  | 2 | 3 |
|  | 2   | Проработка учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем).  |   |   |
| <b>Тема 2.2. Жидкостная хроматография</b>                | <b>Содержание учебного материала</b>      |   |   |   |
|  | 1   | Методы и аппаратные особенности жидкостной хроматографии  | 4 | 1 |
|  | 2   | Адсорбционная (жидкостно-твёрдофазовая) хроматография   |   |   |
|  | 3   | Ионообменная хроматография  |   |   |
|  | 4   | Ионная хроматография  |   |   |
|  | 5   | Эксклюзионная хроматография (гель-хроматография)  |   |   |
|  | <b>Лабораторные работы</b>                |   |   |   |
|  | 1   | Жидкостно-жидкостная (распределительная) хроматография  | 4 | 2 |
|  | 2   | Планарные хроматографические методы   |   |   |
|  | <b>Практические занятия</b>               |   | - | - |
|  | 1   |   |   |   |
|  | <b>Контрольные работы</b>                 |   | - | - |
|  | 1   |   |   |   |
| <b>Тема 2.3. Сверхкритическая флюидная хроматография</b> | <b>Содержание учебного материала</b>      |   |   |   |
|  | 1   | Сущность метода. Флюид как элюент, его основные свойства (плотность, вязкость, коэффициент диффузии), достоинства и недостатки. Вещества, применяемые в качестве подвижной фазы. Особенности проведения процесса и требования к аппаратному оформлению. | 2 | 1 |
|  | <b>Лабораторные работы</b>                |   |   |   |
|  | 1   | Колонки и детекторы, применяемые в СФХ. Примеры практического применения для аналитических целей, сравнение с газовой хроматографией и ВЭЖХ.  | 2 | 2 |
|  | <b>Практические занятия</b>               |   | - | - |
|  | 1   |   |   |   |
|  | <b>Контрольные работы</b>                 |   | - | - |



|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | 1   |   |   |   |
|  | <b>Самостоятельная работа обучающихся</b> |   |   |   |
|  | 1<br>2                                    | Систематическая проработка конспектов занятий,<br>Проработка учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем).  | 2 | 3 |
| <b>Тема 2.4.</b> Капиллярный электрофорез                                      | <b>Содержание учебного материала</b>      |   |   |   |
|  | 1   | Несорбционные хроматографические методы. Основные принципы вариантов электро-сепарационных методов (капиллярный зонный электрофорез, капиллярный изотахофорез, капиллярный гель-электрофорез, капиллярное изоэлектрофокусирование, мицеллярная электрокинетическая хроматография и капиллярная электрохроматография). Физико-химические основы методов. Электроосмотический поток. Факторы, влияющие на направление и скорость потока. Электрофоретическая подвижность ионов и влияющие на неё факторы. | 2 | 1 |
|  | <b>Лабораторные работы</b>                |   |   |   |
|  | 1   | Аппаратура для капиллярного электрофореза. Детекторы. Области применения электро-сепарационных методов. Сравнение их с ВЭЖХ.  | 2 | 2 |
|  | <b>Практические занятия</b>               |   |   | - |
|  | 1   |   |   |   |
|  | <b>Контрольные работы</b>                 |   |   | - |
|  | 1   |   |   |   |
|  | <b>Самостоятельная работа обучающихся</b> |   |   |   |
|  | 1<br>2                                    | Систематическая проработка конспектов занятий,<br>Проработка учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем).  | 3 | 3 |
| <b>Тема 2.5.</b> Спектроскопическое детектирование в гибридных методах анализа | <b>Содержание учебного материала</b>      |   |   |   |
|  | 1   | Задачи, решаемые при сочетании хроматографического разделения с методами спектроскопического определения и идентификации веществ в режиме «on-line». Системы, используемые в аналитической практике и разрабатываемые, их достоинства и недостатки. Гибридные (комбинированные) методы в эколого-аналитическом контроле.  | 2 | 1 |
|  | <b>Лабораторные работы</b>                |   |   |   |
|  | 1   | Хромато-масс-спектрометрия. Газовая хроматография с инфракрасным детектированием.   | 2 | 2 |

|   |   |  |    |   |
|---|---|--|----|---|
|   | <b>Практические занятия</b>               |  |    | - |
|   | 1   |  |    |   |
|   | <b>Контрольные работы</b>                 |  |    | - |
|   | 1   |  |    |   |
|   | <b>Самостоятельная работа обучающихся</b> |  |    |   |
|   | 1   | Систематическая проработка конспектов занятий,   | 3  | 3 |
|   | 2   | Проработка учебной и специальной технической литературы (по вопросам к параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем). |    |   |
| Аудиторная работа обучающихся над курсовой работой      |   |  | -  | - |
| Самостоятельная работа обучающихся над курсовой работой |   |  | -  | - |
| <b>Всего:</b>   |   |  | 48 |   |

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии:

- использование активных и интерактивных форм проведения занятий (деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования необходимых компетенций у обучающихся;
- изучение нового учебного материала: лекция с демонстрацией презентации, учебным фильмом, групповой дискуссией; лабораторная работа в виде учебного исследования и виртуальной лаборатории; контрольно-обобщающий урок в виде коллоквиума;
- внеаудиторная самостоятельная работа студентов: подготовка к лабораторным работам; подготовка и оформление заданий, схем, таблиц; подготовка к текущему контролю знаний по разделам дисциплины.

В учебном процессе используются следующие интерактивные образовательные технологии:

| Семестр | Вид занятия<br>(Л, ПР, ЛР) | Тема занятия   | Количество часов |
|---------|----------------------------|--|------------------|
| 6       | Л                          | Введение. Основные понятия и классификации (проблемная лекция) | 2                |
| 6       | Л                          | Газовая хроматография (презентация)                            | 2                |
| 6       | Л                          | Жидкостная хроматография (дискуссия)                           | 2                |

Реализация программы дисциплины требует наличия **учебного кабинета «химии» лаборатории «химии»**.

**Оборудование учебного кабинета:** рабочие места по количеству обучающихся; - рабочее место преподавателя; комплект учебно-методической документации; наглядные пособия: демонстрационные плакаты, раздаточный материал; видеотека по курсу.

Технические средства обучения: интерактивная доска с лицензионным программным обеспечением и мультимедиапроектором; компьютер.

**Оборудование лаборатории:** стенды, центрифуга, водяная баня, весы, вытяжной шкаф, лабораторная посуда, холодильник, стол с оборудованием для титрования, термометры.

### 3.4. Информационное обеспечение обучения.

#### Основные источники:

1. Хроматографические методы анализа: учебное пособие. Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. – 59 с. [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=484984](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=484984) (дата обращения 01.09.2020)

#### Дополнительные источники:

1. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ / Под ред. Н.Л. Москвина. СПб: Лань, 2019. – 584 с.

2. Аналитическая химия. Химический анализ: учебник / И.Г. Зенкевич, С.С. Ермаков, Л.А. Карцова [и др.]; под ред Л.Н. Москвина. – СПб: Лань, 2019. – 444 с.

3. Вершинин В.И., Перцев Н.В. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента: учеб. пособ. – 4-е изд., стер. – СПб: Лань, 2019. – 236 с.

4. Карпов А.Б., Кондратенко А.Д., Козлов А.М. Современные методы анализа газов и газоконденсатов. Лабораторный практикум: учеб.пособ. СПб: Лань, 2018. – 120 с.

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://www.biblioclub.ru> (электронно-библиотечная система (ЭБС))
2. <http://uisrussia.msu.ru> (университетская информационная система Россия)
3. [www.comrexdoc.ru](http://www.comrexdoc.ru) (нормативно-технические документы)

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения теоретических занятий, лабораторных работ и выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

| Результаты обучения по учебной дисциплине   | Формируемые компетенции                         | Оценочные средства по дисциплине  |
|---|---|---|
| <b>Знать:</b><br>- основы хроматографического анализа;<br>- лабораторную посуду и приборы, необходимые для хроматографического анализа;<br>- метрологическую обработку результатов анализа.<br><b>Уметь:</b><br>- отбирать пробы с разных веществ и материалов;<br>- обслуживать и эксплуатиро- | Профессиональные компетенции:<br>ПК 2.1, ПК 2.2 | Вопросы для теоретического занятия, вопросы для лабораторной работы, вопросы для дифференцированного зачета |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>вать оборудование химико-аналитических лабораторий;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить пробоподготовку хроматографических анализов;</li> <li>- подбирать методику для разных материалов, объектов, веществ;</li> <li>- подготавливать реагенты и материалы, необходимые для проведения анализа;</li> </ul> <p><b>Иметь практический опыт</b> проведения пробоподготовки и анализов</p> |  |  |
|---|--|--|