

**Общество с ограниченной ответственностью
«Центр консалтинговых услуг ТЕУС»
(ООО «ЦКУ ТЕУС»)**



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «ЦКУ ТЕУС»
Ананко В.С.

_____ 2026 г.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Программа повышения квалификации
«Физико – механические методы
испытаний металлов и материалов (резина, пластмасса)»
(144 часа)

г. Севастополь
2026 г.

Оглавление

- 1. Общие положения**
- 2. Цель и планируемые результаты обучения**
- 3. Содержание программы. Учебный план**
- 4. Организационно-педагогические условия**
 - 4.1. Материально-технические условия реализации программы
 - 4.2. Кадровое обеспечение реализации программы
 - 4.3. Учебно-методическое обеспечение программы
- 5. Контроль и оценивание результатов освоения образовательной программы**
- 6. Форма документа, выдаваемого по результатам освоения программы**

1. Общие положения

Дополнительная профессиональная образовательная программа «Физико – механические методы испытаний металлов и материалов (резина, пластмасса)» (далее - Программа) разработана в соответствии с требованиями национальных (ГОСТ Р и ГОСТ), межгосударственных (ГОСТ) и международных стандартов (ISO и ASTM) в области механических испытаний металлов, полимеров и эластомеров; Приказа Минобрнауки России от 24 марта 2025 г. № 266 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» и других нормативных правовых актов.

Цель обучения: реализация программы обучения (повышения квалификации) направлена на совершенствование теоретических и практических знаний слушателей в области теории и практики проведения стандартизированных физико-механических испытаний металлических и полимерных (резина, пластмасса) материалов, интерпретации результатов и обеспечения качества испытаний.

В ходе реализации настоящей дополнительной профессиональной образовательной программы, предусматривается изучение слушателями:

- Основы материаловедения и нормативное регулирование.
- Испытания металлических материалов.
- Испытания полимерных материалов (резина, пластмасса).
- Безопасность и оформление результатов.

Форма обучения: Программа повышения квалификации «Физико – механические методы испытаний металлов и материалов (резина, пластмасса)» реализуется посредством следующих форм обучения:

дистанционная форма обучения.

Обучение проводится с применением дистанционных образовательных технологий, которые содержат электронные учебно - методические материалы, нормативные документы, вебинары и реализуются с применением информационно – телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий местом осуществления образовательной деятельности является место нахождения организации, осуществляющей образовательную деятельность, или ее филиала независимо от места нахождения обучающихся (п.4. ст.16 Федерального закона № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 г. «Об образовании в Российской Федерации»).

Срок обучения: 144 аудиторных часа; 1 академический час – 45 минут.

2. Цель и планируемые результаты обучения

Квалификация, полученная в результате обучения, позволит сформировать компетентности необходимые для организации и ведения профессиональной деятельности в области контроля качества, испытаний материалов, обеспечения соответствия нормативным требованиям, технологической экспертизы, а также для работы в исследовательских и производственных лабораториях.

Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации:

В результате обучения по данной программе слушатели должны

знать:

- Основные нормативные документы (ГОСТ, ISO, ASTM, EN) в области испытаний металлов, резин и пластмасс.
- Теоретические основы физико-механических процессов, происходящих в материалах при различных видах нагружения.

- Принципы работы, устройство и поверку современного испытательного оборудования (разрывные машины, твердомеры, копры, аппаратура для усталостных испытаний и др.).
- Методы подготовки образцов и специфику их подготовки для разных материалов.
- Метрологические основы испытаний, оценку погрешности и неопределенности измерений.
- Особенности поведения и критерии оценки свойств полимерных материалов в отличие от металлов.

уметь:

- Выбирать необходимый метод испытаний в соответствии с техническим заданием и нормативной документацией.
- Подготавливать стандартные образцы для испытаний.
- Проводить на современных приборах основные виды механических испытаний: статическое растяжение/сжатие, изгиб, твердость, ударную вязкость.
- Рассчитывать и определять ключевые характеристики материалов (предел прочности, текучести, удлинение, модуль упругости, работу удара и т.д.).
- Анализировать кривые «напряжение-деформация» и диаграммы нагрузка-перемещение.
- Обрабатывать статистические данные, оформлять протоколы испытаний.
- Выявлять типичные дефекты материалов по результатам испытаний.

владеть:

- Навыками работы на универсальных испытательных машинах, твердомерах (Бринелля, Роквелла, Виккерса, Шора), маятниковых копрах.
- Навыками проведения измерений для резин (эластомеров) и пластмасс с учетом их релаксационных свойств.
- Навыками безопасной организации рабочего места в лаборатории.
- Критериями оценки соответствия материалов установленным требованиям.

3. Содержание программы. Учебный план **УЧЕБНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Наименование компонентов программы	Продолжительность, час.
1	Основы материаловедения и нормативное регулирование	44
2	Испытания металлических материалов	44
3	Испытания полимерных материалов (резина, пластмасса)	44
4	Безопасность и оформление результатов	10
	Итоговое тестирование	2
	ИТОГО	144

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование дисциплин	Всего часов	Лекции
Раздел 1	Основы материаловедения и нормативное регулирование	44	44

1.1.	Классификация и структура материалов. Особенности металлов, термопластов, реактопластов, эластомеров. Связь структуры и свойств	8	8
1.2.	Основные механические свойства: прочность, пластичность, упругость, твердость, вязкость, хрупкость. Напряженно-деформированное состояние	14	14
1.3.	Международная и национальная нормативная база. ГОСТ, ISO, ASTM. Стандарты на методы испытаний и образцы	14	14
1.4.	Введение в метрологию испытаний. Погрешность, неопределенность измерений, поверка и калибровка оборудования	8	8
Раздел 2	Испытания металлических материалов	44	44
2.1.	Статические испытания на растяжение. Диаграмма растяжения. Определение модуля Юнга, предела пропорциональности, текучести, прочности, удлинения	10	10
2.2.	Испытания на сжатие, срез и изгиб. Особенности методов, оценка результатов	12	12
2.3.	Методы измерения твердости (Бринелль, Роквелл, Виккерс, микротвердость). Выбор метода, подготовка поверхности, пересчеты	12	12
2.4.	Динамические испытания. Определение ударной вязкости по Шарпи и Изоду. Конструкция маятникового копра. Определение работы разрушения. Особенности испытания пластиков при разных температурах	10	10
Раздел 3	Испытания полимерных материалов (резина, пластмасса)	44	44
3.1.	Особенности механики полимеров: вязкоупругость, гистерезис, зависимость от скорости и температуры	11	11
3.2.	Испытания резин: напряжение при заданном удлинении, остаточная деформация, сопротивление раздиру, истирание. Реометры	11	11
3.3.	Испытания пластмасс: статические и динамические методы. Определение модуля упругости, прочности, хрупкости, ударной вязкости	11	11
3.4.	Специальные испытания: испытания на ползучесть и релаксацию напряжений, термомеханический анализ (ТМА)	11	11
Раздел 4	Безопасность и оформление результатов	10	10
4.1.	Обработка и статистический анализ результатов испытаний. Погрешности измерений. Оформление протокола испытаний	4	4
4.2.	Основы поверки и калибровки испытательного оборудования. Внутренний лабораторный контроль. Техника безопасности в лаборатории механических испытаний	6	6

Раздел 1. Основы материаловедения и нормативное регулирование

Тема 1.1. Классификация и структура материалов. Особенности металлов, термопластов, реактопластов, эластомеров. Связь структуры и свойств.

- Введение. Почему эта тема важна для специалиста по испытаниям

- Классификация конструкционных материалов
 - ✓ По химической природе и типу межатомной (межмолекулярной) связи
 - ✓ Классификация по макроскопическим свойствам и поведению под нагрузкой (практический взгляд)
 - ✓ Функциональная классификация (для чего используется?)
- Особенности строения и свойств основных классов материалов
 - ✓ Металлы
 - ✓ Полимеры: Термопласты (Термопластичные полимеры); Реактопласты (Терморезистивные полимеры); Эластомеры (Резины)
- Связь структуры и свойств: Практические выводы для испытаний
 - ✓ Сравнительная таблица: от структуры к методике испытаний
 - ✓ Алгоритм выбора методики испытаний (практический чек-лист)

Тема 1.2. Основные механические свойства: прочность, пластичность, упругость, твердость, вязкость, хрупкость. Напряженно-деформированное состояние

- Прочность:
 - ✓ Фундаментальное определение и физический смысл
 - ✓ Виды прочности в зависимости от вида нагружения
 - ✓ Ключевые характеристики прочности при растяжении
 - ✓ Факторы, влияющие на прочность
 - ✓ Особенности определения прочности для разных классов материалов
 - ✓ Корреляции прочности с другими свойствами
 - ✓ Практические рекомендации по определению прочности
 - ✓ Теоретические основы прочности
 - ✓ Прикладное значение прочности в инженерной практике
 - ✓ Современные тенденции и методы
- Пластичность
 - ✓ Фундаментальное определение и физический смысл
 - ✓ Количественные характеристики пластичности
 - ✓ Механизмы пластической деформации
 - ✓ Факторы, влияющие на пластичность
 - ✓ Диаграмма пластической деформации: этапы развития
 - ✓ Методы оценки пластичности
 - ✓ Практическое значение пластичности
 - ✓ Особенности пластичности разных классов материалов
 - ✓ Методы улучшения пластичности
 - ✓ Связь пластичности с другими свойствами
 - ✓ Современные методы исследования пластичности
 - ✓ Практические рекомендации для испытаний
 - ✓ Критерии оценки достаточной пластичности
- Упругость
 - ✓ Фундаментальное определение и физический смысл
 - ✓ Основные характеристики упругости
 - ✓ Физическая природа упругости
 - ✓ Закон Гука и его пределы применимости
 - ✓ Типичные значения модулей упругости
 - ✓ Факторы, влияющие на упругие свойства
 - ✓ Методы определения упругих характеристик
 - ✓ Практическое значение упругих свойств
 - ✓ Упругая релаксация и ползучесть в упругой области

- ✓ Аномальные упругие явления
- ✓ Практические рекомендации для испытаний
- ✓ Корреляции с другими свойствами
- ✓ Современные направления исследований
- ✓ Прикладные задачи для инженера-испытателя
- Твердость
 - ✓ Фундаментальное определение и физический смысл
 - ✓ Классификация методов измерения твердости
 - ✓ Основные методы измерения твердости
 - ✓ Корреляции твердости с другими свойствами
 - ✓ Факторы, влияющие на твердость
 - ✓ Методика проведения испытаний
 - ✓ Твердость различных классов материалов
 - ✓ Специальные виды твердости
 - ✓ Практическое применение данных по твердости
 - ✓ Погрешности измерений и их минимизация
 - ✓ Современные тенденции и методы
 - ✓ Практические задачи для инженера-испытателя
- Вязкость (ударная вязкость)
 - ✓ Фундаментальное определение и физический смысл
 - ✓ Основные понятия и определения
 - ✓ Методы испытания ударной вязкости
 - ✓ Основные характеристики ударной вязкости
 - ✓ Факторы, влияющие на ударную вязкость
 - ✓ Механизмы разрушения и виды изломов
 - ✓ Практическое значение ударной вязкости
 - ✓ Особенности ударной вязкости разных материалов
 - ✓ Методика проведения испытаний
 - ✓ Обработка и интерпретация результатов
 - ✓ Специальные виды испытаний на ударную вязкость
 - ✓ Корреляции ударной вязкости с другими свойствами
 - ✓ Практические рекомендации для инженера-испытателя
 - ✓ Современные тенденции и методы
 - ✓ Практические приложения в инженерии
- Хрупкость
 - ✓ Фундаментальное определение и физический смысл
 - ✓ Механизмы хрупкого разрушения
 - ✓ Факторы, влияющие на хрупкость
 - ✓ Виды хрупкости в металлах
 - ✓ Диагностика хрупкости
 - ✓ Практические последствия хрупкости
 - ✓ Методы борьбы с хрупкостью
 - ✓ Нормирование требований по хрупкости
 - ✓ Примеры катастроф, вызванных хрупким разрушением
 - ✓ Современные методы исследования хрупкости
 - ✓ Практические рекомендации для инженера-испытателя
- Напряженно-деформированное состояние
 - ✓ Фундаментальные понятия и определения
 - ✓ Базовые понятия и их физический смысл
 - ✓ Тензоры напряжений и деформаций
 - ✓ Виды напряженного состояния

- ✓ Критерии оценки НДС
- ✓ Закон Гука и его обобщения
- ✓ Особенности НДС для разных материалов
- ✓ Экспериментальные методы определения НДС
- ✓ Концентраторы напряжений
- ✓ Практическое определение НДС в испытаниях
- ✓ Критерии прочности при сложном НДС
- ✓ Остаточные напряжения
- ✓ Особые случаи НДС
- ✓ Практические задачи для инженера-испытателя
- ✓ Современные методы анализа НДС

Тема 1.3. Международная и национальная нормативная база. ГОСТ, ISO, ASTM. Стандарты на методы испытаний и образцы

- Иерархия нормативных документов
- Международные организации по стандартизации
- Ключевые стандарты на методы механических испытаний
- Стандарты на образцы для испытаний
 - ✓ Образцы для испытаний металлов
 - ✓ Образцы для испытаний полимеров
 - ✓ Образцы для испытаний резин
 - ✓ Образцы для испытаний композитов
 - ✓ Метрологические требования к образцам
 - ✓ Специальные типы образцов
 - ✓ Типичные ошибки при изготовлении образцов
 - ✓ Практические рекомендации
 - ✓ Автоматизация подготовки образцов
 - ✓ Валидация методик изготовления образцов
 - ✓ Специальные требования для конкретных отраслей
 - ✓ Экономические аспекты
 - ✓ Практические кейсы
 - ✓ Чек-лист для инженера-испытателя
- Системы обозначений стандартов
- Процедура проведения испытаний по стандартам
 - ✓ Фундаментальные принципы стандартизованных испытаний
 - ✓ Типовая структура процедуры испытаний
 - ✓ Процедура для основных видов испытаний
 - ✓ Контроль условий испытаний
 - ✓ Безопасность при проведении испытаний
 - ✓ Калибровка и поверка оборудования
 - ✓ Обработка и интерпретация результатов
 - ✓ Оформление протокола испытаний
 - ✓ Контроль качества испытаний
 - ✓ Особые случаи и сложные ситуации
 - ✓ Автоматизация и цифровизация процедур
 - ✓ Компетенции и обучение персонала
 - ✓ Планирование и оптимизация испытаний
 - ✓ Этика и профессиональная ответственность
- Сопоставление требований различных стандартов
- Особенности стандартов для разных отраслей
 - ✓ Авиационная и космическая техника

- ✓ Автомобильная промышленность
- ✓ Нефтегазовая отрасль
- ✓ Энергетика (тепловая, атомная, гидро)
- ✓ Медицинская техника и имплантаты
- ✓ Судостроение и морские сооружения
- ✓ Строительство и инфраструктура
- ✓ Электроника и электротехника
- ✓ Универсальные принципы работы с отраслевыми стандартами
- ✓ Практические рекомендации для испытательных лабораторий
- Процедура разработки и внедрения стандартов
- Примеры практических задач

Тема 1.4. Введение в метрологию испытаний. Погрешность, неопределенность измерений, поверка и калибровка оборудования.

- Суть и цель метрологии испытаний
- Ключевые элементы метрологии испытаний
- Основные принципы и задачи
- Жизненный цикл измерения в испытаниях (на примере определения предела прочности)
- Связь с системами менеджмента качества
- Погрешность измерений
- Неопределенность измерений
- Поверка и калибровка оборудования

Раздел 2. Испытания металлических материалов

Тема 2.1. Статические испытания на растяжение. Диаграмма растяжения. Определение модуля Юнга, предела пропорциональности, текучести, прочности, удлинения.

- Сущность и цель испытания
- Образец для испытаний и оборудование
- Диаграмма растяжения и ее этапы: от упругости до разрушения
- Определение ключевых механических характеристик
 - ✓ Модуль упругости (модуль Юнга)
 - ✓ Предел пропорциональности
 - ✓ Предел упругости
 - ✓ Предел текучести
 - ✓ Временное сопротивление (предел прочности)
 - ✓ Характеристики пластичности: относительное удлинение (δ) и относительное сужение (ψ)
- Виды диаграмм для разных материалов

Тема 2.2. Испытания на сжатие, срез и изгиб. Особенности методов, оценка результатов.

- Испытания на сжатие
 - ✓ Особенности напряженно-деформированного состояния
 - ✓ Образцы для испытаний
 - ✓ Проведение испытания и диаграмма
 - ✓ Определяемые характеристики и оценка результатов
- Испытания на срез (сдвиг)
 - ✓ Особенности НДС и схемы испытаний
 - ✓ Определяемые характеристики и оценка результатов

- Испытания на изгиб
 - ✓ Особенности и схемы нагружения
 - ✓ Образцы и проведение испытания
 - ✓ Определяемые характеристики и оценка результатов
- Сравнительный анализ методов

Тема 2.3. Методы измерения твердости (Бринелль, Роквелл, Виккерс, микротвердость). Выбор метода, подготовка поверхности, пересчеты

- Метод Бринелля
 - ✓ Физические основы метода
 - ✓ Оборудование и оснастка
 - ✓ Технология измерений
 - ✓ Особенности для разных материалов
 - ✓ Источники погрешностей и их устранение
 - ✓ Практическое применение
- Метод Роквелла
 - ✓ Физические основы и принцип измерения
 - ✓ Шкалы твердости по Роквеллу
 - ✓ Конструкция и оборудование
 - ✓ Технология измерений
 - ✓ Особенности для разных материалов
 - ✓ Поверхностные шкалы: специальные случаи
 - ✓ Источники погрешностей и контроль качества
- Метод Виккерса
 - ✓ Физические основы и принцип измерения
 - ✓ Диапазоны нагрузок и обозначения
 - ✓ Оборудование и оснастка
 - ✓ Технология измерений
 - ✓ Особенности для разных материалов
 - ✓ Источники погрешностей и контроль качества
- Микротвердость
 - ✓ Физические основы и определение
 - ✓ Методы измерения микротвердости
 - ✓ Оборудование для микротвердости
 - ✓ Подготовка образцов
 - ✓ Методики измерений для разных задач
 - ✓ Обработка результатов и статистический анализ
 - ✓ Источники погрешностей и метрологическое обеспечение
 - ✓ Применение в различных областях
- Выбор метода измерения
 - ✓ Систематизация факторов выбора
 - ✓ Детализированный анализ по ключевым критериям
 - ✓ Алгоритм выбора метода
 - ✓ Практические сценарии и решения
 - ✓ Специальные случаи и исключения
 - ✓ Типовые ошибки при выборе
- Подготовка поверхности
 - ✓ Физические основы влияния поверхности
 - ✓ Последовательность операций подготовки
 - ✓ Специфика подготовки для разных материалов
 - ✓ Специальные технологии для разных видов изделий

- ✓ Контроль качества подготовки
- ✓ Обезжиривание и очистка
- ✓ Хранение подготовленных образцов
- ✓ Техника безопасности
- ✓ Типовые ошибки и их устранение
- ✓ Оптимизация процесса подготовки
- ✓ Перспективные технологии
- Пересчеты и соотношения
 - ✓ Физические основы пересчета
 - ✓ Официальные стандарты пересчета
 - ✓ Детальные таблицы пересчета для ключевых материалов
 - ✓ Математические модели пересчета
 - ✓ Практические алгоритмы пересчета
 - ✓ Факторы, влияющие на точность пересчетов
 - ✓ Специальные случаи и исключения
 - ✓ Пересчет для нестандартных условий
 - ✓ Корреляция с механическими свойствами
 - ✓ Практические рекомендации и ограничения
 - ✓ Перспективные методы и искусственный интеллект
 - ✓ Выводы и заключительные рекомендации

Тема 2.4. Динамические испытания. Определение ударной вязкости по Шарпи и Изоду. Конструкция маятникового копра. Определение работы разрушения. Особенности испытания пластиков при разных температурах.

- Физический смысл динамических испытаний
- Конструкция маятникового копра
- Определение работы разрушения
- Определение ударной вязкости по Шарпи
 - ✓ Сущность метода
 - ✓ Стандартный образец для испытаний
 - ✓ Схема испытания и конструкция копра
 - ✓ Расчет ударной вязкости
 - ✓ Интерпретация результатов и вид излома
 - ✓ Особенности испытания пластиков по Шарпи
 - ✓ Область применения метода
- Определение ударной вязкости по Изоду
 - ✓ Сущность метода
 - ✓ Стандартный образец для испытаний
 - ✓ Схема испытания и конструкция копра
 - ✓ Расчет ударной вязкости
 - ✓ Преимущества и недостатки метода
 - ✓ Область применения
- Особенности испытания пластиков при разных температурах

Раздел 3. Испытания полимерных материалов (резина, пластмасса)

Тема 3.1. Особенности механики полимеров: вязкоупругость, гистерезис, зависимость от скорости и температуры

- Вязкоупругость: материалы, живущие во времени
- Гистерезис: неравенство путей и диссипация энергии
- Критическая зависимость от скорости деформации
- . Критическая зависимость от температуры

- Как сочетаются факторы

Тема 3.2. Испытания резин: напряжение при заданном удлинении, остаточная деформация, сопротивление раздиру, истирание. Реометры.

- Чем резины отличаются от других материалов

- Испытание на растяжение. Напряжение при заданном удлинении

- ✓ Методика и стандарты
- ✓ Физическая интерпретация диаграммы растяжения резины
- ✓ Глубокий анализ параметров σ_{100} , σ_{200} , σ_{300} (σ_{100} : Индикатор плотности сетки и наполнения; σ_{200} и σ_{300} : Карта ориентационных процессов; Индекс подвулканизации ($\sigma_{300}/\sigma_{100}$) как интегральный диагностический критерий)
- ✓ Практическое значение для рецептурщика и инженера (Управление свойствами в рецептуре: «Шкала регуляторов»; Сценарное моделирование для инженера-конструктора; Алгоритм действий при отклонении параметров (для технолога ОТК); Прогнозирование поведения: Связь с другими испытаниями)
- ✓ Ограничения и тонкости метода (Фундаментальные физические ограничения; Реологические и временные эффекты; Технологические и методические артефакты; Интерпретационные ловушки)

- Остаточная деформация после разрыва и после сжатия

- ✓ Остаточная деформация после разрыва
- ✓ Остаточная деформация после сжатия (Compression set) — испытание на профессионализм (Методика «жестких условий»; Многоуровневая физика процесса: что происходит за 70 часов при 100°C; Классы материалов по Compression Set; Практическая диагностика: «Что пошло не так?»)
- ✓ Сравнительный анализ двух видов остаточной деформации
- ✓ Методы снижения остаточной деформации

- Сопротивление раздиру: борьба с ростом трещины

- ✓ Философия метода
- ✓ Методы и стандарты: разные пути к одной цели (Метод Грейвса (Graves) / Угловой образец; Метод Трупа (Trouser) / Штаны; Метод Дельфты (Delft) / Крыло чайки; Без надреза)
- ✓ Физика процесса: что происходит в зоне трещины (Трехзонная модель конца трещины; Энергетический баланс Гриффитса-Ривлина для эластомеров; Механизмы диссипации энергии)
- ✓ Влияние рецептурных факторов
- ✓ Связь с другими свойствами: компромиссы и корреляции
- ✓ Методы повышения сопротивления раздиру
- ✓ Прогнозирование и моделирование
- ✓ Практическая диагностика проблем

- Износ (Истирание): битва материала против абразива

- ✓ Философия износа: почему резина стирается
- ✓ Методы испытаний: моделируем реальность в лаборатории (Цилиндр-Гравер; Метод DIN Abrader / Дорожка; Аппарат Табера; Латексный тест; Современные тенденции)
- ✓ Физика износа: что происходит на микроуровне
- ✓ Рецептурные факторы: как управлять износостойкостью
- ✓ Внешние факторы: условия эксплуатации
- ✓ Специфика для шин: компромиссы и оптимизация
- ✓ Методы повышения износостойкости
- ✓ Моделирование и прогнозирование
- ✓ Практическая диагностика и решение проблем

- Реометры для резиновых смесей: «Электрокардиограмма» вулканизации
 - ✓ Философия метода: почему крутящий момент замест проб
 - ✓ Устройство и принцип работы MDR
 - ✓ Чтение реограммы: от кривой к технологическим параметрам
 - ✓ Типы реометров: эволюция точности
 - ✓ Влияние рецептурных компонентов на реограмму
 - ✓ Практическое применение: от кривой к производству
 - ✓ Расширенные возможности современных реометров
 - ✓ Ограничения и погрешности метода

Тема 3.3. Испытания пластмасс: статические и динамические методы.

Определение модуля упругости, прочности, хрупкости, ударной вязкости

- Статические методы
 - ✓ Растяжение — королевский метод
 - ✓ Изгиб — испытание для хрупких материалов
 - ✓ Сжатие — испытание для несущих конструкций
 - ✓ Статическая твердость
 - ✓ Метрология и погрешности
- Динамические методы
 - ✓ Ударные испытания: мера хрупкости и прочности
 - ✓ Динамико-механический анализ
 - ✓ Высокоскоростное растяжение
 - ✓ Циклические испытания (усталость)
 - ✓ Современные методы и интегральный анализ
 - Практическое руководство по выбору методов

Тема 3.4. Специальные испытания: испытания на ползучесть и релаксацию напряжений, термомеханический анализ (ТМА)

- Ползучесть — материал «помнит» о нагрузке
 - ✓ Фундаментальная физика: почему полимеры «ползут»
 - ✓ Детальный анализ кривой ползучести
 - ✓ Экспериментальная методика в деталях
 - ✓ Математические модели и их физическая интерпретация
 - ✓ Практические применения и расчеты
 - ✓ Ограничения и проблемы метода
- Релаксация напряжений — материал «забывает» о деформации
 - ✓ Философия «забывания»
 - ✓ Анализ молекулярных механизмов
 - ✓ Экспериментальные методики в деталях
 - ✓ Математическое описание и модели
 - ✓ Анализ экспериментальных данных
 - ✓ Практические применения и расчеты
 - ✓ Методы снижения релаксации
 - ✓ Современные методы исследования
- Термомеханический анализ (ТМА) – «термометр» материала
 - ✓ Физические основы: почему и как меняются размеры
 - ✓ Экспериментальная техника в деталях
 - ✓ Анализ результатов: от кривой к структурной информации
 - ✓ Анализ результатов: от кривой к структурной информации
 - ✓ Комбинированные методы: ТМА+
 - ✓ Ограничения и погрешности метода

- ✓ Специальные применения ТМА
- ✓ Сравнение с другими методами
- ✓ Практические рекомендации по проведению испытаний
- Интегральный анализ и практическое применение
 - ✓ Философия интегрального подхода: целое больше суммы частей
 - ✓ Взаимосвязь методов: фундаментальные соотношения
 - ✓ Практическое применение для разных классов материалов
 - ✓ Интегральные диагностические параметры
 - ✓ Методы ускоренных испытаний и экстраполяции
 - ✓ Практические расчеты для инженеров
 - ✓ Интегральные системы контроля качества

Раздел 4. Безопасность и оформление результатов

Тема 4.1. Обработка и статистический анализ результатов испытаний. Погрешности измерений. Оформление протокола испытаний.

- Погрешности измерений: классификация и природа
 - ✓ По форме числового выражения
 - ✓ По характеру проявления и причинам возникновения (Систематические погрешности, Случайные погрешности, Грубые погрешности (промахи))
- Статистическая обработка результатов прямых многократных измерений (Пошаговый алгоритм)
- Представление окончательного результата. Практические рекомендации
- Оформление протокола испытаний

Тема 4.2. Основы поверки и калибровки испытательного оборудования. Внутренний лабораторный контроль. Техника безопасности в лаборатории механических испытаний

- Поверка и калибровка испытательного оборудования: в чем разница и зачем это нужно
 - ✓ Поверка средств измерений
 - ✓ Калибровка средств измерений
 - ✓ Ключевые отличия поверки от калибровки
 - ✓ Пример для испытательной машины
- Внутренний лабораторный контроль
 - ✓ Сущность и цели ВЛК
 - ✓ Основные методы и процедуры ВЛК
 - ✓ О методе контрольных образцов (КО) и контрольных картах
 - ✓ Практический пример ВЛК в лаборатории испытаний на твердость
 - ✓ Документирование ВЛК
 - ✓ Выгоды от внедрения эффективного ВЛК
- Техника безопасности в лаборатории механических испытаний
 - ✓ Организационные мероприятия
 - ✓ Требования к оборудованию и его эксплуатации
 - ✓ Требования к персоналу и рабочему месту
 - ✓ Особые опасности
- Действия в аварийной ситуации

4. Организационно-педагогические условия

4.1. Материально-технические условия реализации программы

Программа повышения квалификации «Физико – механические методы испытаний металлов и материалов (резина, пластмасса)» обеспечивается учебно-методической документацией и материалами по всем темам.

Для проведения дистанционных лекционных и практических занятий имеются аудитории, оснащенные современным оборудованием (компьютером, мультимедийным проектором для презентаций, экраном, доской, средствами звуковоспроизведения, NV, DVD т.п., удаленной системой видеосвязи).

Для всех видов занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Самостоятельная и практическая учебная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

При освоении программы используются электронные образовательные технологии. На свою электронную почту обучающиеся получают ссылку для авторизации и доступа к системе электронного обучения (личный кабинет), расположенной в сети Интернет, к учебно-методическим материалам электронного курса. Это дает возможность изучать без ограничения по времени интерактивные лекции, анализировать необходимую нормативно-правовую документацию, выполнять тестовые и (или) практические задания.

Допускается проведение лекционных занятий по технологии вебинаров (интернет- конференций) в режиме реального времени в виртуальной вебинарной комнате.

Вебинар – это интернет - конференция в Интернете, которая проходит в режиме реального времени. Вовремя веб - конференции каждый из участников находится у своего компьютера и или мобильного устройства, а связь между ними поддерживается через Интернет посредством браузера. При запуске виртуального класса его материалы открываются в отдельном окне. Участники вебинара заранее получают письмо-приглашение на свою электронную почту. Для участия в вебинаре необходимо:

1. Подключить внешние колонки или активировать встроенные, чтобы слышать голос ведущего.

2. За 5 – 10 минут до начала вебинара пройти по указанной ссылке или скопировать ее в адресную строку браузера. Ссылка будет доступна только на время проведения вебинара.

Возможности виртуального класса позволяют участникам видеть и слышать лекцию преподавателя, задавать вопросы письменно (в чате), обсуждать с участниками вебинара проблемные ситуации и обмениваться практическим опытом.

Вебинары записываются, их можно просмотреть повторно в течение курса, а также шести месяцев с момента окончания обучения.

4.2. Кадровое обеспечение реализации программы

Реализация программы повышения квалификации обеспечивается научно - педагогическими кадрами, имеющими, как правило, базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, и систематически занимающимися научной и научно - методической деятельностью.

К образовательному процессу привлечены преподаватели из числа специалистов профильных организаций, предприятий и учреждений.

4.3. Учебно-методическое обеспечение программы Основные источники:

1. Федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»
2. Приказ Минпромторга РФ № 1818 — утверждает перечень средств измерений, подлежащих обязательной поверке.
3. ГОСТ 9.029-74. ЕСЗКС. Резины. Методы испытаний на стойкость и старению при статической деформации сжатия.

4. ГОСТ 263-75. Резина. Метод определения твердости по Шору.
5. ГОСТ 270-75. Резина. Метод определения упругопрочности свойств при растяжении.
6. ГОСТ 1497-2023. Металлы. Методы испытаний на растяжение.
7. ГОСТ 4647-2015. Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи.
8. ГОСТ 4648-2014. Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб.
9. ГОСТ 4670-2015. Пластмассы. Определение твердости. Метод вдавливания шарика.
10. ГОСТ 9012-59. Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю.
11. ГОСТ 9013-59. Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу.
12. ГОСТ 9454-2025. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатных и повышенных температурах.
13. ГОСТ 11262-2017. Пластмассы. Метод испытания на растяжение.
14. ГОСТ ИСЦ 37-2020. Резина и термоэластопласты. Определение упругопрочностных свойств при растяжении.
15. ГОСТ Р ИСО 148-1-2013. Материалы металлические. Испытание на ударный изгиб на маятниковом копре по Шарпи.
16. ГОСТ Р ИСО 815-1-2017. Резина и термоэластопласты. Определение остаточной деформации при сжатии. Часть 1. Испытания при стандартной или повышенной температурах.
17. ГОСТ Р ИСО 7619-2-2009. Резина вулканизованная или термопластичная. Определение твердости при вдавливании. Часть 2. Метод измерения с применением карманного твердомера.
18. ISO 48-2010. Каучук вулканизованный или термопластичный. Определение твердости.
19. Солнцев, Ю.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебник для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Вологжанина. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2020.
20. Гаркунов, Д.Н. Методы и средства механических испытаний материалов: Учебное пособие / Д.Н. Гаркунов, А.А. Шелепов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019.
21. Лахтин, Ю.М. Методы испытаний и исследования металлов и сплавов: Справочник / Ю.М. Лахтин, Я.С. Коган. — М.: Металлургия, 2018.
22. Кулезнев, В.Н. Механические испытания резин и пластмасс: Практикум / В.Н. Кулезнев, О.А. Шнее. — Казань: КНИТУ, 2021.
23. Шнейдерович, Р.М. Прочность. Устойчивость. Колебания: Справочник в 3-х томах. Т.1. / Р.М. Шнейдерович. — М.: Машиностроение, 2018.
24. Шашков, Д.П. Современное оборудование для механических испытаний: обзор и принципы выбора // Контроль. Диагностика. — 2021.
25. Головин В.П. Физико-механические испытания и контроль качества металлов.

5. Контроль и оценивание результатов освоения образовательной программы

В соответствии с Законом Российской Федерации № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», с учетом Приказ Минобрнауки Российской Федерации от 24 марта 2025 г. № 266 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», итоговая аттестация обучающихся, завершающих обучение по дополнительной профессиональной программе профессиональной переподготовке, является обязательной.

Целью итоговой аттестации является установление уровня подготовки и освоения новых компетенций слушателя по дополнительной профессиональной программе профессиональной переподготовке.

Итоговая аттестация позволяет выявить и объективно оценить теоретическую и практическую подготовку слушателя.

Порядок проведения аттестационных испытаний определяется настоящей Программой и доводится до сведения слушателей перед началом курсов повышения квалификации.

Промежуточная аттестация проводится с целью выявления уровня освоения новых компетенций слушателя в процессе обучения по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации.

Итоговая и промежуточная аттестация проводится в форме тестирования с использованием электронных образовательных технологий по принципу «зачет»/«не зачет».

Критерии оценки знаний слушателей:

- «Зачет»: 80% -100% -слушатель показал глубокие и всесторонние знания по выносимому на тестирование материалу в соответствии с учебной программой, владеет требованиями нормативных документов;

- «Незачет»: от 0% до 79% - слушатель показал незнание основных положений выносимого на тестирование материала; не знание требований нормативных документов; не в состоянии дать самостоятельный ответ на вопросы.

Прием итоговой и промежуточной аттестации может осуществляться одним преподавателем, имеющим соответствующую квалификацию.

После завершения промежуточной аттестации результаты вносятся в протокол аттестационной комиссии по обучению обучающихся.

После завершения итоговой тестирования результаты вносятся в протокол аттестационной комиссии по выпуску обучающихся.

Повторная сдача итоговой аттестации с целью повышения положительной оценки не допускается.

Обучающимся, не проходившим аттестационных испытаний по уважительной причине (по медицинским показаниям или в других исключительных случаях, документально подтвержденных), а также обучающимся получившим «незачет», предоставляется возможность пройти итоговую аттестацию повторно.

6. Форма документа, выдаваемого по результатам освоения программы

На основании решения аттестационной комиссии лицам, прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца по программе «Физико – механические методы испытаний металлов и материалов (резина, пластмасса)».