Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 08.12.2025 18:28:04
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /Нагорнова И.В./
«27» февраля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

# «Методы исследования и испытания материалов»

Направление подготовки

**22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Профиль
**Инженерия полимерных материалов**

Квалификация (степень) выпускника
**бакалавр**

Форма обучения
**Очная**

Москва, 2025 г.

**Разработчик(и):**
Д.техн.н  / А.В. Дедов /

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой
«Инновационные материалы принтмедиаиндустрии»

д.ф.-м.н., доцент  /Г.О. Рытиков/

Руководитель образовательной программы
Материаловедение и технологии материалов
профиль «Инженерия полимерных материалов»

к.т.н., доцент  /Л.Ю. Комарова/

**Содержание**


1 **Ошибка! Закладка не определена.**
2 **Ошибка! Закладка не определена.**5
3 **Ошибка! Закладка не определена.**6
3.1 **Ошибка! Закладка не определена.**6
3.2 **Ошибка! Закладка не определена.**6
3.3 **Ошибка! Закладка не определена.**
3.4 **Ошибка! Закладка не определена.**11
3.5 1111
4 1111
4.1 1111
4.2 1211
4.3 1212
4.4 1313
4.5 1313
4.6 1313
5 **Ошибка! Закладка не определена.**13
6 **Ошибка! Закладка не определена.**13
6.1 1414
6.2 **Ошибка! Закладка не определена.**14
7 **Ошибка! Закладка не определена.**15
7.1 1615
7.2 **Ошибка! Закладка не определена.**15
7.3 **Ошибка! Закладка не определена.**20

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

**Основные цели** освоения дисциплины:

- изучение принципов работы и определение возможностей использования современных инструментальных методов анализа состава, структуры и свойств полиграфических и упаковочных материалов и покрытий, явлений и процессов в них на различных стадиях их получения, обработки, переработки и эксплуатации;
- изучение методов и средств испытания материалов и сложных композиций из них.

**Основные задачи** освоения дисциплины:

- освоение практических навыков исследования материалов и процессов с использованием современных приборов, современных методов планирования и проведения исследовательских экспериментов, выбора необходимого набора методик и оборудования;
- приобретение навыков и умений проведения комплексных исследований материалов с использованием комплекса современных инструментов и приборов, позволяющих проводить изучения структуры образцов на наноуровне.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

**знать:**

- физические явления, лежащие в основе методов исследования и контроля состава, структуры и свойств материалов, покрытий и процессов в них, классификацию методов по этим явлениям;
- принцип работы и конструкцию типовых устройств и приборов, используемых в данных методах исследований и испытаний;
- практические возможности методов и используемой аппаратуры в исследовании и контроле состава, структуры и свойств материалов и покрытий, явлений и процессов в них на различных стадиях получения, обработки, переработки и эксплуатации;
- методы прямых и косвенных измерений и обработки результатов;
- метрологическую технику для конкретных измерений;
- неразрушающие методы контроля материалов, изделий и конструкций;
- возможности использования полученных результатов исследований в практических целях для разработки новых материалов, явлений и процессов в них, оценки и прогнозирования их технологических и эксплуатационных свойств;

**уметь:**

- использовать на практике знания о полимерных материалах различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов;
- выбирать и использовать методы и средства измерений для исследования и испытания материалов при решении конкретных задач профессиональной деятельности;
- выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства;
- обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций;
- составлять отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли.
- составлять программы комплексных исследований, испытаний и диагностики лакокрасочных и клеящих материалов согласно нормативно-технической документации.

**владеть:**

- методами научного исследования и проектирования материалов и конструкций;
- основными методами испытаний и анализа материалов и процессов в области полиграфии, смежных областей;
- основными приемами эксплуатации приборов, оборудования и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине «Методы исследования и испытания материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| **ОПК-4**<br>Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | **ИОПК-4.1**<br>Имеет навыки работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности.<br>**ИОПК-4.2**<br>Выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности. |
| **ОПК-7**<br>Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли | **ИОПК-7.2**<br>Составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли. |
| **ПК-2**<br>Способен использовать на практике знания о полимерных материалах различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов | **ИПК-2.1**<br>Выполняет исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства.<br>**ИПК-2.2**<br>Выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов.<br>**ИПК-2.3**<br>Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций. |
| **ПК-3**<br>Способен выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур. | **ПК-3**<br>Способен выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур. |

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы исследования и испытания материалов» относится к обязательной части блока Б1.1 Дисциплины (модули).

Изучение данной дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных обучающимися в рамках освоения программ бакалавриата.

Набор квалификаций, навыков и умений, полученных при изучении дисциплины, должны быть использованы при освоении изучаемых параллельно дисциплин «Химия материалов», «Общее материаловедение и технология материалов», «Предиктивная аналитика в науке о материалах», «Физическая, коллоидная химии и основы электрохимии».

## 3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Методы исследования и испытания материалов» составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 4 | 5 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **90** | **36** | **54** |
| | В том числе: | | | |
| 1.1 | Лекции | 36 | 18 | 18 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 54 | 18 | 36 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **90** | **36** | **54** |
| | В том числе: | | | |
| 2.1 | Подготовка к занятиям (лекциям, лабораторным работам, практическим занятиям) | 74 | 30 | 44 |
| 2.2 | Подготовка к промежуточной аттестации | 16 | 6 | 10 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | **зачет** | **экзамен** |
| | | | | |
| | **Итого** | **180** | **72** | **108** |

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **Семестр 4** | | | | | | | |
| 1 | Тема 1. Предмет, цель, задачи дисциплины | 12 | 2 | | 4 | | 6 |
| 2 | Тема 2. Химические методы анализа | 18 | 4 | | 6 | | 8 |
| 3 | Тема 3. Хроматография | 18 | 6 | | 4 | | 8 |
| 4 | Тема 4. Атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный анализ | 8 | 2 | | | | 6 |
| 5 | Тема 5. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия | 10 | 2 | | 4 | | 4 |
| 6 | Тема 6. Люминесцентный метод | 6 | 2 | | | | 4 |
| | **Итого** | **72** | **18** | | **18** | | **36** |
| **Семестр 5** | | | | | | | |
| 7 | Тема 7. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния (рамановская) | 10 | 2 | | 6 | | 8 |
| 8 | Тема 8. Методы основанные на использовании рассеяния и преломления электромагнитного излучения | 15 | 2 | | 8 | | 10 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | Тема 9. Оптические методы неразрушающего контроля | 6 | 2 | | 6 | | 4 |
| 10 | Тема 10. Резонансные методы | 11 | 2 | | 6 | | 5 |
| 11 | Тема 11. Масс-спектроскопия | 13 | 2 | | 6 | | 5 |
| 12 | Тема 12. Радиохимические методы исследования | 8 | 4 | | | | 4 |
| 13 | Тема 13. Электрохимические методы | 10 | 2 | | 4 | | 4 |
| 14 | Тема 14. Термический анализ | 16 | 2 | | | | 14 |
| **Итого** | | **89** | **18** | | **36** | | **54** |
| **Всего** | | **180** | **36** | | **54** | | **90** |

### 3.3 Содержание дисциплины

**Тема 1. Предмет, цель, задачи дисциплины**

Основные определения и термины, цели и задачи дисциплины, схема построения и содержание основных разделов лекций и лабораторного практикума, виды и формы самостоятельной работы.

Методы исследования веществ – физические, химические и физико-химические. Классификация методов, их значение и преимущества. Чувствительность и селективность. Воспроизводимость определений. Методы получения и обработки экспериментальных данных.

Основные методы отбора проб. Понятие о концентрировании. Методы извлечения следовых количеств из растворов. Соосаждение. Законы Хлопина и Дернера-Хоскинса. Изоморфизм кристаллов. Экстракция, основные понятия и приемы. Коэффициент распределения. Многократная экстракция. Количественные расчеты в соосаждении и экстракции.

**Тема 2. Химические методы анализа**

Методы качественного химического анализа. Реакции в растворах. Реакции сухим путём.

Систематический и дробный анализ. Специфический реагент. Классификация катионов и анионов. Схема качественного анализа. Способы повышения избирательности реакций: изменение pH раствора, маскировка мешающих ионов. Методы обнаружения ионов (образование осадков, окрашенных ионов, микрокристаллоскопические капельные реакции).

Гравиметрический анализ. Техника и расчеты в гравиметрическом анализе. Методы повышения точности гравиметрических определений. Практическое применение.

Титриметрия. Общая характеристика метода. Теоретические основы. Расчет и построение кривых титрования. Практическое применение.

**Тема 3. Хроматография**

Классификации хроматографических методов: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по способу перемещения подвижной фазы, по сорбционным свойствам подвижной фазы и т.д. Основные понятия и определения: время удерживания, удерживаемый объем, селективность колонки и т.п. Теория адсорбции. Уравнение изотермы Ленгмюра. Хроматограммы. Носители и неподвижные фазы для газо-адсорбционной и газо-жидкостной хроматографии. Понятие эффективности колонки и способы ее оценки и оптимизации. Влияние параметров хроматографирования на эффективность колонки. Программирование температуры колонки.

Аппаратура для газовой хроматографии. Схема газового хроматографа: блок подготовки газов, термостат колонок, устройство ввода пробы, детектор, регистрирующий прибор (самописец). Основные хроматографические детекторы: ДТП, ПИД, ЭЗД, ПФД, ТИД. Качественный и Количественный хроматографический анализ. Анализ смесей по временам удерживания и индексам удерживания веществ. Методы абсолютной калибровки и внутреннего стандарта. Обращенная газовая хроматография, её применение для физико-химических исследований материалов и процессов.

Жидкостная хроматография (колоночная и плоскостная). Адсорбенты для жидкостной хроматографии. Выбор подвижной фазы, градиентная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Практическое применение ЖАХ: хроматография низкомолекулярных веществ, олигомеров и полимеров. Ионообменная хроматография. Классификация ионитов. Практическое применение. Основные понятия бумажной (БХ) и тонкослойной хроматографии (ТСХ). Способы проведения хроматографии. Выбор подвижной фазы. Оценка разделительной способности и эффективности. Идентификация разделённых веществ. Количественный анализ. Эксклюзионная хроматография (гель–хроматография). Материалы матриц и обменников. Гидрофильные и гидрофобные гели. Основной принцип гель-фильтрации. Выбор элюента. Эффективность разделения. Определение молекулярно-массового распределения полимеров. Примеры использования и возможности методов хроматографии в исследовании материалов и покрытий различной природы.

**Тема 4. Атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный анализ**

Природа электромагнитного излучения, шкала электромагнитных волн и спектр. Теоретические основы и принципы методов спектроскопии ЭМИ, их классификация.

Взаимодействие излучения с веществом: поглощение, испускание, рассеяние. Основные законы поглощения и испускания света. Светорассеяние. Строение атома и происхождение атомных спектров.

Состав и устройство атомно-эмиссионных спектрометров. Основные источники энергии, приемники излучения. Качественный и количественный анализ. Особенности и отличия атомно-адсорбционной спектроскопии. Типовые приборы для атомной спектроскопии. Примеры использования и возможности метода в исследовании материалов.

**Тема 5. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия**

Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях. Классификация и отнесение электронных переходов. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность и пропускание. Молярный коэффициент погашения. Закон аддитивности. Монохроматизация излучения. Электронный спектр поглощения. Характеристики максимума поглощения в спектре и связь со строением вещества. Специфика электронных спектров поглощения различных классов соединений. Анализ смеси веществ в растворе. Принципиальная схема и конструкция спектрофотометров, способы подготовки образцов, проведение экспериментов и анализ результатов. Примеры использования и возможности УФ-спектроскопии в исследовании материалов и покрытий различной природы.

**Тема 6. Люминесцентный метод**

Виды люминесценции. Сущность метода. Законы люминесценции. Тушение флуоресценции. Связь интенсивности люминесценции и концентрации люминофора. Приборы для измерения люминесценции. Качественный и количественный анализ. Примеры использования и возможности метода.

**Тема 7. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния (рамановская)**

Квантово-механический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. Фундаментальные, обертонные и составные частоты. Интенсивность полос колебательных спектров. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. Частоты и формы нормальных колебаний молекул. Симметрия нормальных колебаний, координаты симметрии. Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот. Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации веществ, структурно-группового, молекулярного и количественного анализов. Специфичность колебательных спектров. Техника и методики ИК-спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура для ИК-спектроскопии, приготовление образцов. Аппаратура для спектроскопии КР. Сравнение методов ИК и КР, их преимущества и недостатки.

**Тема 8. Методы основанные на использовании рассеяния и преломления электромагнитного излучения**

Электрические и оптические свойства молекул. Полярные и неполярные молекулы. Взаимодействие полярной молекулы с электростатическим полем. Дипольный момент. Поляризация диэлектрика. Электронная, атомная и ориентационная поляризация. Поляризация деформации. Уравнение Клаузиуса - Мосотти.

Методы рефрактометрии. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от плотности и поляризуемости вещества. Мольная, удельная рефракции. Уравнение Лорентц-Лорентца. Аддитивность молекулярной рефракции. Экзальтация мольной рефракции. Дисперсия света. Применение молекулярной рефракции и дисперсии для идентификации и установления строения молекул.

Методы определения дипольного момента на основе измерения диэлектрической проницаемости, диэлькометрия.

Светорассеяние. Широкоугловое рассеяние света. Оптический фотометр. Лазерный фотометр. Определение молекулярной массы полимеров.

**Тема 9. Оптические методы неразрушающего контроля**

Методы оптического вида контроля: визуальный (дефектоскопия), визуально-оптический (дефектоскопия с помощью микроскопов, стереоскопия, эндоскопия), энтерферометрический (оптическая толщинометрия), поляризационный (контроль напряжений в прозрачных средах), фазоконтрастный (анализ оптической неоднородности прозрачных сред), рефлексометрический (анализ шероховатости поверхности изделий, измерение блеска и глянца), денситометрический (анализ оптической плотности прозрачных пленок), колориметрический (анализ цвета изделий), голографический (анализ однородности оптических сред).

Оптическая (световая) микроскопия. Физические основы, длина волны света и разрешающая способность метода. Принципиальная схема микроскопа. Микроскопия в проходящем и отраженном свете. Способы подготовки образцов. Варианты использования оптической микроскопии.

Электронная микроскопия. Физические основы электронной микроскопии, волны Де Бройля, способы получения электронных пучков и основы электронной оптики, взаимодействие электронов с веществом. Принципы просвечивающей (трансмиссионной) и растровой (сканирующей) электронной микроскопии, зависимость разрешающей способности метода от длины волны электрона. Принципиальная схема электронного микроскопа. Электронный микроскоп с атомным разрешением (ультрамикроскопия). Методы подготовки образцов. Тонкие пленки и срезы. Метод реплик. Оттененение и контрастирование. Примеры использования электронной микроскопии в исследовании материалов и покрытий. Электронная микроскопия для химического анализа. Электроннозондовый рентгеноспектральный микроанализ.

Сканирующая электронная микроскопия. Устройство электронного микроскопа. Подготовка образцов. Области применения растровой электронной микроскопии.

**Тема 10. Резонансные методы**

Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условие ядерного магнитного резонанса. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Константа экранирования ядра. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Связь спектров ЯМР со структурой вещества. Схема спектрометра ЯМР Условия проведения эксперимента, подготовка образцов. Протонный магнитный резонанс. Спектроскопия углерода $C^{13}$. Метод двойного резонанса. Техника и методика эксперимента. Преобразование Фурье и получение спектров ЯМР. Сравнение метода ЯМР с другими методами, его достоинства и ограничения. Области применения спектроскопии ЯМР при исследовании материалов и процессов.

Метод ЯМР-релаксации. Характерные примеры использования ЯМР-релаксации для получения информации о молекулярной подвижности, состоянии и структуре материала и фазовых переходах. Импульсные методики и их возможности при использовании ЯМР-релаксометров и ЯМР-анализаторов в контроле изделий, препаратов, в условиях кристаллизации, плавлении и др. превращениях.

Метод ЭПР. Принципы спектроскопии электронного парамагнитного резонанса. Условие ЭПР, g-фактор и его значение. Сверхтонкое расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами. Применение метода ЭПР при исследовании материалов и процессов. Парамагнитные металлы как примеси в композиционных материалах.

**Тема 11. Масс-спектроскопия**

Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация и др. Комбинированные методы. Ионный ток и сечение ионизации. Зависимость сечения ионизации от энергии ионизирующих электронов. Потенциалы появления ионов. Типы ионов в массспектрах - молекулярные, осколочные, метастабильные, многозарядные. Масс-спектрометры с отклонением под действием магнитного поля, приборы с двойной фокусировкой, времяпролетные масс-спектрометры. Разрешающая сила масс-спектрометра. Области применения масс-спектроскопии. Идентификация вещества. Таблицы массовых чисел. Соотношение изотопов. Корреляции между молекулярной структурой и масс-спектрами. Хромато-масс-спектроскопия.

**Тема 12. Радиохимические методы исследования**

Основные виды радиоактивного распада. Механизмы радиационно-химических процессов. Методы контроля радиации и радиационных свойств материалов. Дозиметрия. Радиометрия. Способы регистрации радиационно-химических превращений. Основы химической дозиметрии. Дозиметры на основе полимерных материалов

Активационный анализ. Методы радиоактивных меток. Радио-спектральный анализ. Рентгенофлуоресцентный метод. Проведение качественного и количественного анализа исследуемых проб на содержание гамма- бетта- альфа- излучающих радионуклидов. Спектрометры энергий гамма- бетта- альфа- излучений.

**Тема 13. Электрохимические методы**

Теоретические основы. Обратимые и необратимые электрохимические процессы. Классификация и взаимосвязь электрохимических методов. Сущность потенциометрии. Механизм электродных процессов и ЭДС гальванических элементов. Характеристика электродов. Прямая и косвенная потенциометрия. Потенциометрический анализ. Ионометрия. Кривые потенциометрического титрования. Способы определения конечной точки титрования (расчётные, графические). Аппаратура.

Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Электрическая проводимость и ее изменение: зависимость от концентрации электролита, разбавления, температуры. Уравнение Кольрауша. Кривые кондуктометрического титрования. Использование кондуктометрических датчиков в хроматографии и других методах исследования.

Кулонометрия. Теоретические основы метода. Электролиз. Законы Фарадея. Кулонометрическая ячейка. Прямая и косвенная кулонометрия. Типы электродов. Использование кулонометрии в анализе следовых количеств веществ и других методах исследования.

Использование характеристик вольтамперограмм для исследования органических и неорганических материалов. Классическая, осциллографическая, импульсная и переменно-токовая полярография. Каталитические и адсорбционные токи. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы. Примеры применения методов измерения электрических свойств при материаловедческих исследованиях.

**Тема 14. Термический анализ**

Классификация термических методов анализа. Термогравиметрия. Термовесы. Метод дифференциального термического анализа. Применение метода для исследования полимеров. Метод дифференциальной сканирующей калориметрии. Схема и устройство прибора. Применение метода для исследования полимеров. Анализ продуктов термодеструкции (с использованием масс-спектрометрии и хроматографии).

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия
Семинарские/практические занятия не предусмотрены.

3.4.2 Лабораторные занятия

| № п/п | № раздела дисциплины, темы | Тематика лабораторных занятий | Трудо-емкость, (час.) |
|---|---|---|---|
| 1 | Тема 1. | Практическая реализация приемов подготовки образцов для анализа. Методология обсчета полученных результатов. | 2 |
| 2 | Тема 1. | Практическая реализация приемов осаждения и соосаждения веществ. Методология обсчета полученных результатов. | 2 |
| 3 | Тема 2. | Освоение методик качественного химического анализа. | 8 |
| 4 | Тема 3. | Практическая реализация газовой хроматографии. Методология обсчета полученных результатов. | 4 |
| 5 | Тема 3. | Количественное определение ионов металлов в растворе методом восходящей бумажной хроматографии. | 4 |
| 6 | Тема 5. | Освоение методик обработки результатов фотоколориметрических измерений методом сравнения и методом градуировочного графика. | 4 |
| 7 | Тема 5. | Фотоколориметрическое определение окрашенных веществ при их совместном присутствии в растворе. | 4 |
| 8 | Тема 7. | Методология расшифровки ИК-спектров органических соединений. | 4 |
| 9 | Тема 8. | Идентификация соединения по его показателю преломления и плотности. | 4 |
| 10 | Тема 8. | Определение концентрации веществ в растворе методом рефрактометрии. | 4 |
| 11 | Тема 10. | Методология расшифровки ЯМР-спектров сложных органических соединений. | 4 |
| 12 | Тема 11. | Установление структуры химических веществ по их ИК-, ЯМР и масс-спектрам. | 6 |
| 13 | Тема 13 | Анализ заданного раствора методом потенциометрического титрования. | 4 |
| **Итого** | | | **54** |

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)
Курсовой проект (курсовая работа) не предусмотрен.

## 4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон 184-ФЗ от 27.12.2001 г. «О техническом регулировании» с дополнениями и разъяснениями Федеральных законов «О внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании» от 01.05. 2007 г. № 65-ФЗ, 21.07.2011 г. №255-ФЗ, 23.06.2014 г. №160-ФЗ, 05.04.2016 г. №104-ФЗ, который вступил в силу с 01.01.2021 г.
2. Стандарт ГОСТ 3.1109 «Единая система технологической документации».
3. Стандарт ГОСТ Р 8.000-2015 «Государственная система обеспечения единства измерений».
4. Стандарт ГОСТ 8.057-80 «ГСИ. «Эталоны единиц физических величин».
5. Стандарт ГОСТ Р 50779-2000 «Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения».
6. Стандарт ГОСТ Р 8.736-2011 «Измерения прямые многократные».
7. Стандарт ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий».
8. Стандарт ГОСТ 53696-2009 «Контроль неразрушающий».

### 4.2 Основная литература

1. Конюхов, В.Ю. Методы исследования материалов и процессов: учебное пособие / Конюхов В.Ю., Гоголадзе И.А., З.В. Псху З.В.; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГУП. – М. : МГУП, 2007. – 226 с.
2. Криштафович В.И. Физико-химические методы исследования / Криштафович В.И. – М.: Дашков и К, 2018. – 208с.: ISBN 978-5-394-02842-7. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/513811 .
3. Лебухов, В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник / Лебухов В.И., Окара А.И., Павлюченкова Л.П. – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2012. – 480 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4543
4. Сараева С.Ю., Иванова А.В., Козицина А.И. Химические и инструментальные методы анализа; учебное пособие: М-во образования и науки РФ, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2021 – 216 с.
5. Дмитриевич И.Н., Пругло Г.Ф., Федорова О.В., Комиссаренков А.А. Физико-химические методы анализа. Ч.III. Хроматографические методы анализа; учебное пособие – СПб: СПб ГТУРП, 2014. – 53с.
6. Гиндуллина Т.М. Хроматографические методы анализа; учебно-методическое пособие / Гиндуллина Т.М., Дубова Н.М. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.
7. Сальникова Е.В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение; учебное пособие. – Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2017. – 121 с.
8. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Количественный анализ, физико-химические методы анализа: Практикум / Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 368с.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Дивин А.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Часть 4. Методы и средства измерения состава и свойств веществ. / Дивин А.Г., Пономарев С.В. — Тамбов: Тамбовский гос. техн. ун-т, ЭБС АСВ, 2014. — 104 с. – URL: https://www.iprbookshop.ru/63865.html
2. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2-х кн.: учебник для вузов. Кн.2. Физико-химические методы анализа / Васильев В.П. – 2-е изд., перераб., доп. – М. : Дрофа, 2002. – 383 с.
3. Гришаева Т.И. Методы люминесцентного анализа: учебное пособие. СПб: АНО НПО «Профессионал», 2003. – 226 с.
https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_557442/
4. Фарус О.А. Физические и физико-химические методы анализа. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Фарус О.А., Якушева Г.И. – М.-Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 78 с. – URL : http://www.knigafund.ru/books/185089

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе Электронная библиотека *http://elib.mgup.ru*.

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Пакет оффисного программного обеспечения Программные продукты Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010;
Kaspersky Endpoint Security для Windows.

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Химические ресурсы в интернете. http://www.primchem.narod.ru/sites.html
2. Образовательный ресурс Интернета. ХИМИЯ. http://www.alleng.ru./edu/chem.htm
3. Научная электронная библиотека. Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] http://elibrary.ru/defaultx.asp
4. Научная соцсеть www.Science-Community.org
5. Федеральная университетская компьютерная сеть России. Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] http://www.runnet.ru/
6. Профессиональная поисковая система Science Direct. Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] http://www.sciencedirect.com/
7. Электронно-библиотечная система «Лань». Электронный ресурс [Режим доступа: авторизованный] http://e.lanbook.com/

## 5 Материально-техническое обеспечение

1. Лекционные аудитории общего фонда, оснащенные учебной мебелью, интерактивной доской, переносным/стационарным компьютером и проектором, расположенные в учебном корпусе № 1 по адресу г. Москва, ул. Прянишникова, д. 2 а, ауд. 1013, 1014 или в лабораторных помещениях ауд.1202, 1207, 1208, 1209, 1303.

2. Аудитории для проведения лабораторных занятий общего фонда, оснащенные учебной мебелью, доской, приборами, используемыми в лабораторных работах: фотоэлектроколориметр КФК, хроматограф газовый «Цвет-800», хроматограф газовый «Хроматек-кристалл 5000», ИК-Фурье спектрометр «ФТ-801», спектрометр атомно- абсорбционный типа МГА-95, электронный сканирующий микроскоп, атомно-силовой микроскоп, рефрактометры. Лаборатории дружественных организаций, способные проводить исследования по изучаемым физико-химическим методам.

3. Компьютерный класс для самостоятельной работы обучающихся, помещения читальных залов библиотек и аудиторий 1305, 1204.

## 6 Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины «Методы исследования и испытания материалов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- проведение занятий лекционного типа;
- подготовка к выполнению лабораторных работ;
- решение задач;
- дискуссии, обсуждение выбора метода исследования и испытания материалов;
- подготовка и выполнение контрольных работ в аудиториях вуза;
- организация и проведение текущего контроля знаний обучающихся в форме контрольных работ.

При проведении лекционных и лабораторных занятий, текущей и промежуточной аттестации по дисциплине «Методы исследования и испытания материалов» целесообразно использовать следующие образовательные технологии:

1. По ряду разделов дисциплины предусмотрено проведение контрольной работы.
2. На лабораторных занятиях для решения аналитических задач использовать отраслевые нормативные документы, что позволяет формировать навыки практической работы в реальных условиях.
3. Проведение ряда лекционных занятий, содержащих таблицы и рисунки в качестве иллюстраций рассматриваемого материала, необходимо осуществлять с использованием слайдов, подготовленных в программе Microsoft Power Point.

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа научных концепций.

В рамках дисциплины предусмотрены различные формы контроля уровня достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций. Форма текущего контроля – активная работа на лабораторных занятиях, письменные контрольные работы. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине являются зачет и экзамен, в ходе которых оценивается уровень достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций.

Методические указания по освоению дисциплины.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ дисциплины.

Посещение лекционных занятий является обязательным.

Конспектирование лекционного материала допускается как письменным, так и компьютерным способом.

Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к текущим формам аттестации по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Лабораторные занятия проводятся в аудитории оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.

Подготовка к лабораторным занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для адекватного понимания условия и способа выполнения заданий, запланированных преподавателем на конкретную лабораторную работу.

Цель лабораторных занятий научить обучающихся применять инструментальные методы и методики выполнения исследований, испытаний и измерений параметров качества материалов, а также явлений и процессов, происходящих в них на различных стадиях получения, обработки, переработки и эксплуатации изделий.

Рекомендуется лабораторные занятия проводить в свободной форме с максимальным личным примером практических исследовательских, контролирующих и испытательных действий.

Посещение лабораторных занятий и активное участие в них является обязательным.

Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий.

Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы

Изучение основной и дополнительной литературы, а также нормативно-правовых документов по дисциплине проводится на регулярной основе в разрезе каждого раздела в соответствии с приведенными в п.6 рабочей программы рекомендациями для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине «Методы исследования и испытания материалов». Список основной и дополнительной литературы и обязательных к изучению нормативно-правовых документов по дисциплине приведен в п.4 настоящей рабочей программы. Следует отдавать предпочтение изучению нормативных документов по соответствующим разделам дисциплины по сравнению с их адаптированной интерпретацией в учебной литературе.

Решение задач в разрезе разделов дисциплины «Методы исследования и испытания материалов» является самостоятельной работой обучающегося в форме домашнего задания в случаях недостатка аудиторного времени на лабораторных занятиях для решения всех задач, запланированных преподавателем, проводящим занятия по дисциплине.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы исследования и испытания материалов» проходит в форме зачета и экзамена. Примерный перечень вопросов и критерии оценки ответа обучающегося для целей оценки достижения заявленных индикаторов сформированности компетенций приведены в составе ФОС по дисциплине в п.7 рабочей программы.

Обучающийся допускается к промежуточной аттестации по дисциплине независимо от результатов текущего контроля.

## 7 Фонд оценочных средств

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачета).

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

#### 7.2.1 Критерии оценки работы обучающегося на лабораторных занятиях

(формирование компетенций ОПК-4, ОПК-7, ПК-2, ПК-3)

**«5» (отлично):** выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.

Обучающийся на высоком уровне владеет:

- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

**«4» (хорошо):** выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.

Обучающийся хорошо владеет:

- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

**«3» (удовлетворительно):** выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания

материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

**«2» (неудовлетворительно):** обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания, предусмотренные практическими занятиями; обучающийся ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.
Обучающийся не владеет:
- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

### 7.2.2 Критерии оценки контрольной работы

(формирование компетенций ОПК-4, ОПК-7, ПК-2, ПК-3)
**«5» (отлично):** все задания контрольной работы выполнены без ошибок в течение отведенного на работу времени; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; отсутствуют орфографические и пунктуационные ошибки.
Обучающийся на высоком уровне владеет:
- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

**«4» (хорошо):** задания контрольной работы выполнены с незначительными замечаниями в полном объеме либо отсутствует решение одного задания; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; отсутствуют грубые орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся хорошо владеет:

- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

**«3» (удовлетворительно):** задания контрольной работы имеют значительные замечания; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; присутствуют грубые орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет:

- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

**«2» (неудовлетворительно):** задания в контрольной работе выполнены не полностью или неправильно; отсутствуют или сделаны неправильно выводы и обобщения; присутствуют грубые орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся не владеет:

- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

### 7.2.3 Промежуточная аттестация

(формирование компетенций ПК-2, ПК-3, ОПК-4, ОПК-7)

**«5» (отлично):** обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне владеет:

- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

**«4» (хорошо):** обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся хорошо владеет:

- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

**«3» (удовлетворительно):** обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение монологической речью, терминами, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет:

- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);

- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

**«2» (неудовлетворительно):** обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, отсутствие практических навыков, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

Обучающийся не владеет:

- способностью выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, выбирать и использовать методы и средства исследования и испытания материалов, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов, докладов, презентаций (ПК-2);
- способностью выполнять инструментальный анализ сырья, материалов и готовой лакокрасочной продукции, вырабатывать рекомендации по корректировке их рецептур (ПК-3);
- навыками работы с приборами, оборудованием и методиками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, выбирает средства измерений, испытаний и контроля качества материалов для решения конкретных задач профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способностью составляет отчеты, обзоры, справки, заявки и др., опираясь на реальную ситуацию в профессиональной отрасли (ОПК-7).

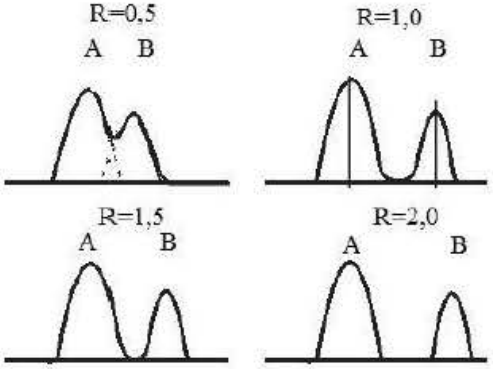
## 7.3 Оценочные средства

### 7.3.1 Текущий контроль (работа на лабораторных занятиях)

Примеры задач и практических ситуаций для рассмотрения на лабораторных занятиях.

**Формирование компетенции ПК-2:**

1. На рисунке представлены хроматограммы с различными степенями разрешения R = 0,5-2,0. Определить, какое предельное перекрывание полос (1 - R) можно считать достаточным для практических целей?



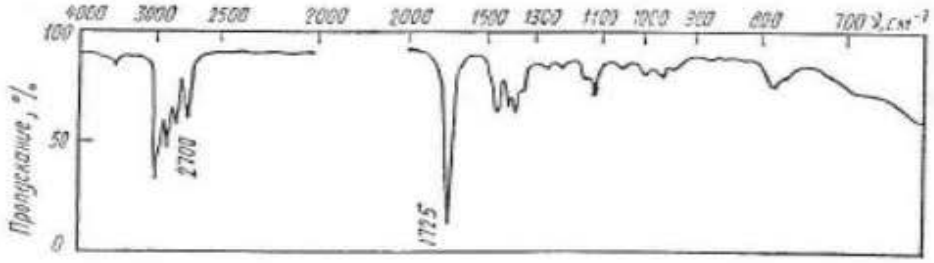

2. Два образца нефти, стандартный и анализируемый, массой по 1,000 г разбавили в 10 раз метилизобутилкетоном и распылили в пламени атомно-абсорбционного спектрофотометра. Оптическая плотность линии ванадия для образца с содержанием ванадия $C_{ст}$ = 0,01% составила

$A_{ст} = 0,74$ и для образца с неизвестным содержанием $A_x = 0,520$. Вычислить массовую долю (%) ванадия в образце.

3. При анализе пробы массой 0,9816 г на содержание кобальта хемилюминесцентным фотографическим методом на одну фотопластинку снимали свечение пробы анализируемого раствора, стандартов и холостого опыта. В ячейки кюветы помещали по 0,5 мл раствора соли кобальта, прибавляли салицилат натрия (для устранения мешающего действия катионов меди и железа) и одинаковое количество пероксида водорода. Затем кювету выдерживали до полного прекращения свечения, пластинку фотометрировали на микрофотометре МФ-2. Значение степени почернения пластинки $\Delta S$ стандартных растворов, содержащих 4,0; 8,0; 12,0; 16,0 мкг/мл кобальта, составили 0,17; 0,28; 0,40; 0,51 соответственно. Рассчитать массовую долю (%) кобальта в пробе, если $\Delta S_x = 0,20$.

4. Для определения $1 \cdot 10^{-6}$ % Cu в материалах, рассчитать минимальный молярный коэффициент поглощения, которым должно обладать комплексное соединение меди, в виде которого ее определяют спектрофотометрически, если навеска образца 1 г, конечный объем измеряемого раствора 5 мл, длина кюветы 5 см и минимальное допустимое значение оптической плотности (А) – 0,020?

5. На рисунке представлен ИК спектр соединения (в тонкой пленке). Определить какому из трех соединений: масляному альдегиду, 2-бутанону, кротоновому альдегиду он соответствует.



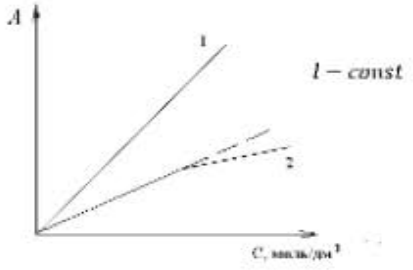

6. В таблице представлены исходные данные для определения концентрации воды в этаноле:

| C, г/100 мл | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|
| $n^{20}_D$ | 1,3362 | 1,3396 | 1,3433 | 1,3470 | 1,3504 |

Показатель преломления исследуемого раствора составляет 1,3450. Определить концентрацию этанола.

**Формирование компетенции ПК-3:**

1. На рисунке приведены графики зависимости А от С при данной длине волны. Определить для какого раствора можно проводить количественный анализ методом фотоколориметрии.



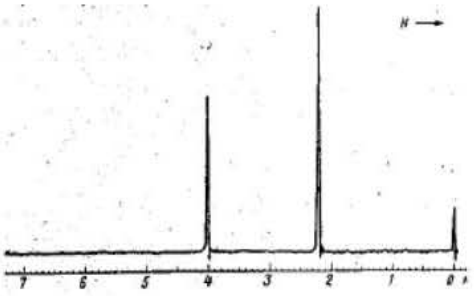
2. В таблице представлены данные ГХ для газовой смеси. Рассчитать массовую долю (%) компонентов.

| Компонент | Пропан | Бутан | Пентан | Циклогексан |
|---|---|---|---|---|
| S, мм$^2$ | 175 | 203 | 182 | 35 |
| K (поправочный коэффициент) | 0,68 | 0,68 | 0,69 | 0,85 |

3. Реакционную массу после нитрования толуола проанализировали методом ГЖХ с применением этилбензола в качестве внутреннего стандарта. Определить процент непрореагировавшего толуола по следующим экспериментальным данным:

| | |
|---|---|
| Взято толуола, г | 12,7500 |
| Внесено этилбензола, г | 1,2530 |
| $S_{\text{толуола}}$, мм$^2$ | 307 |
| $k_{\text{толуола}}$ | 1,01 |
| $S_{\text{этилбензола}}$, мм$^2$ | 352 |
| $k_{\text{этилбензола}}$ | 1,02 |

4. Определить, какому из хлорпропанов принадлежит прилагаемый спектр?



5. Для хроматографического определения никеля на бумаге, пропитанной раствором диметилглиоксима, приготовили три стандартных раствора. Для этого навеску 0,0615 г $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ растворили в мерной колбе на 50 мл. Затем из этой колбы взяли 5,0; 10,0 и 20,0 мл раствора и разбавили в колбах на 50 мл. Исследуемый раствор также разбавили в мерной колбе на 50 мл. Определить содержание никеля (мг) в исследуемом растворе, если высота пиков стандартных растворов равна $h_1 = 25{,}5$; $h_2 = 37{,}5$; $h_3 = 61{,}3$, а высота пика исследуемого раствора равна $h_x = 49{,}0$ мм.

6. Навеску образца материала массой 0,4571 г растворили и через полученный раствор в течение 20 мин пропускали ток 400 мА, в результате чего на катоде полностью выделилась медь. Определить процентное содержание меди в образце, если выход по току составлял 90 %.

**Формирование компетенции ОПК-4:**

1. α-Метилстирол в фенольной фракции производства ацетона и фенола кумольным методом определяли методом газовой хроматографии, используя стирол в качестве внутреннего стандарта, и получили следующие данные:

| ω α-метилстирола | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
|---|---|---|---|---|
| $S_{\text{α-метилстирола}}/S_{\text{стирола}}$ | 0,88 | 1,10 | 1,32 | 1,56 |

Рассчитать массовую долю (%) α-метилстирола в исследуемом образце, если основание пика α-метилстирола равно 24 мм, а высота – 80 мм, основание пика стирола – 20 мм а высота – 68 мм. При решении принять k обоих веществ равным 1.

2. В таблице приведены данные фотоколориметрического определения $Fe^{3+}$ с сульфосалициловой кислотой стандартных растворов с содержанием железа 10 мг/см$^3$, приготовленных разведением в мерных колбах вместимостью 100 см$^3$.

| $V_{ст}$, мл | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 5,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 0,12 | 0,25 | 0,37 | 0,50 | 0,62 | 0,75 |

Определить концентрацию $Fe^{3+}$ в анализируемых растворах, если их оптическое поглощение равно 0,30 и 0,50.

3. Рассчитать молярный коэффициент поглощения ( $\varepsilon$ ) для раствора $KMnO_4$ при $l$ = 1 см по следующим данным ( $M_{KMnO_4} = 158$ г/моль):

| $C_{KMnO_4}$ [мг/л] | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
|---|---|---|---|---|
| A | 0,22 | 0,43 | 0,65 | 0,87 |

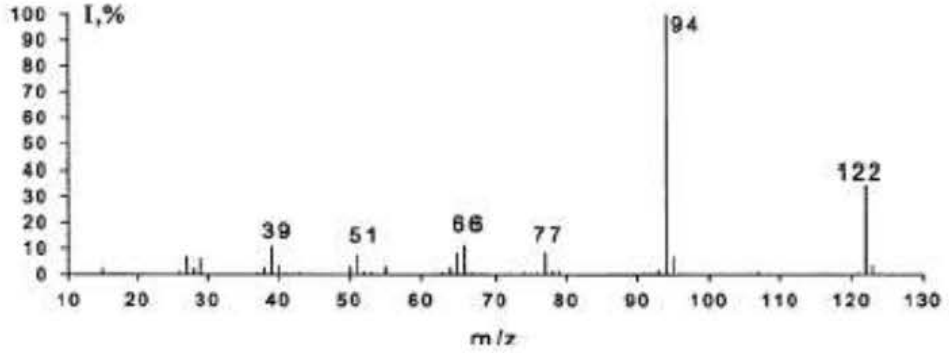
4. Ниже приведены результаты измерения квантового выхода флуоресценции пигмента X с увеличением его концентрации в водном растворе:

| $Cx*10^4$, М | 1,00 | 3,00 | 5,00 | 7,00 | 9,00 | 11,00 | 13,00 | 15,00 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $B_{кв}$ | 0.901 | 0.899 | 0.900 | 0,571 | 0,353 | 0,232 | 0,141 | 0,090 |

Как можно интерпретировать полученные результаты? Из графика $B_{кв}$ = f($Cx$) определить концентрационный барьер.

5. Определить содержание V в препарате по его естественной β-активности, если зарегистрированная активность препарата I = 60 имп/с, эффективность счета I=0.3. На долю β-излучения приходится 75% всех распадов. Содержание $^{50}V$ в природной смеси составляет 0,24%, период его полураспада $T_{1/2}$ $6 \cdot 10^{15}$ лет.

Ниже представлен масс-спектр электронного удара органического соединения. Определить, какому из перечисленных ниже соединений принадлежит этот спектр: а) бензойная кислота, б) о-этилфенол, в) о-метокситолуол, г) п-этилфенол, д) фенилэтиловый эфир, е) п-толилметиловый эфир, ж) 2-фенилэтиловый спирт, з) 1-фенилэтиловый спирт, и) 2,4-диметилфенол, к) 2,6-диметилфенол.




**Формирование компетенции ОПК-7:**

1. При спектрофотометрическом определении $Ca^{2+}$ в виде комплексного соединения с комплексоном III оптическая плотность раствора, содержащего 0,022 мг $Ca^{2+}$ в 50,0 мл органического растворителя, оказалась равной A = 0,326. Измерения проводились в кювете с толщиной слоя $l = 5$ см при определенных условиях. Вычислить значение молярного коэффициента поглощения комплекса.

2. В аналитической лаборатории имеется прибор, фотоэлемент которого может измерять интенсивность светового потока, начиная с $I = 1.10^{-5}$ лм. Определить концентрацию вещества № 1 и вещества № 2, начиная с которых возможно применение прибора для люминесцентного анализа этих веществ. Коэффициент, входящий в зависимость интенсивности люминесценции от концентрации, для вещества № 1 $K_1 = 2$ (лм · л)/мг, для вещества № 2 $K_2 = 0,5$ (лм · л)/мг. Для решения задачи выбрать правильную зависимость интенсивности люминесценции от концентрации люминофора в растворе: I = kC; I = k/C ; I = C/k

3. Показатель преломления 86 % этанола равен 1,3481, а 45,9 % концентрации – 1,3412. Определите концентрацию анализируемого раствора, если $n_D^{20} = 1,3460$.

4. Для определения уксусной и соляной кислот в их смеси 5 мл анализируемого раствора поместили в стакан для титрования и потенциометрически оттитровали 0,0500 н раствором КОН.

| *V*, мл | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | 2,35 | 2,40 | 2,45 | 2,55 | 2,90 | 3,55 | 4,8 |
| *V*, мл | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 |
| pH | 4,95 | 5,45 | 6,1 | 9,4 | 11,1 | 11,3 | 11,5 |

Используя полученные данные, построить кривые титрования и определить концентрации кислот (моль/л) в исследуемом растворе.

5. Определить концентрацию ионов $Zn^{2+}$ в растворе, если электродный потенциал анализируемого раствора $E_{Zn^{2+}/Zn} = -0,822B$. Стандартный электродный потенциал $E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0,763B$.

6. Сопротивление ячейки с 0,1 моль-экв/л раствора NaCl равно 46,8 Ом. Площадь каждого электрода 1,50 $см^2$, а расстояние между ними 0,75 см. Определить удельную и эквивалентную электрические проводимости.

### 7.3.2 Промежуточная аттестация

(формирование компетенций ПК-2, ПК-3, ОПК-4, ОПК-7)

Промежуточная аттестация (зачет).
Примерные вопросы к зачету.

1. Классификация методов анализа. Выбор метода анализа. Этапы анализа.
2. Метод и методика анализа. Аналитический сигнал.
3. Краткая характеристика основных методов инструментального анализа.
4. Зависимость аналитического сигнала от состава пробы. Приемы определения аналитического сигнала.
5. Основные этапы и приемы пробоподготовки.
6. Классификация методов соосаждения.
7. Закон Хлопина и условия его соблюдения. Изоморфизм. Коэффициент кристаллизации.
8. Особенности химических методов анализа. Качественный и количественный анализ.
9. Понятие о хроматографии. Классификация хроматографических методов.
10. Теория адсорбции. Уравнение изотермы Ленгмюра.
11. Основные хроматографические параметры. Требования к идеальной ПФ в ГЖХ.
12. Влияние параметров хроматографирования на эффективность разделения. Уравнение Ван-Деемтера.
13. Классификация газовой хроматографии. Аппаратурное оформление.
. Оценка эффективности, селективности разделительной способности хроматографической колонки.

Аппаратура для газовой хроматографии. Схема газового хроматографа.
Анализ смесей по временам удерживания и индексам удерживания веществ.
17. Обращенная газовая хроматография, её применение для физико-химических исследований материалов и процессов.
18. Качественный хроматографический анализ.
19. Количественный хроматографический анализ. Методы абсолютной калибровки и внутреннего стандарта.

Жидкостная хроматография (колоночная и плоскостная). Адсорбенты для жидкостной хроматографии.
21. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Практическое применение ЖАХ: хроматография низкомолекулярных веществ, олигомеров и полимеров.
22. Эксклюзионная хроматография (гель–хроматография). Материалы матриц и обменников. Гидрофильные и гидрофобные гели.
23. Ионообменная хроматография. Классификация ионитов. Практическое применение.

Плоскостная хроматография. Основные понятия бумажной (БХ) и тонкослойной хроматографии (ТСХ).
Способы проведения плоскостной хроматографии. Выбор подвижной фазы. Оценка разделительной способности и эффективности. Практическое применение.
26. Основной принцип гель-фильтрации. Выбор элюента. Эффективность разделения. Определение молекулярно-массового распределения полимеров.
27. Примеры использования и возможности методов хроматографии в исследовании материалов и покрытий различной природы.
28. Основные характеристики электромагнитного излучения (ЭМИ). Классификация спектральных методов.
29. Атомарные спектры – эмиссионные и адсорбционные. Теория, принципы реализации и применение.
30. Основные закономерности поглощения ЭМИ. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
31. Оптическая плотность и пропускание. Молярный коэффициент погашения. Закон аддитивности.
32. Электронный спектр поглощения. Характеристики максимума поглощения в спектре и связь со строением вещества.

33. Специфика электронных спектров поглощения различных классов соединений. Качественный и количественный анализ смеси веществ в растворе.
34. Принципиальная схема и конструкция спектрофотометров, способы подготовки образцов, проведение экспериментов и анализ результатов.
35. Люминесцентный метод анализа. Сущность и классификация метода.
36. Закон Вавилова. Энергетический и квантовый выход люминесценции.
37. Закон Стокса-Ломелля и правило Лёвшина в люминесценции.
38. Тушение люминесценции.
39. Приборы для измерения люминесценции. Качественный и количественный анализ.
40. Примеры использования и возможности люминесцентного метода анализа.

**Промежуточная аттестация (экзамен).**

**Примерные вопросы к экзамену.**

1. Колебательные спектры. Валентные и деформационные колебания. Приемы получения ИК-спектров.
2. Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации веществ, структурно-группового, молекулярного и количественного анализов.
3. Техника и методики ИК-спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура для ИК-спектроскопии, приготовление образцов.
4. Электрические и оптические свойства молекул.
5. Электронная, атомная и ориентационная поляризация. Поляризация деформации. Уравнение Клаузиуса - Мосотти.
6. Методы рефрактометрии. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от плотности и поляризуемости вещества.
7. Мольная, удельная рефракции. Уравнение Лорентц-Лорентца. Аддитивность молекулярной рефракции.
8. Методики качественного и количественного анализа в рефрактометрии.
9. Методы определения дипольного момента. Диэлькометрия.
10. Оптические методы неразрушающего контроля. Задачи, выбор метода, применение.
11. Оптическая микроскопия. Принципиальная схема микроскопа. Варианты использования оптической микроскопии.
12. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Основные теоретические предпосылки.
13. Химический сдвиг. Влияние структуры молекулы на величину химического сдвига.
14. Спектры ЯМР второго порядка. Спин-спиновое расщепление, применение для тонкого анализа структуры.
15. Основные отличительные особенности ЯМР-спектров ядер $^{13}C$.
16. Схема спектрометра ЯМР. Условия проведения эксперимента, подготовка образцов.
17. Методика расшифровки спектров ЯМР.
18. Области применения спектроскопии ЯМР при исследовании материалов и процессов.
19. Метод ЭПР. Принципы спектроскопии электронного парамагнитного резонанса. Применение метода ЭПР при исследовании композиционных материалов.
20. Структурная масс-спектрометрия. Основные принципы и методы реализации. Основные узлы прибора.
21. Молекулярный ион, способы его получения и расшифровки.
22. Методы ионизации в масс-спектроскопии: электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация и др.
23. Основные правила, определяющие направления фрагментации в масс-спектрах.
24. Корреляции между молекулярной структурой вещества и масс-спектрами.
25. Особенности реализации гибридных методов ГХ-МС.
26. Применение масс-спектроскопии для идентификации веществ. Хромато-масс-спектроскопия.

27. Основные виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада и его параметры.
28. Теоретическое обоснование альфа- и гамма-спектрометрии и их преимущества.
29. Количественный анализ элементов по их естественной радиоактивности.
30. Рентгено-флуоресцентный анализ. Принципы проведения и получаемые результаты.
31. Активационный анализ. Принципы реализации и получаемая информация. Абсолютный и относительный методы активационного анализа.
32. Электрохимические методы анализа. Электрохимическая ячейка. Основные принципы реализации.
33. Электроды сравнения и индикаторные. Мембранные и металлические электроды.
34. Потенциометрическое титрование. Ионометрия.
35. Кондуктометрия. Принципы организации и применение.
36. Кривые кондуктометрического титрования. Использование кондуктометрических датчиков в хроматографии и других методах исследования.
37. Прямая и косвенная кулонометрия. Законы Фарадея.
38. Вольтамперометрия. Полярографическая ячейка. Полярограммы.
39. Использование характеристик вольтамперограмм для исследования органических и неорганических материалов.
40. Классификация термических методов анализа. Применение методов для исследования полимеров.