

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

« 25 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**Инструментальные методы анализа объектов химической технологии**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль)

**Технология неорганических, органических соединений  
и переработки полимеров**

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

Разработчик \_\_\_\_\_  
(подпись)

23.05.2023 г.  
(дата)

Губин А.С.  
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ТОСППитБ  
(наименование кафедры, являющейся ответственной за данное направление подготовки, профиль)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

23.05.23  
(дата)

Карманова О.В.  
(Ф.И.О.)

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Инструментальные методы анализа объектов химической технологии» является формирование профессиональных компетенций, ориентированных на овладение современными методами инструментального анализа продукции различных отраслей химической технологии.

Задачи дисциплины заключаются в подготовке обучающихся к решению следующих профессиональных задач:

- входной контроль сырья и материалов;
- контроль качества выпускаемой продукции с использованием типовых методов;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ их результатов;
- выполнение работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;
- участие в разработке проектной и рабочей технической документации.

**Объектами профессиональной деятельности выпускников**, освоивших программы бакалавриата являются:

- химические вещества и сырьевые материалы для промышленного производства химической продукции;
- методы и приборы определения состава и свойств веществ и материалов;
- оборудование, технологические процессы и промышленные системы получения веществ, материалов, изделий, а также методы и средства диагностики и контроля технического состояния технологического оборудования, средства автоматизации и управления технологическими процессами, методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от влияния промышленного производства.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции   | В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен :   |  |   |
|-------|-----------------|--|---|--|---|
|       |                 |  | знать   | уметь  | владеть   |
| 1     | ПК-3            | готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности | теоретические основы инструментальных методов анализа, используемых в научных и производственных целях; | проводить подбор различных методов анализа для качественного и количественного анализа веществ и материалов различной природы        | алгоритмами и схемами работы аналитического оборудования                |
| 2     | ПК-10           | способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа   | принципы качественного и количественного анализа продукции, сырья и материалов                          | применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химических | способами пробоподготовки, статистической обработкой результата анализа |

|   |       |   |  |  |   |
|---|-------|---|--|--|---|
|   |       |   |  | аналитических задач  |   |
| 3 | ПК-16 | способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | метрологические характеристики методов анализа | применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач | обработкой полученных результатов с использованием современных средств и пакетов прикладных компьютерных программ |
| 4 | ПК-17 | готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов  | метрологические характеристики методов анализа | использовать нормативные документы при проведении анализа  | техникой безопасности при проведении лабораторного анализа  |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к блоку 1ОП, вариативной части и базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении дисциплин: Метрология и стандартизация, *Основы синтеза ВМС*.

Дисциплина является предшествующей для освоения ВКР.

### 4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

| Виды учебной работы  | Всего часов акад.<br>(6 семестр) |
|--|----------------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины  | 108                              |
| <b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>   | <b>55</b>                        |
| Лекции   | 18                               |
| в том числе в форме практической подготовки  | 0                                |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)  | 36                               |
| в том числе в форме практической подготовки  | 36                               |
| Текущие консультации по дисциплине   | 0,9                              |
| Вид аттестации: зачет  | <b>0,1</b>                       |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>53</b>                        |
| Проработка конспекта лекций (подготовка к тестированию, выполнению кейс-задач)                     | 18                               |
| Подготовка расчетно-практической работы  | 5                                |
| Проработка разделов учебников и учебных пособий (подготовка к тестированию, выполнению кейс-задач) | 20                               |
| Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование)   | 10                               |

**5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

## 5.1 Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                     | Содержание раздела   | Трудоемкость, акад. часы |
|-------|---|--|--------------------------|
| 1     | Общая характеристика инструментальных методов анализа               | Общая характеристика инструментальных методов анализа (ИМА). Анализ сырья и материалов. Основные источники погрешностей результатов анализа и способы их оценки. Стандартные образцы состава. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения, предел определения, коэффициент чувствительности, границы диапазонов определяемых содержаний, селективность, прецизионность, правильность, экспрессность. Методы пробоотбора, разделения и концентрирования веществ. Методология ИМА. Приемы количественных измерений (метод градуировочной зависимости, внешнего и внутреннего стандарта, метод добавок). Понятие об аттестованной методике. Нормативные документы в области качества продукции. Сертификационные испытания материалов. | 38                       |
| 2     | Современные инструментальные методы анализа в химической технологии | Качественный и количественный анализ. УФ-спектрометрия: основы метода, пробоподготовка, качественный и количественный анализ, применение в анализе сырья. ИК-спектроскопия: применение в анализе и правила расшифровки ИК-спектров. Масс-спектрометрия. Спектроскопия ПМР и ЯМР. Рефрактометрия: анализ качества сырья и продуктов химической технологии. Рентгеноструктурный анализ (XRD). Хроматографические методы анализа в химической технологии. Хроматография в тонком слое. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Газовая хроматография. Эксклюзионная хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. Капиллярный электрофорез.   | 69                       |
| 3     | Консультации текущие  |  | 0,9                      |
| 4     | Зачет   |  | 0,1                      |

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                     | Лекции, акад. часы | ЛР, акад. часы | СРО, акад. часы |
|-------|---|--------------------|----------------|-----------------|
| 1     | Общая характеристика инструментальных методов анализа               | 9                  | 4              | 25              |
| 2     | Современные инструментальные методы анализа в химической технологии | 9                  | 32             | 28              |

### 5.2.1 Лекции

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                       | Тематика лекционных занятий   | Трудоемкость, акад. часы |
|-------|---|---|--------------------------|
| 1     | Общая характеристика инструментальных методов анализа | Общая характеристика инструментальных методов анализа (ИМА). Основные источники погрешностей результатов анализа и способы их оценки. Стандартные образцы состава. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел | 9                        |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   |   | обнаружения, предел определения, коэффициент чувствительности, границы диапазонов определяемых содержаний, селективность, прецизионность, правильность, экспрессность. Методы пробоотбора, разделения и концентрирования веществ. Методология ИМА. Приемы количественных измерений (метод градуировочной зависимости, внешнего и внутреннего стандарта, метод добавок). Понятие об аттестованной методике.  |   |
| 2 | Современные инструментальные методы анализа в химической технологии | Качественный и количественный анализ. УФ-спектрометрия: основы метода, пробоподготовка, качественный и количественный анализ, применение в анализе сырья. ИК-спектроскопия: применение в анализе и правила расшифровки ИК-спектров. Масс-спектрометрия. Спектроскопия ПМР и ЯМР. Рефрактометрия: анализ качества сырья и продуктов химической технологии. Рентгеноструктурный анализ (XRD). Хроматографические методы анализа. Хроматография в тонком слое. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Газовая хроматография. Эксклюзионная хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. Капиллярный электрофорез | 9 |

### 5.2.2 Практические занятия не предусмотрены.

### 5.2.3 Лабораторные работы

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                     | Тематика лабораторных занятий  | Трудоемкость, акад. часы |
|-------|---|--|--------------------------|
| 1     | Общая характеристика инструментальных методов анализа               | Статистическая обработка результатов анализа.                                  | 4                        |
| 2     | Современные инструментальные методы анализа в химической технологии | Основные принципы расшифровки масс-спектров                                    | 4                        |
|       |   | Правила расшифровки ИК-спектров  | 4                        |
|       |   | Устройство и принцип работы ИК-Фурье спектрометра                              | 4                        |
|       |   | Идентификация твердых веществ и пленок методом ИК-спектроскопии                | 4                        |
|       |   | Изучение термодегradации полиэтиленовых пленок.                                | 4                        |
|       |   | Идентификация фрагментов стирола, 1,2- и 1,4-звеньев методом ИК-спектроскопии. | 4                        |
|       |   | Применение капиллярного электрофореза в техническом анализе                    | 4                        |
|       |   | Применение ТСХ в техническом анализе   | 4                        |

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                       | Вид СРО  | Трудоемкость, акад. часы |
|-------|---|--|--------------------------|
| 1     | Общая характеристика инструментальных методов анализа | Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование)                   | 5                        |
|       |   | Проработка конспекта лекций (подготовка к тестированию, выполнению кейс- | 10                       |

|   |   |  |    |
|---|---|--|----|
|   |   | задач)   |    |
|   |   | Проработка разделов учебников и учебных пособий (подготовка к тестированию, выполнению кейс-задач) | 10 |
| 2 | Современные инструментальные методы анализа в химической технологии | Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование)   | 5  |
|   |   | Проработка конспекта лекций (подготовка к тестированию, выполнению кейс-задач)                     | 8  |
|   |   | Проработка разделов учебников и учебных пособий (подготовка к тестированию, выполнению кейс-задач) | 10 |
|   |   | Подготовка РПР   | 5  |

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Гриненк, Е. В. Инструментальные методы анализа органических соединений. Масс-спектрометрия : учебное пособие / Е. В. Гриненк, А. В. Васильев. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2017. — 60 с. — ISBN 978-5-9239-0987-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99822>
2. Практическое руководство к лабораторным работам по физико-химическим методам анализа: хроматографические, электрохимические, спектральные. Теория и практика : учебное пособие / А. П. Нечипоренко, С. М. Орехова, Н. Е. Кондратьева, М. В. Успенская. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, [б. г.]. — Часть I — 2016. — 187 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91316>
3. Специализированный практикум по физико-химическим методам анализа: электронная и ИК-спектроскопия отражения, люминесцентная и рентгенофлуоресцентная спектроскопия, рефрактометрия, термометрия, кинетическая рН-метрия, индикаторный метод - РЦА. Теория и практика : учебно-методическое пособие / А. П. Нечипоренко, С. М. Орехова, Л. В. Плотникова, Е. Н. Глазачева. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, [б. г.]. — Часть II — 2016. — 181 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91315>

### 6.2. Дополнительная литература.

4. Серова, Е. Ю. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / Е. Ю. Серова, Б. Н. Дрикер. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. — 96 с. — ISBN 978-5-94984-730-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142573>

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Губин, А. С. Современные методы анализа сырья в химической технологии [Электронный ресурс] : методические указания к самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлениям 18.03.01 – «Химическая технология» / А. С. Губин, Н. Ю. Санникова, А. А. Кушнир ; ВГУИТ, Кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. - 10 с. - Электрон. ресурс. - <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/5226>.

## 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| Наименование ресурса сети «Интернет»                                    | Электронный адрес ресурса   |
|---|---|
| «Российское образование» - федеральный портал                           | <a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>                               |
| Научная электронная библиотека  | <a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>   |
| Национальная исследовательская компьютерная сеть России                 | <a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>                                     |
| Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                           |
| Электронная библиотека ВГУИТ  | <a href="http://biblos.vsuet.ru/megapro/web">http://biblos.vsuet.ru/megapro/web</a> |
| Сайт Министерства науки и высшего образования РФ                        | <a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>               |
| Портал открытого on-line образования                                    | <a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>                                   |
| Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»        | <a href="https://education.vsuet.ru/">https://education.vsuet.ru/</a>               |

## 6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения лабораторных работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <http://education.vsuet.ru/course/view.php?id=859>.

2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. – Режим доступа :<http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана

3. ИК-спектроскопия в анализе полимеров. Лабораторный практикум [Текст] : учебное пособие / А. С. Губин [и др.] ; ВГУИТ, Кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности. - Воронеж, 2019. - 67 с. - <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2030>. - ISBN 978-5-00032-392-2.

## 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – ОС Windows, ОС ALT Linux.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

**Ауд. 416.** Помещение (Учебная аудитория) для самостоятельной работы обучающихся. IBM-PC Pentium - 8 шт., сканер, принтер HP Laser Jet Pro P 1102RU

**Ауд. 39.** Учебно-научная лаборатория по безопасности жизнедеятельности и защите окружающей среды. Шкаф вытяжной, устройство перемешивающее ES-8300 D, сушильный шкаф – 2 шт., стол лабораторный для взвешивания, стол лабораторный двухсторонний – 2 шт., стол лабораторный односторонний, стол лабораторный с керамической выкладкой, шкаф сушильный, шкаф сушильный ES-4620, pH-метр «pH-150», pH-метр карманный – 2 шт., стенд «Щелевая взрывозащита».

**Ауд. 42.** Учебная аудитория для проведения учебных занятий. Мультимедийный проектор, экран); проектор BenQ MP-512, экран ScreenMedia MW213\*213 настенный; ПК PENTium 2048Mb/512Mb/500G/DVD+RW; усилитель мощности звука; Ноутбук Aser 2492 WLMi.

## **Читальные залы ресурсного центра**

### **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**8.1 Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины (модуля) включают:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

**8.2** Для каждого результата обучения по дисциплине (модулю) определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины в виде приложения.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

| Виды работ  | Общая трудоемкость<br>акад. часы<br>(5 курс, зимняя сессия) |
|---|---|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                          | <b>108</b>  |
| <b><i>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия</i></b>    | <b>19,8</b>   |
| - лекции  | 6   |
| - в том числе в форме практической подготовки                 | 0   |
| - лабораторные занятия  | 12  |
| - в том числе в форме практической подготовки                 | 12  |
| Рецензирование контрольной работы                             | 0,8   |
| Консультации текущие  | 0,9   |
| <b><i>Виды аттестации (зачет)</i></b>                         | <b>0,1</b>  |
| <b><i>Самостоятельная работа:</i></b>                         | <b>84,3</b>   |
| Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям | 71,1  |
| Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование)        | 4   |
| Выполнение контрольной работы                                 | 9,2   |
| Подготовка к зачету ( <b>контроль</b> )                       | 3,9   |

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ОБЪЕКТОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции  | В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен :   |  |   |
|-------|-----------------|---|---|--|---|
|       |                 |   | знать   | уметь  | владеть   |
| 1     | 2               | 3   | 4   | 5  | 6   |
| 1     | ПК-3            | готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности  | теоретические основы инструментальных методов анализа, используемых в научных и производственных целях; | проводить подбор различных методов анализа для качественного и количественного анализа веществ и материалов различной природы                        | алгоритмами и схемами работы аналитического оборудования  |
| 2     | ПК-10           | способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа  | принципы качественного и количественного анализа продукции, сырья и материалов                          | применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач | способами пробоподготовки, статистической обработкой результата анализа   |
| 3     | ПК-16           | способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | метрологические характеристики методов анализа  | применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач | обработкой полученных результатов с использованием современных средств и пакетов прикладных компьютерных программ |
| 4     | ПК-17           | готовностью проводить стан-   | метрологические характеристики  | использовать нормативные докумен-  | техникой безопасности при проведе-  |

|  |  |  |                 |                           |                           |
|--|--|--|-----------------|---------------------------|---------------------------|
|  |  | дартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов | методов анализа | ты при проведении анализа | нии лабораторного анализа |
|--|--|--|-----------------|---------------------------|---------------------------|

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

| № п/п | Разделы дисциплины  | Индекс контролируемой компетенции (или ее части) | Оценочные средства   |                                | Технология/ процедура оценивания (способ контроля) |
|-------|---|--|----------------------|--------------------------------|--|
|       |   |  | наименование         | №№ задания                     |  |
| 1     | Общая характеристика инструментальных методов анализа               | ПК-3, ПК-10                                      | <i>Тест</i>          | 1-10 (ПК-3)<br>11-21 (ПК-10)   | Бланочное тестирование                             |
|       |   |  | <i>Задача</i>        | 48-51 (ПК-3)<br>51-53 (ПК-10)  | Проверка преподавателем                            |
|       |   |  | <i>Кейс-задачи</i>   | 61-71                          | Проверка преподавателем                            |
|       |   |  | <i>Собеседование</i> | 72-100                         | Проверка преподавателем                            |
| 2     | Современные инструментальные методы анализа в химической технологии | ПК-16, ПК-17                                     | <i>Тест</i>          | 21-33 (ПК-16)<br>34-47 (ПК-17) | Бланочное тестирование                             |
|       |   |  | <i>Задача</i>        | 53-56 (ПК-17)<br>57-60 (ПК-16) | Проверка преподавателем                            |
|       |   |  | <i>Кейс-задачи</i>   | 61-71                          | Проверка преподавателем                            |
|       |   |  | <i>Собеседование</i> | 72-100                         | Проверка преподавателем                            |

## 3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и решения контрольных задач и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета).

Каждый вариант теста включает 14 контрольных заданий, из них:

- 10 контрольных заданий на проверку знаний;
- 3 контрольных заданий на проверку умений;
- 1 кейс-задание на проверку навыков;

### 3.1 Тесты (тестовые задания для коллоквиума)

|  |                          |
|--|--------------------------|
| № задания  | примеры тестовых заданий |
| <b>ПК-3 готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности</b> |                          |

1. Установите соответствие между функциональными группами и их волновыми числами

| Функциональная группа | Волновое число, см <sup>-1</sup> |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1.ОН                  | А) 700 – 1000                    |
| 2.СН                  | Б) 3200 – 3600                   |

|             |                |
|-------------|----------------|
| 3. галогены | В) 2850 – 3000 |
|-------------|----------------|

Ответ: 1 – Б, 2 – В, 3 – А.

2. В масс-спектре углеводорода появляются пики фрагментарных ионов 43, 29, 15, это соединение...

Ответ: алкан.

3. В масс-спектре углеводорода появляются пики фрагментарных ионов 41, 27, это соединение...

Ответ: алкен

4. В масс-спектре углеводорода появляются пики фрагментарных ионов 37 – 39, 50 – 52, 63 – 65, это соединение...

Ответ: ароматический углеводород (арен, производное бензола).

5. Можно ли отличить по ИК-спектру молекулу гексана от гептана?

Ответ: нет, колебания в ИК-спектрах будут одинаковые, поскольку в состав входят группы  $\text{CH}_3$  и  $\text{CH}_2$ .

6. Можно ли отличить по масс-спектру гексан от гептана?

Ответ: Да, молекулярные ионы будут разные. У гексана  $m/z = 86$ , у гептана  $m/z = 100$ .

7. В масс-спектре обнаружены пики с  $m/z = 108$  и  $110$ . Соотношение этих пиков 3 : 1. Какой элемент входит в состав соединения.

Ответ: хлор.

8. В масс-спектре обнаружены пики с  $m/z = 162$  и  $164$ . Соотношение этих пиков 1 : 1. Какой элемент входит в состав соединения.

Ответ: бром.

9. При предварительных испытаниях органического соединения его сплавляли с натрием. Полученный сплав растворили в воде и добавили раствор нитрата серебра. Выпал желтоватый осадок. Можно говорить о том, что в веществе может содержаться...

Ответ: бром.

10. Установите соответствие между веществом и способом его хроматографического определения.

| Вещество  | Вид хроматографии              |
|---|--------------------------------|
| 1. NaCl   | А) газовая хроматография       |
| 2. Аммиак   | Б) ионообменная хроматография  |
| 3. Низкомолекулярные продукты деградации полимера | В) эксклюзионная хроматография |

Ответ: 1 – Б, 2 – А, 3 – В.

| № задания | примеры тестовых заданий  |
|-----------|---|
|           | <b>ПК-10 способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа</b> |

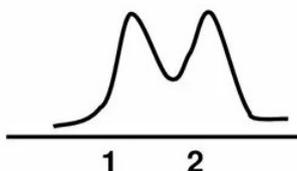
11. Имеются три вещества: фенол, гексан и уксусная кислота. Какое вещество нельзя определить с помощью электрофореза.

Ответ: гексан, поскольку он является неэлектролитом.

12. Имеются три вещества: бензол, толуол и бензойная кислота. Какое вещество можно определить с помощью электрофореза.

Ответ: Бензойную кислоту.

13. Можно ли провести качественный анализ по хроматограмме.



Ответ: можно, поскольку можно идентифицировать вещества по времени удерживания.

14. Можно ли провести качественный и количественный анализ по хроматограмме?



Ответ: Можно, оба пика хорошо разделены, можно подсчитать площадь обоих пиков.

15. Какая колонка более эффективная – с числом теоретических тарелок 3000 или 10000?

Ответ: Чем больше число теоретических тарелок – тем эффективнее колонка. Колонка с числом теоретических тарелок 10000 более эффективна.

16. После воздействия температуры на ИК-спектре полиэтилена появились пики в области  $1700 - 1750 \text{ см}^{-1}$ . О чем это свидетельствует?

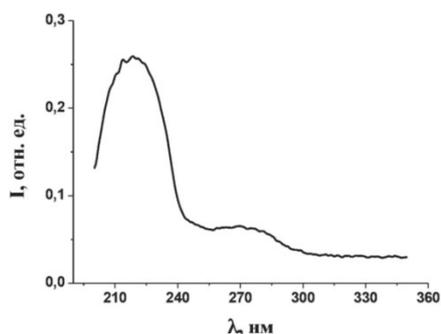
Ответ: Это свидетельствует о термодеградациии полимера. В этой области находятся колебания карбонильных, карбоксильных, лактонных и других групп, образующихся при деградации полимера.

17. Установите соответствие между веществом и его масс-спектром

| Вещество            | Ионы, m/z                 |
|---------------------|---------------------------|
| 1. Гексан           | А) 84, 69, 55, 41, 27     |
| 2. Гексен           | Б) 86, 71, 57, 43, 29, 15 |
| 3. Уксусная кислота | В) 60, 43, 29, 15         |

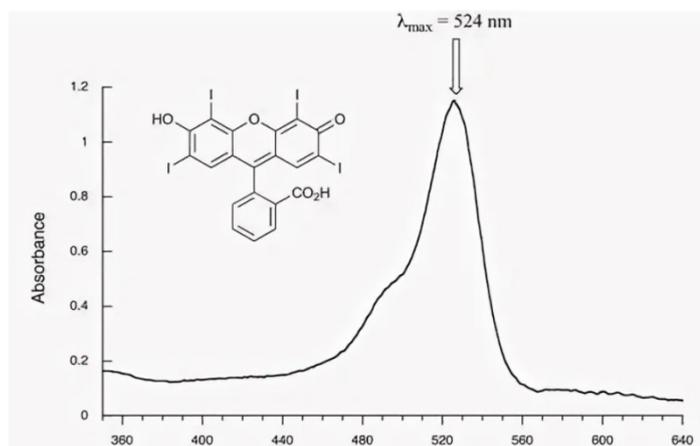
Ответ: 1 – Б, 2 – А, 3 – В.

18. На рисунке представлен спектр вещества поглощающего в.....области.



- А) видимой
- Б) ультрафиолетовой**
- В) инфракрасной
- Г) рентгеновской.

19. На рисунке представлен спектр вещества поглощающего в.....области.



наиболее интенсивный ион имеет значение  $m/z$

- А) 15
- Б) 29
- В) 43**
- Г) 27.

21. При фрагментации длинноцепочечных алкенов наиболее интенсивный ион имеет значение  $m/z$

- А) 15
- Б) 29
- В) 41**
- Г) 27.

| № задания | примеры тестовых заданий   |
|-----------|--|
|           | <b>ПК-16</b> способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования |

21. Минимальное количество вещества, которое можно определить с применением методики называется...

- А) предел обнаружения
- Б) предел определения**
- В) определяемое количество
- Г) определяемая концентрация.

22. Возможность методики анализа определять одно вещество на фоне других называется....

- А) чувствительность
- Б) селективность**
- В) результативность
- Г) предел обнаружения.

23. Хлориды калия, кальция и железа можно разделить с применением.....хроматографии.

- А) газовой
- Б) газо-жидкостной
- В) ионообменной**
- Г) эксклюзионной.

24. Полимеры с молекулярной массой 10000, 100000 и 1000000 можно разделить с применением.....хроматографии.

- А) газовой
- Б) газо-жидкостной
- В) ионообменной
- Г) эксклюзионной.**

25. Колебания СООН-групп в ИК-спектре находятся в области..... $\text{см}^{-1}$

- А) 1700 – 1750**
- Б) 100 – 200
- В) 400 – 700
- Г) 700 – 1000.

25. Колебания ОН-групп в ИК-спектре находятся в области..... $\text{см}^{-1}$

- А) 1700 – 1750
- Б) 2500
- В) 400 – 700
- Г) 3200 – 3600.**

26. Колебания СН-групп в ИК-спектре находятся в области..... $\text{см}^{-1}$

- А) 1700 – 1750
- Б) 2850 – 2975**
- В) 400 – 700
- Г) 3200 – 3600.

27. Колебания галогенов в ИК-спектре находятся в области..... $\text{см}^{-1}$

- А) 1700 – 1750

- Б) 700 – 1000**  
В) 400 – 700  
Г) 3200 – 3600.

28. Область отпечатков пальцев охватывает диапазон.....см<sup>-1</sup>  
А) 100 – 500  
**Б) 500 – 1500**  
В) 1500 – 2500  
Г) 2500 – 4000.

29. Область кратных связей охватывает диапазон.....см<sup>-1</sup>  
А) 100 – 500  
Б) 500 – 1500  
**В) 1500 – 2500**  
Г) 2500 – 4000.

30. Для качественного анализа в хроматографии используется величина...  
А) площадь пика  
**Б) время удерживания**  
В) число теоретических тарелок  
Г) разрешение пиков

31. Для количественного анализа в хроматографии используется величина...  
**А) площадь пика**  
Б) время удерживания  
В) число теоретических тарелок  
Г) разрешение пиков

32. Для оценки эффективности хроматографической системы используются величины (2 правильных ответа)...  
А) площадь пика  
Б) время удерживания  
**В) число теоретических тарелок**  
**Г) разрешение пиков**

33. В масс-спектрометрии ион с максимальным значением m/z называется...  
А) осколочным  
Б) фрагментарным  
В) характеристическим  
**Г) молекулярным**

| № задания | примеры тестовых заданий   |
|-----------|--|
|           | <b>ПК-17</b> <i>готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов</i> |

34. Химические сдвиги используются в таком методе анализа, как...  
А) газовая хроматография  
**Б) спектроскопия ЯМР**  
В) капиллярный электрофорез  
Г) спектрофотометрия.

35. Дифракционные картины веществ с кристаллической решеткой применяются в таком методе, как...  
**А) рентгенодифракционный анализ**  
Б) спектроскопия ЯМР  
В) капиллярный электрофорез  
Г) спектрофотометрия.

36. В союзе фотометрического анализа лежит закон...  
А) Ньютона  
Б) Менделеева-Клапейрона  
В) Нернста  
**Г) Ламберта-Бугера-Бера.**

37. В УФ-области максимум поглощения находится у (2 правильных ответа)...

- А) перманганата
- Б) дихромата
- В) метанола**
- Г) ацетона

38. В видимой области максимум поглощения находится у (2 правильных ответа)...

- А) перманганата**
- Б) дихромата**
- В) метанола
- Г) ацетона.

39. Тетраметилсилан используется в качестве стандарта в методе...

- А) ЯМР-спектроскопии**
- Б) ИК-спектроскопии
- В) масс-спектроскопии
- Г) УФ-спектроскопии.

40. Результаты анализа, представлены как  $0,57 \pm 0,11$ . Число после знака  $\pm$  это...

- А) погрешность определения
- Б) ошибка определения
- В) среднее значение
- Г) доверительный интервал.**

41. Толщина поглощающего слоя в методе фотоэлектроколориметрии имеет размерность...

- А) см**
- Б) нм
- В) м
- Г) мм.

42. На спектрофотометре можно проводить измерения концентраций...

- А) только неокрашенных растворов
- Б) только окрашенных растворов
- В) только суспензий и эмульсий
- Г) окрашенных и неокрашенных растворов.**

43. На фотоэлектроколориметре можно проводить измерения концентраций...

- А) только неокрашенных растворов
- Б) только окрашенных растворов**
- В) только суспензий и эмульсий
- Г) окрашенных и неокрашенных растворов.

44. Молярный коэффициент светопоглощения измеряется в...

- А)  $\text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$**
- Б) моль/л
- В) см
- Г) моль/см

45. В методе масс-спектроскопии происходит регистрация...

- А) радикалов
- Б) нейтральных молекул
- В) ионов**
- Г) электронов

46. Наиболее простой способ хроматографирования с применением пластинок, покрытых сорбентом, называют...

- А) тонкослойной хроматографией**
- Б) газовой хроматографией
- В) ионной хроматографией
- Г) жидкостной хроматографией

47. Коэффициент подвижности, равный отношению фронта, пройденного веществом к фронту, пройденному растворителем, используется для.....анализа в методе ТСХ.

А) количественного

**Б) качественного**

В) качественного и количественного

Г) структурного.

### 3.2 Задачи (задания)

| № задания  | примеры тестовых заданий |
|--|--------------------------|
| <b>ПК-3 готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности</b> |                          |

48. К 1 л дистиллированной воды было добавлено 100 г. вещества А. После проведения анализа было установлено, что его концентрация составляет 96 г/л. Чему равен показатель правильности определения?

Ответ: 96%.

49. В лаборатории имеются растворы трех веществ: сульфата калия, нитрата аммония, дихромата калия. Какое из веществ можно фотометрически определить по собственной окраске?

Ответ: Дихромат калия, окрашен в оранжевый цвет.

50. Для чего получают проводят реакцию жирных кислот со спиртами перед определением методом газовой хроматографии?

Ответ: для увеличения летучести (давления паров).

51. Какой прием применяют для поддержания постоянства температуры колонки в хроматографе?

Ответ: Ее термостатируют (применяют термостат).

| № задания   | примеры тестовых заданий |
|---|--------------------------|
| <b>ПК-10 способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа</b> |                          |

52. Какой способ выбрать для предварительного определения наличия хлора в соединении?

Ответ: Метод Лассена. Сплавление с металлическим натрием, растворение пробы и определение хлоридов с нитратом серебра.

53. В лаборатории предприятия по производству минеральных удобрений решили определить количество КСl в удобрении. Для этого соль пропустили через катионообменную смолу. В качестве титранта необходимо применить...

Ответ: В результате ионообменной реакции выделится HCl, который оттитровывают щелочью.

| № задания   | примеры тестовых заданий |
|---|--------------------------|
| <b>ПК-17 готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов</b> |                          |

54. Можно ли разделять уксусную, пропионовую и муравьиную кислоту на неполярной колонке с обращенной фазой?

Ответ: Нельзя. Метод обращенно-фазовой хроматографии применяется для разделения гидрофобных веществ, к которым карбоновые кислоты не относятся.

55. Можно ли разделять углеводороды на неполярной колонке с обращенной фазой?

Ответ: Да, можно. Неполярная колонка предназначена для разделения гидрофобных веществ.

56. Установите соответствие между реактивом для фотометрического определения и веществом

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| 1. Ионы меди (II)    | А) 4-Аминоантипирин    |
| 2. Фенол             | Б) Аммиак              |
| 3. Уксусный альдегид | В) 2,4-Дифенилгидразин |

Ответ: 1 – Б, 2 – А, 3 – В.

| № задания   | примеры тестовых заданий |
|---|--------------------------|
| <p><b>ПК-16</b> способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> |                          |

57. В заводской лаборатории имеются следующие вещества: хлорид калия, хлорид железа и хлорид меди. Какое из веществ нельзя определить фотометрическим методом?

Ответ: Хлорид калия. Для большинства соединений щелочных металлов не существует фотометрических реагентов.

58. В пробирках находится 3 вещества. Это могут быть хлороформ, гептан или пентильовый спирт. При проведении ИК-спектроскопии у вещества из первой пробирки установлен интенсивный пик  $760\text{ см}^{-1}$ , у второго вещества интенсивные пики  $2850$  и  $2925\text{ см}^{-1}$ , у третьего вещества –  $3400\text{ см}^{-1}$ .

Ответ: первое вещество – хлороформ, второе вещество – гептан, третье вещество – пентильовый спирт.

59. Универсальный детектор, используемый, как в газовой, так и в жидкостной хроматографии, проявляющий максимальную чувствительность и способный с высокой достоверностью провести идентификацию вещества называется...

Ответ: масс-спектрометрическим детектором.

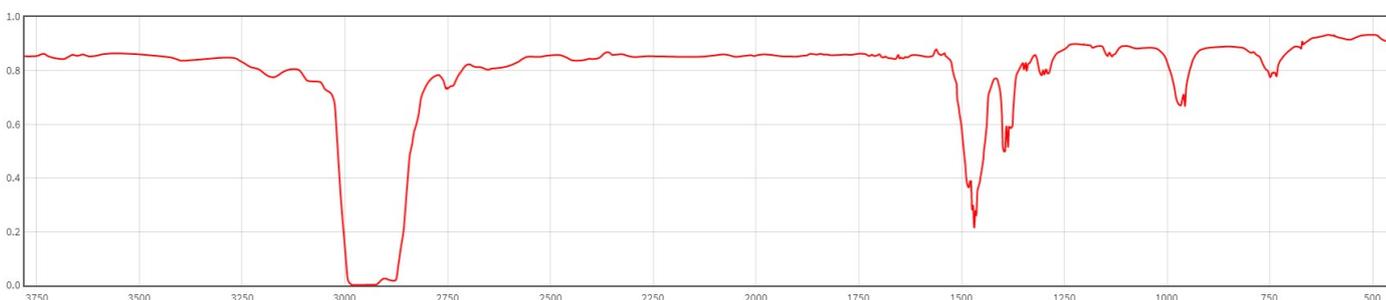
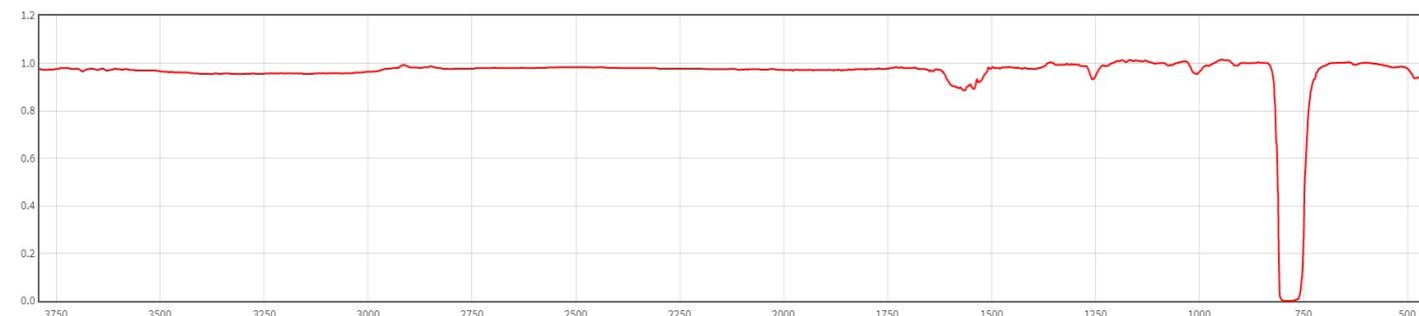
60. Наиболее универсальным и дешевым детектором в газовой хроматографии является...

Ответ: катарометр (детектор по теплопроводности).

### 3.3 Кейс-задания

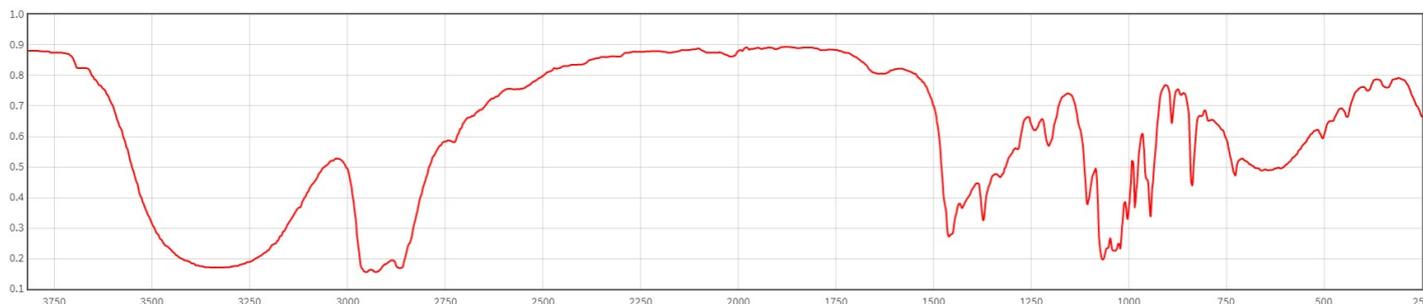
| № задания   | примеры тестовых заданий |
|---|--------------------------|
| <p><b>ПК-3</b> готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности</p>   |                          |
| <p><b>ПК-10</b> способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа</p>  |                          |
| <p><b>ПК-16</b> способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> |                          |
| <p><b>ПК-17</b> готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов</p>  |                          |

61. На рисунке представлен ИК-спектр хлорметана, дихлорметана, трихлорметана или тетрахлорметана. ИК-спектр какого соединения из четырех представлен на рисунке?



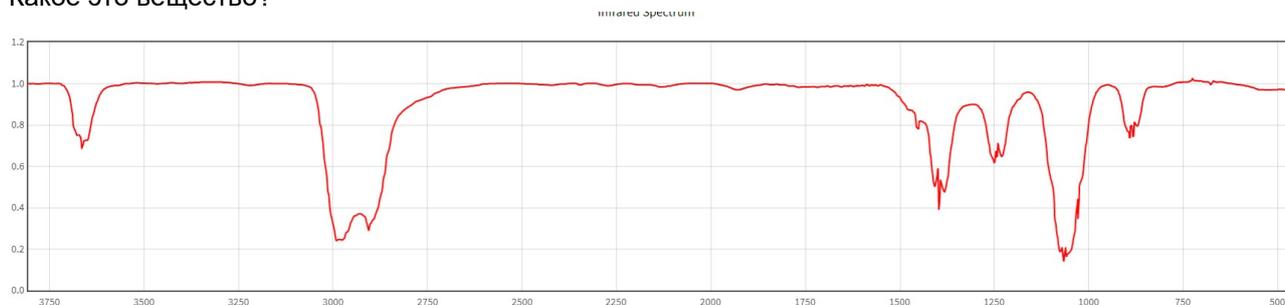
Ответ: Да, может. Есть колебания в области  $2850 - 2975 \text{ см}^{-1}$ , характерные для связей С-Н.

63. Может ли представленный ИК-спектр относиться к спиртам?



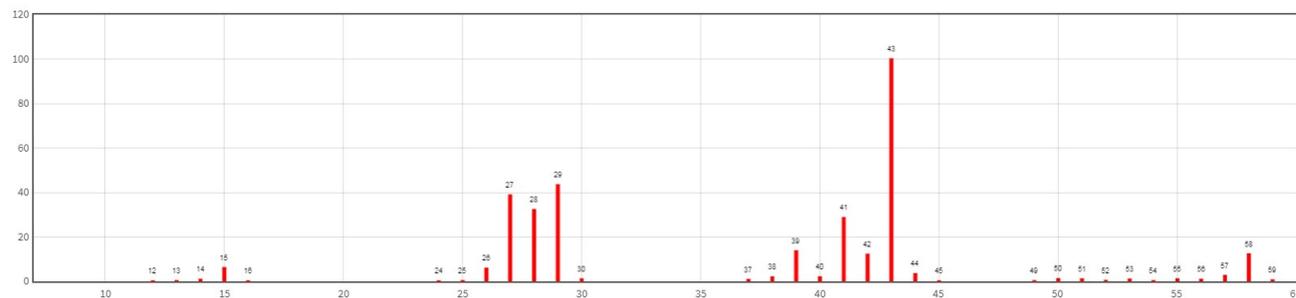
Ответ: Да, может. Есть характерные колебания в области  $3200-3600 \text{ см}^{-1}$ , характерные для ОН-групп.

64. Неизвестное вещество с молекулярной массой 46 взаимодействует с натрием с выделением водорода. Не изменяет окраску индикаторов, не взаимодействует со щелочами. ИК-спектр представлен на рисунке. Какое это вещество?



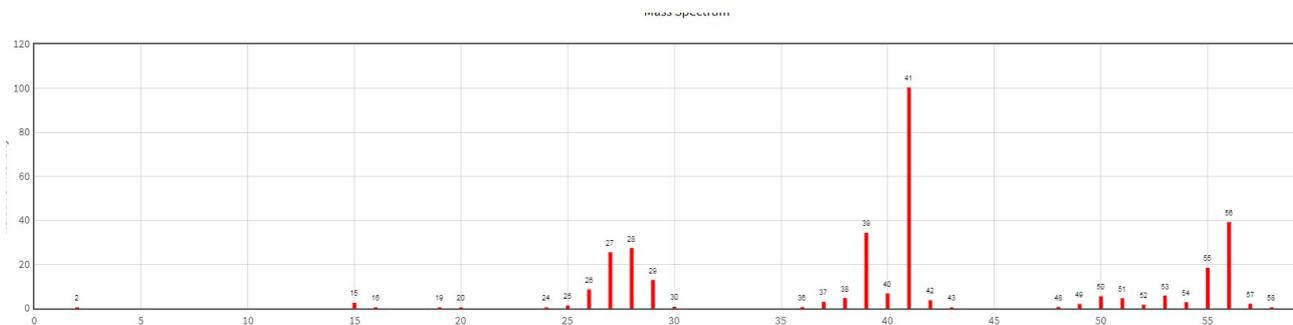
Ответ: Этанол. Спирты являются очень слабыми кислотами, поэтому цвет индикатора не изменяют. Водород из них вытесняется только натрием, с гидроксидом натрия не реагирует. Наличие на ИК-спектре интенсивных колебаний в области около  $3500 \text{ см}^{-1}$ , соответствующих ОН-группам и в области  $2800 - 3000 \text{ см}^{-1}$ , соответствующих С-Н группам подтверждает строение соединения.

65. На рисунке представлен масс-спектр...



Ответ: бутана, есть молекулярный ион 58 и фрагментарные 43, 29, 15.

66. На рисунке представлен масс-спектр...

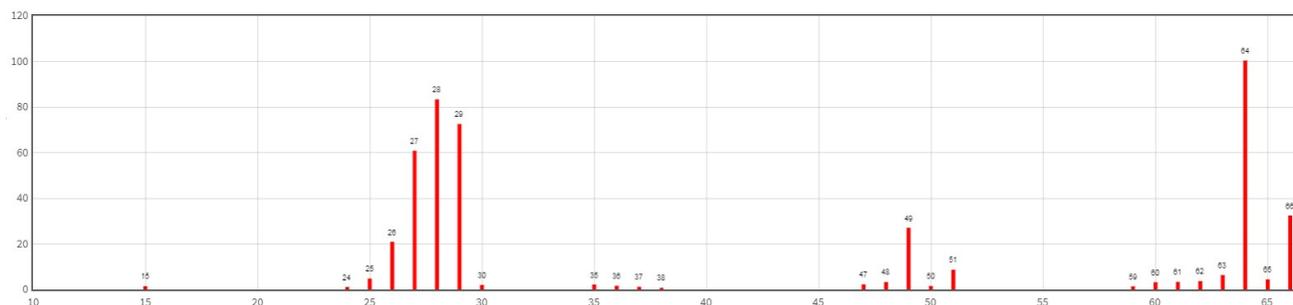


Ответ: бутена, есть молекулярный ион 56 и фрагментарные 41, 27.

67. Для анализа твердых образцов методом ИК-спектроскопии часто смешивают вещество с неорганической солью, прозрачной в ИК-области и прессуют таблетки. Какое вещество для этого применяется?

Ответ: бромид калия.

68. На рисунке представлен масс-спектр (соотношение интенсивностей пиков 64 и 66 как 3:1)...



Ответ: Хлорэтана.

69. В пробирках находятся 0.01 М растворы уксусной, хлоруксусной, дихлоруксусной и трихлоруксусной кислот. Можно ли при помощи pH-метра установить какое вещество находится в каждой пробирке?

Ответ: Да, можно. Чем больше атомов галогена будет в боковой цепи, тем сильнее будет на них оттягиваться электронная плотность и тем большую подвижность приобретает атом водорода карбоксильной группы. Таким образом, при одинаковой концентрации pH раствора уксусной кислоты будет наибольшим, а pH раствора трихлоруксусной кислоты будет иметь наименьшее значение.

70. Какова должна быть толщина поглощающего слоя, чтобы оптическая плотность комплекса железа с сульфосалициловой кислотой была равна 0.8 при концентрации железа (III) 0.00001 моль/л и молярном коэффициенте светопоглощения  $5000 \text{ л*моль}^{-1}\text{см}^{-1}$ .

Ответ: Согласно закону Ламберта-Бугера-Бера  $A = \epsilon \cdot c \cdot l$ , откуда  $l = A / (\epsilon \cdot c) = 0.8 / (5000 \cdot 0.00001) = 1.6 \text{ см}$ .

71. Площадь пика вещества А на хроматограмме составляет  $25 \text{ мм}^2$ , площадь пика вещества В составляет  $45 \text{ мм}^2$ , площадь пика вещества С составляет  $30 \text{ мм}^2$ . Чему равна массовая доля каждого вещества в смеси, %.

Ответ: Суммарная площадь пиков составляет  $100 \text{ мм}^2$ . Таким образом, массовые доли составят 25, 45 и 30 % для веществ А, В и С соответственно.

### 3.4. Собеседование

| № задания | примеры тестовых заданий  |
|-----------|---|
| ПК-3      | готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности  |
| ПК-10     | способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа  |
| ПК-16     | способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования |
| ПК-17     | готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и техно-   |

72. Общая характеристика инструментальных методов анализа (ИМА).
74. Качественный и количественный анализ.
75. УФ-спектроскопия: основы метода, пробоподготовка.
76. УФ-спектроскопия: качественный и количественный анализ, применение в анализе сырья.
77. ИК-спектроскопия: применение в анализе.
78. Правила расшифровки ИК-спектров.
80. Масс-спектрометрия.
81. Спектроскопия ПМР и ЯМР.
82. Рефрактометрия: анализ качества сырья и продуктов химической технологии.
83. Рентгеноструктурный анализ (XRD).
84. Хроматографические методы анализа и их классификация.
85. Хроматография в тонком слое.
86. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).
87. Газовая хроматография.
88. Эксклюзионная хроматография.
89. Хромато-массспектрометрия.
90. Капиллярный электрофорез.
91. Основные источники погрешностей результатов анализа и способы их оценки.
92. Стандартные образцы состава.
93. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел обнаружения
94. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: предел определения
95. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: коэффициент чувствительности.
96. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки: границы диапазонов определяемых содержаний.
97. Понятие селективности определения.
98. Понятие прецизионность, правильность, экспрессность.
99. Методы пробоотбора, разделения и концентрирования веществ.
100. Приемы количественных измерений (метод градуировочной зависимости, внешнего и внутреннего стандарта, метод добавок). Понятие об аттестованной методике.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «зачтено») и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60 %.

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

| Результаты обучения по этапам формирования компетенций   | Предмет оценки (продукт или процесс)                           | Показатель оценивания         | Критерии оценивания сформированности компетенций  | Шкала оценивания               |                               |
|--|--|-------------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|
|  |  |                               |   | Академическая оценка или баллы | Уровень освоения компетенции  |
| <i>ПК-3 готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности</i> |  |                               |   |                                |                               |
| <b>ЗНАТЬ:</b> теоретические основы инструментальных методов анализа, используемых в научных и производственных целях   | Тест (итоговый контроль - экзамен, промежуточный - коллоквиум) | Результат тестирования        | 85% и более правильных ответов  | Отлично                        | Освоена (повышенный)          |
|  |  |                               | 75-84,99 % правильных ответов   | Хорошо                         | Освоена (повышенный)          |
|  |  |                               | 60-74,99 % правильных ответов   | Удовлетворительно              | Освоена (базовый)             |
|  |  |                               | Менее 60% правильных ответов  | Неудовлетворительно            | Не освоена (недостаточный)    |
| <b>УМЕТЬ:</b> проводить подбор различных методов анализа для качественного и количественного анализа веществ и материалов различной природы  | Собеседование (зачет)  | Ответ на билеты               | 50 % и более правильных ответов   | Зачтено                        | Освоена (повышенный, базовый) |
|  |  |                               | менее 50 % правильных ответов   | Не зачтено                     | Не освоена (недостаточный)    |
| <b>ВЛАДЕТЬ:</b> алгоритмами и схемами работы аналитического оборудования   | Кейс-задача (коллоквиум, зачет)                                | Результат решения кейс-задачи | Обучающийся грамотно разобрался в ситуации, предложил правильное решение сложившейся ситуации | Отлично                        | Освоена (повышенный, базовый) |
|  |  |                               | Обучающийся разобрался в ситуации, неверно указал решение сложившейся ситуации                | Хорошо                         | Освоена (повышенный, базовый) |
|  |  |                               | Обучающийся разобрался в ситуации, не указал решение сложившейся ситуации                     | Удовлетворительно              | Освоена (базовый)             |
|  |  |                               | Обучающийся не разобрался в ситуации, не указал решение сложившейся ситуации                  | Неудовлетворительно            | Не освоена (недостаточный)    |
| <i>ПК-10 способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа</i>  |  |                               |   |                                |                               |
| <b>ЗНАТЬ:</b> принципы качествен-  | Тест (итоговый)  | Результат тестирования        | 85% и более правильных ответов  | Отлично                        | Освоена (повы-                |

|  |  |                               |  |                                |                               |                |
|--|--|-------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------|----------------|
| ного и количественного анализа продукции, сырья и материалов   | контроль - экзамен, промежуточный - коллоквиум)  |                               | 75-84,99 % правильных ответов  | Хорошо                         | Освоена (повышенный)          |                |
|  |  |                               | 60-74,99 % правильных ответов  | Удовлетворительно              | Освоена (базовый)             |                |
|  |  |                               | Менее 60% правильных ответов   | Неудовлетворительно            | Не освоена (недостаточный)    |                |
|  |  |                               |  |                                |                               |                |
| <b>УМЕТЬ:</b> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач | Собеседование (зачет)  | Ответы на билеты              | 50 % и более правильных ответов  | Зачтено                        | Освоена (повышенный, базовый) |                |
|  |  |                               | менее 50 % правильных ответов  | Не зачтено                     | Не освоена (недостаточный)    |                |
| <b>ВЛАДЕТЬ:</b> способами пробоподготовки, статистической обработкой результата анализа  | Кейс-задача (коллоквиум, зачет)  | Результат решения кейс-задачи | Обучающийся грамотно разобрался в ситуации, предложил правильное решение сложившейся ситуации              | Отлично                        | Освоена (повышенный, базовый) |                |
|  |  |                               | Обучающийся разобрался в ситуации, неверно указал решение сложившейся ситуации                             | Хорошо                         | Освоена (повышенный, базовый) |                |
|  |  |                               | Обучающийся разобрался в ситуации, не указал решение сложившейся ситуации                                  | Удовлетворительно              | Освоена (базовый)             |                |
|  |  |                               | Обучающийся не разобрался в ситуации, не указал решение сложившейся ситуации                               | Неудовлетворительно            | Не освоена (недостаточный)    |                |
|  | Задача   | . Результат решения           | Приведено полное описание методики расчета с объяснениями. Работа оформлена в соответствии с требованиями. | Отлично                        | Освоена/Высокий               |                |
|  |  |                               | Имеются незначительные замечания по решению задачи   | Хорошо                         | Освоена/Продвинутый           |                |
|  |  |                               | Имеются вычислительные ошибки в расчетах не принципиального характера и замечания по предыдущему пункту    | Удовлетворительно              | Освоена/Базовый               |                |
|  |  |                               | Имеются ошибки принципиального характера, влияющие на правильность решения                                 | Неудовлетворительно            | Не освоена                    |                |
|  | <i>ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</i> |                               |  |                                |                               |                |
|  | <b>ЗНАТЬ:</b> метрологические ха-  | Тест (итоговый)               | Результат тестирования   | 85% и более правильных ответов | Отлично                       | Освоена (повы- |

|  |  |                               |   |                     |                               |
|--|--|-------------------------------|---|---------------------|-------------------------------|
| характеристики методов анализа   | контроль - экзамен, промежуточный - коллоквиум)                |                               | 75-84,99 % правильных ответов   | Хорошо              | Освоена (повышенный)          |
|  |  |                               | 60-74,99 % правильных ответов   | Удовлетворительно   | Освоена (базовый)             |
|  |  |                               | Менее 60% правильных ответов  | Неудовлетворительно | Не освоена (недостаточный)    |
|  |  |                               |   |                     |                               |
| <b>УМЕТЬ:</b> применять приобретенные теоретические знания и практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных химико-аналитических задач | Собеседование (зачет)  | Ответы на билеты              | 50 % и более правильных ответов   | Зачтено             | Освоена (повышенный, базовый) |
|  |  |                               | менее 50 % правильных ответов   | Не зачтено          | Не освоена (недостаточный)    |
| <b>ВЛАДЕТЬ:</b> обработкой полученных результатов с использованием современных средств и пакетов прикладных компьютерных программ                                  | Кейс-задача (коллоквиум, зачет)                                | Результат решения кейс-задачи | Обучающийся грамотно разобрался в ситуации, предложил правильное решение сложившейся ситуации | Отлично             | Освоена (повышенный, базовый) |
|  |  |                               | Обучающийся разобрался в ситуации, неверно указал решение сложившейся ситуации                | Хорошо              | Освоена (повышенный, базовый) |
|  |  |                               | Обучающийся разобрался в ситуации, не указал решение сложившейся ситуации                     | Удовлетворительно   | Освоена (базовый)             |
|  |  |                               | Обучающийся не разобрался в ситуации, не указал решение сложившейся ситуации                  | Неудовлетворительно | Не освоена (недостаточный)    |
| <i>ПК-17 готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов</i>  |  |                               |   |                     |                               |
| <b>ЗНАТЬ:</b> метрологические характеристики методов анализа   | Тест (итоговый контроль - экзамен, промежуточный - коллоквиум) | Результат тестирования        | 85% и более правильных ответов  | Отлично             | Освоена (повышенный)          |
|  |  |                               | 75-84,99 % правильных ответов   | Хорошо              | Освоена (повышенный)          |
|  |  |                               | 60-74,99 % правильных ответов   | Удовлетворительно   | Освоена (базовый)             |
|  |  |                               | Менее 60% правильных ответов  | Неудовлетворительно | Не освоена (недостаточный)    |
| <b>УМЕТЬ:</b> использовать нормативные документы при проведении анализа  | Собеседование (зачет)  | Ответы на билеты              | 50 % и более правильных ответов   | Зачтено             | Освоена (повышенный, базовый) |

|  |                                 |                               |   |                     |                               |
|--|---------------------------------|-------------------------------|---|---------------------|-------------------------------|
|  |                                 |                               | менее 50 % правильных ответов   | Не зачтено          | Не освоена (недостаточный)    |
| <b>ВЛАДЕТЬ:</b> техникой безопасности при проведении лабораторного анализа | Кейс-задача (коллоквиум, зачет) | Результат решения кейс-задачи | Обучающийся грамотно разобрался в ситуации, предложил правильное решение сложившейся ситуации | Отлично             | Освоена (повышенный, базовый) |
|  |                                 |                               | Обучающийся разобрался в ситуации, неверно указал решение сложившейся ситуации                | Хорошо              | Освоена (повышенный, базовый) |
|  |                                 |                               | Обучающийся разобрался в ситуации, не указал решение сложившейся ситуации                     | Удовлетворительно   | Освоена (базовый)             |
|  |                                 |                               | Обучающийся не разобрался в ситуации, не указал решение сложившейся ситуации                  | Неудовлетворительно | Не освоена (недостаточный)    |