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»

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /Нагорнова И.В./
«_27_» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология, стандартизация и сертификация»

Направление подготовки/специальность
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль/специализация
Инженерия полимерных материалов

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2025

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 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....3
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы....4
3 Структура и содержание дисциплины....4
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость....4
3.2 Тематический план изучения дисциплины....5
3.3 Содержание дисциплины....6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....7
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение....7
4.1 Нормативные документы и ГОСТы....7
4.2 Основная литература....7
4.3 Дополнительная литература....8
4.4 Электронные образовательные ресурсы....8
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....8
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы....8
5 Материально-техническое обеспечение....9
6 Методические рекомендации....9
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....9
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....9
7 Фонд оценочных средств....11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения....11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения....11
7.3 Оценочные средства....15

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Основные цели освоения дисциплины:

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

Основные задачи освоения дисциплины:

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

знать:

- неразрушающие методы контроля и испытания материалов, изделий и конструкций;
- методы прямых и косвенных измерений и обработки соответствующих результатов;
- метрологическую технику осуществления конкретных измерений;
- принцип работы и конструкцию типовых устройств и приборов, используемых для стандартизации и сертификации полимерных и композиционных материалов;
- физические явления, лежащие в основе методов исследования и контроля состава, структуры и свойств материалов, покрытий и процессов в них;
- возможности методов и используемой аппаратуры при исследовании и контроле состава, структуры и свойств материалов и покрытий, явлений и процессов в них на различных стадиях их получения, обработки, переработки и эксплуатации;

уметь:

- использовать на практике знания о сертификации, стандартизации и способах изучения свойств о полимерных материалах различного назначения;
- выбирать и использовать методы и средства измерений для исследования и испытания свойств материалов при решении задач сертификации и стандартизации;
- 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.;
- составлять программы комплексных исследований, испытаний и диагностики лакокрасочных и клеящих материалов согласно нормативно-технической документации.

владеть:

- методами сертификации, стандартизации и научного исследования полимерных материалов и конструкций из них;
- основными методами испытаний и анализа полимеров и технологических процессов в области инженерии полимерных материалов;
- основными приемами эксплуатации приборов, оборудования и методиками проведения измерений и наблюдений в профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

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

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» относится к обязательной части блока Б1.1 Дисциплины (модули). Методически дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» связана с дисциплинами «Химия материалов», «Общее материаловедение и технология материалов», «Предиктивная аналитика в науке о материалах», «Физическая, коллоидная химии и основы электрохимии», всеми видами практик и итоговой государственной аттестацией.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Кол-во часов	Семестры
			5
1	**Аудиторные занятия**	**90**	**54**

	В том числе:		
1.1	Лекционные занятия	18	18
1.3	Лабораторные (практические) занятия	36	36
2	**Самостоятельная работа**	**54**	**54**
	В том числе:		
2.1	Подготовка к лекционным занятиям (Реферат)	18	18
2.2	Подготовка к практическим (лабораторным) занятиям (РГР)	18	18
2.3	Подготовка к промежуточной аттестации (К/Р)	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		**зачет**
	Итого	**108**	**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
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
	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 практических (лабораторных) занятий, виды и формы самостоятельной работы.

Тема 2. Метрология. Парадигма, основные концепции и технологии. Методы исследования веществ (физические, химические и физико-химические). Классификация метрологических техник, их значение, преимущества и недостатки. Чувствительность, селективность и воспроизводимость измерений.

Тема 3. Стандартизация и сертификация. Техника отбора проб. Методы извлечения следовых количеств вещества из раствора, основные понятия и приемы. Экстракция, концентрирование и соосаждение. Законы Хлопина и Дернера-Хоскинса. Коэффициент распределения. Методология количественного описания и анализа соосаждении и экстракции.

Тема 4. Химические методы стандартизации элементного состава и строения полимерных материалов. Схема и методы качественного химического анализа материалов. Систематический и дробный анализ. Способы повышения избирательности реакций: изменение pH раствора, маскировка мешающих ионов. Методы обнаружения ионов (образование осадков, окрашенных ионов, микрокристаллоскопические капельные реакции). Титриметрия. Теоретические основы, практическое применение при сертификации и общая характеристика метода. Расчет и построение кривых титрования. Гравиметрический анализ. Техника и расчеты в гравиметрическом анализе. Методы повышения точности гравиметрических определений. Практическое применение гравиметрических методов при стандартизации и сертификации материалов как продукции.

Тема 5. Термические методы стандартизации молекулярно-массового строения полимерных материалов. 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.

Тема 6. Хроматографические методы стандартизации состава смеси веществ. Элементы теория адсорбции. Основные понятия и определения: время удерживания, удерживаемый объем, селективность колонки. Классификации хроматографических методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по способу перемещения подвижной фазы, по сорбционным свойствам подвижной фазы. Уравнение изотермы Ленгмюра. Хроматограммы. Носители и неподвижные фазы для газо-адсорбционной и газо-жидкостной хроматографии. Понятие эффективности колонки, способы ее оценки и оптимизации в целях стандартизации и сертификации. Влияние параметров хроматографирования на эффективность колонки. Программирование температуры колонки.

Тема 7. Молекулярно-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 стандартизации и сертификации материалов и покрытий различной природы.

Тема 8. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Интенсивность полос колебательных спектров. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. 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 9. Рефрактометрические методы стандартизации и сертификации оптических свойств различных материалов. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от плотности и поляризуемости вещества. Мольная и удельная рефракции. Уравнение Лорентц-Лорентца. Аддитивность молекулярной рефракции. Экзальтация мольной рефракции. Дисперсия света. Применение молекулярной рефракции и дисперсии для идентификации, установления строения и сертификации молекулярного строения вещества. Светорассеяние. Широкоугловое рассеяние света. Оптический фотометр. Лазерный фотометр. Определение молекулярной массы полимерных материалов.

3.4 Тематика практических (лабораторных) занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины, темы	Тематика лабораторных занятий	Трудо-емкость, (час.)
1	Тема 1.	**Предмет, цель, задачи дисциплины**	2
2	Тема 2.	**Метрология.**	2
3	Тема 3.	**Стандартизация и сертификация**	2
4	Тема 4.	**Химические методы стандартизации элементного состава и строения полимерных материалов.**	2
5	Тема 5.	**Термические методы стандартизации молекулярно-массового строения полимерных материалов.**	2
6	Тема 6.	**Хроматографические методы стандартизации состава смеси веществ.**	2
7	Тема 7.	**Молекулярно-абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ-областях.**	2
8	Тема 8.	**ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния.**	2
9	Тема 9.	**Рефрактометрические методы стандартизации и сертификации оптических свойств различных материалов**.	2
Итого			**36**

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. 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.
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. Сальникова Е.В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение; учебное пособие. – Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2017. – 121 с.
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

4.3 Дополнительная литература

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. 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
7. 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.
8. 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
9. Гиндуллина Т.М. Хроматографические методы анализа; учебно-методическое пособие / Гиндуллина Т.М., Дубова Н.М. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.
10. 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.

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. Kaspersky Endpoint Security для Windows.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Научная электронная библиотека. Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] http://elibrary.ru/defaultx.asp
2. Химические ресурсы в интернете. http://www.primchem.narod.ru/sites.html
3. Образовательный ресурс Интернета. ХИМИЯ. http://www.alleng.ru./edu/chem.htm
4. Федеральная университетская компьютерная сеть России. Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] http://www.runnet.ru/

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 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 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.

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 соответствии с приведенными в п.6 рабочей программы рекомендациями. 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 по дисциплине является самостоятельной работой обучающегося, выполняемой в форме домашнего задания.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме зачета. 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 только в случае выполнения всех требований, обозначенных в рабочей программе дисциплины.

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.

1. 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.

2. 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 ΔS 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 ΔS_X = 0,20.

3. 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?

4. 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.

5. 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

6. 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

7. 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.

8. 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 %.

9. 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.

10. 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.

11. Рассчитать молярный коэффициент поглощения (ε) 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

12. 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.

13. 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.

14. 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

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

16. 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.

7.3.2 Промежуточная аттестация

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

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. 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.

16. Обращенная газовая хроматография, её применение для физико-химических исследований материалов и процессов.
17. Качественный хроматографический анализ.
18. Количественный хроматографический анализ. Методы абсолютной калибровки и внутреннего стандарта.

Способы проведения плоскостной хроматографии. Выбор подвижной фазы. Оценка разделительной способности и эффективности. Практическое применение.

20. Примеры использования и возможности методов хроматографии в исследовании материалов и покрытий различной природы.
21. Атомарные спектры – эмиссионные и адсорбционные. Теория, принципы реализации и применение.
22. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
23. Оптическая плотность и пропускание. Молярный коэффициент погашения. Закон аддитивности.
24. Электронный спектр поглощения. Характеристики максимума поглощения в спектре и связь со строением вещества.
25. Принципиальная схема и конструкция спектрофотометров, способы подготовки образцов, проведение экспериментов и анализ результатов.