

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 printмедиаиндустрии»

д.ф.-м.н., доцент



/Г.О. Рытков/

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 изучение 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 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 химия 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					Само- стоя- тель- ная ра- бота
		Все го	Аудиторная работа				
			Лек- ции	Семи- нарские/ практи- ческие занятия	Лабо- ратор- ные за- нятия	Прак- тиче- ская подго- товка	
Семестр 4							
1	Тема 1. Предмет, цель, задачи дис- циплины	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-абсорбцион- ная спектроскопия	10	2		4		4
6	Тема 6. Люминесцентный метод	6	2				4
7	Тема 7. ИК-спектроскопия и спек- троскопия комбинационного рассея- ния (рамановская)	10	2		6		8
8	Тема 8. Методы основанные на ис- пользовании рассеяния и преломле- ния электромагнитного излучения	15	2		8		10
9	Тема 9. Оптические методы неразру- шающего 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 соосаждения 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 теории 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. Пеху 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 офисного 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 компетентного 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 рецептов (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 рецептов (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 рецептов (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 метилизобутилкетон 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 $\Delta S_x = 0,20$.
3. Для определения $1 \cdot 10^{-6} \% \text{ Cu}$ 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_D^{20}	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 $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 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
$S_{\alpha\text{-метилстирола}}/S_{\text{стирола}}$	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 обоим веществ равным 1.

10. В таблице приведены данные фотоколориметрического определения Fe^{3+} с сульфосалициловой кислотой стандартных растворов с содержанием железа 10 мг/см³, приготовленных разведением в мерных колбах вместимостью 100 см³.

$V_{\text{ст}}, \text{мл}$	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 ($M_{\text{KMnO}_4} = 158$ г/моль):

$C_{\text{KMnO}_4} [\text{мг/л}]$	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:

$Cx \cdot 10^4, \text{М}$	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00	11,00	13,00	15,00
$V_{\text{кв}}$	0.901	0.899	0.900	0,571	0,353	0,232	0,141	0,090

Как можно интерпретировать полученные результаты? Из графика $V_{\text{кв}} = f(Cx)$ 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 $I = 1 \cdot 10^{-5}$ 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.
13. Оценка эффективности, селективности разделительной способности хроматографической колонки.
14. Аппаратура для газовой хроматографии. Схема газового хроматографа.
15. 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.
19. 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.