

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.01.02.08 «МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ
И КОНТРОЛЯ»**

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль программы «Профессиональное обучение (по элективным модулям)»

Автор(ы): канд. физ.-мат. наук, доцент, В.В. Бухаленков
доцент

Проректор по образовательной
деятельности

Л. К. Габышева

Екатеринбург
2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Методы и средства измерений, испытаний и контроля»: формирование у студентов содержательной основы будущей профессионально-педагогической деятельности в области методов и средств измерений различных физических величин, результаты которых используются при контроле продукции машиностроения и в механических испытаниях материалов; овладение умениями правильного выбора и применения методов и средств измерения, испытания или контроля в конкретных условиях машиностроительного производства.

Задачи:

- изучение метрологических аспектов измерительных процедур, физических принципов измерений и основных компонентов измерительных систем, наиболее распространенных в машиностроительном производстве;
- изучение современных приборов для измерения геометрических параметров деталей машин, отклонений формы и расположения поверхностей, шероховатости поверхности;
- овладение умениями анализировать профессионально-педагогические ситуации, связанные с выбором и использованием методов и средств измерений параметров типовых соединений;
- изучение методов испытаний материалов и видов неразрушающего контроля производственно-технологических дефектов, возникающих в сварных конструкциях и деталях машин;
- овладение умениями применять полученные знания для диагностики знаний и умений рабочих, служащих и специалистов среднего звена в ходе изучения дисциплин, включающих методы и средства неразрушающего контроля в образовательных организациях среднего профессионального образования и дополнительного профессионального образования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Методы и средства измерений, испытаний и контроля» относится к формируемой участниками образовательных отношений части учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Технология конструкционных материалов и материаловедение.
2. Физика.
3. Теоретическая механика и сопротивление материалов.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Технологии производства изделий машиностроения.
2. Технический контроль в машиностроении.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ПКО-4 Способен использовать педагогически обоснованные формы, методы и средства контроля в процессе промежуточной и итоговой аттестации;
- ПКС-4 Способен к разработке и реализации процессов контроля качества деталей машин и механизмов.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Основные понятия и определения теории измерений, сущность и назначение измерений, испытаний и контроля, процесс и этапы измерений;
32. Шкалы измерений физической величины;
33. Классификацию методов и средств измерений геометрических величин;
34. Метрологические характеристики средств измерений;
35. Методики выполнения измерений и условия измерений изделий машиностроения;
36. Методы измерений отклонений формы и расположения поверхностей;
37. Классификацию видов испытаний;
38. Физические основы и методы измерения при механических испытаниях материалов машиностроения;
39. Типы и виды производственно-технологических дефектов, возникающих в сварных конструкциях и деталях машин;
310. Природу физических явлений, принципы обнаружения дефектов и принципы детектирования измерительной информации в стандартных видах неразрушающего контроля изделий машиностроения – магнитном, электрическом, электромагнитном, радиационном, акустическом и проникающими веществами;
311. Перечень компетенций, формируемых у будущих рабочих, служащих и специалистов среднего звена в процессе освоения дисциплин, областью изучения которых являются методы и средства измерений, испытаний и контроля изделий машиностроения.

Уметь:

- У1. Выбирать в заданной ситуации оптимальный метод и средство измерения;
- У2. Выбирать в заданной ситуации вид и метод неразрушающего контроля или их комбинацию;

У3. Определять тип поверхностной несплошности или вид отклонения формы контролируемого объекта;

У4. Выполнять измерения геометрических параметров на оптико-механических приборах, отклонений формы и расположения поверхностей, шероховатости поверхности изделий машиностроения;

У5. Выполнять измерения параметров типовых соединений – резьбовых поверхностей и зубчатых колес;

У6. Осуществлять контроль знаний содержания учебной информации для общепрофессиональной и специальной подготовки обучаемых с различным уровнем требуемой квалификации.

Владеть:

В1. Методикой выполнения измерений деталей низкой сложности;

В2. Приемами выбора оборудования для проведения контроля качества деталей.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.), семестр изучения – 5, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	5 сем.
Кол-во часов	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108
Контактная работа, в том числе:	42
Лекции	18
Практические занятия	8
Лабораторные работы	16
Самостоятельная работа студента	66
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Зачет с оценкой	5 сем.

**Распределение трудоёмкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.			СРС
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	
1. Основные представления об измерениях, испытаниях и контроле	5	16	4	2	-	10
2. Методы и средства измерений параметров типовых соединений	5	32	4	2	12	14
3. Измерения при механических испытаниях	5	18	4	2	-	12
4. Неразрушающий контроль в машиностроении	5	30	4	2	4	20
5. Особенности преподавания и проектирование содержания дисциплин в образовательных организациях СПО и ДПО	5	12	2	-	-	10

**Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин

Раздел 1. Основные представления об измерениях, испытаниях и контроле

Основные понятия и определения метрологии (РД 29-2013). Понятие измерения, физической величины, истинное и действительное значения величины. Единица измерения физической величины. Основное уравнение измерения. Основные компоненты и структурная схема процедуры измерения. Элементарные операции процедуры измерения: измерительное преобразование измеряемой физической величины, воспроизведение физической величины заданного размера, сравнение с мерой, результат измерения. Основные этапы измерений и их характеристики: постановка измерительной задачи, планирование измерения, измерительный эксперимент, обработка экспериментальных данных. Компоненты процесса измерений: объект измерения, принцип, метод и средство измерения, результат измерения, погрешность измерения.

Классификация измерений: по характеристикам точности, по числу измерений в ряду измерений, по отношению к измерению измеряемой величины, по выражению результата измерений, по способу получения информации, в

зависимости от метрологического назначения. Область и вид измерений. Принципы и методы измерений. Классификация методов измерений.

Методика выполнения измерений (ГОСТ 8.010-2013). Структура и содержание методики выполнения измерений. Аттестация методики выполнения измерений.

Шкалы измерений (РМГ 83-2007). Типы шкал: наименований, порядка, интервалов (разностей), отношений, абсолютные.

Средства измерительной техники (ГОСТ 8.010-2013, РМГ-83-2007). Понятие средства измерения. Классификация средств измерительной техники: средства измерений, эталоны, измерительные системы, измерительные установки, измерительные принадлежности, средства сравнения, стандартные образцы. Классификация средств измерений по роли в процессе измерений и выполняемым функциям, по условиям применения, по уровню автоматизации, по уровню стандартизации, по отношению к измеряемой физической величине. Кодификатор групп средств измерений (МИ 2314-2006). Элементарные средства измерений: меры, устройства сравнения (компараторы), измерительные преобразователи. Комплексные средства измерений: измерительные приборы, измерительные установки, измерительные системы, измерительно-вычислительные комплексы.

Метрологические характеристики средств измерений: цена деления, диапазон измерений, точностные характеристики, чувствительность, дрейф показаний, погрешность, точность средства измерений. Условия измерений: нормальные, рабочие и предельные.

Результаты и погрешности измерений. Методы обработки результатов прямых многократных измерений (ГОСТ Р 8.736-2011), прямых однократных измерений (Р 50.2.038-2004).

Раздел 2. Методы и средства измерений параметров типовых соединений

Измерение отклонений формы и расположения поверхностей. Измерение параллельности детали с помощью индикатора часового типа. Измерение радиального и торцевого биений деталей с помощью приспособлений и на станке. Измерение овальности цилиндрических деталей на кругломере. Измерение отклонений от круглости и цилиндричности деталей с применением рычажно-механических приборов.

Измерение и контроль шероховатости поверхностей. Визуальное определение шероховатости поверхности плоских и цилиндрических деталей путем сравнения с образцами шероховатости. Устройство и технические характеристики двойного микроскопа. Измерение параметров шероховатости поверхности с помощью двойного микроскопа. Количественная оценка шероховатости по результатам обработки профилограмм.

Измерения на оптико-механических приборах. Устройство и технические характеристики вертикального и горизонтального оптиметров. Настройка приборов перед проведением измерений. Установка приборов на необходимый

размер по блоку концевых мер длины. Измерение размеров гладких калибров-пробок и колец.

Измерения на инструментальном и универсальном микроскопах. Устройство и технические характеристики инструментальных (типа ММИ и БМИ) и универсальных (типа УИМ) микроскопов. Подготовка и настройка приборов. Отсчет по отсчетным устройствам универсальных микроскопов. Измерение линейных и угловых размеров.

Измерение параметров резьбовых поверхностей. Основные параметры метрической резьбы. Средства измерений параметров резьб. Измерение среднего диаметра резьбы резьбовым микрометром, методом трех проволочек. Измерение параметров резьбы на инструментальном микроскопе.

Измерение параметров зубчатых колес. Допуски зубчатых передач. Степени точности зубчатых колес и передач. Обозначения допусков зубчатых колес на чертежах. Средства измерений элементов зубчатых колес: штангензубомер, биениемер, тангенциальный зубомер, нормалемер и зубомерный микрометр.

Раздел 3. Измерения при механических испытаниях

Понятие об испытании. Классификация видов испытаний. Цель и результат испытания. Сходство и различия между испытанием и измерением.

Статические испытания металлов. Испытания материалов на растяжение. Диаграмма растяжения. Образцы для растяжения. Испытания материалов на кручение. Измерения твердости материалов: по Бринеллю, по Роквеллу.

Динамические испытания металлов. Испытание материалов на ударный изгиб. Маятниковые копры для испытания на ударный изгиб.

Циклические испытания металлов. Образцы и методы испытаний на усталость. Машины для испытаний на усталость различными методами (растяжения – сжатия, изгиб, кручение).

Раздел 4. Неразрушающий контроль в машиностроении

Понятие о контроле. Классификация видов контроля по различным критериям. Сходство и различия между контролем и измерением.

Дефекты производственно-технологического происхождения. Общее определение качества и дефекта по ГОСТ 15467-79. Классификация дефектов и видов брака по степени их влияния на безопасность продукции, по устранимости, по расположению в изделии, по происхождению. Характеристика дефектов производственно-технологического происхождения: плавки и литья, обработки металлов давлением, термической, химико-термической и электрохимической обработки, механической обработки. Дефекты сварных швов, их классификация по типам (геометрическим признакам) и видам (природе).

Неразрушающий контроль: общие сведения и определения. Основные термины и определения в области неразрушающего контроля по ГОСТ Р 53697-2009. Классификация процедур неразрушающего контроля по видам контролируемых параметров: толщинометрия (измерительный контроль

геометрических размеров), дефектоскопия (обнаружение дефектов сплошности), структуроскопия и техническая диагностика. Определение и классификация видов неразрушающего контроля по ГОСТ Р 56542-2015: акустический; виброакустический; вихретоковый; магнитный; оптический; проникающими веществами; радиационный; радиоволновой; тепловой; электрический. Факторы, влияющие на выбор методов и средств неразрушающего контроля. Понятия чувствительности и разрешающей способности неразрушающего контроля.

Магнитный вид неразрушающего контроля. Основные понятия и термины теории магнетизма: напряженность магнитного поля, магнитные силовые линии, магнитный поток, магнитная индукция, магнитная проницаемость, магнитная восприимчивость материалов. Способы намагничивания изделий: продольное, циркулярное, комбинированное. Способы индикации магнитных полей. Информативные параметры магнитного вида неразрушающего контроля. Основные методы магнитного вида контроля: магнитопорошковый, магнитографический. Принципы обнаружения дефектов при намагничивании: возмущение магнитного поля над открытым дефектом, возмущение магнитного поля над скрытым дефектом, возмущение магнитного поля над сварным швом с усилением. Технология проведения неразрушающего контроля магнитопорошковым и магнитографическим методами. Контролируемые параметры, форма представления первичной информации, аппаратное оснащение и необходимые материалы для перечисленных методов магнитного вида контроля. Факторы, ограничивающие применимость магнитных методов неразрушающего контроля, области применения магнитных методов неразрушающего контроля.

Вихретоковый (электромагнитный) вид неразрушающего контроля. Основные сведения об электромагнетизме: электромагнитная индукция, вихревое электрическое поле, вихревые токи в проводнике. Информативные параметры электромагнитного вида неразрушающего контроля. Сущность, аппаратное оснащение, устройства преобразования и отображения измерительной информации в вихретоковом (электромагнитного) виде неразрушающего контроля. Области применения.

Радиационный вид неразрушающего контроля. Представление об ионизирующих излучениях. Рентгеновское и гамма-излучение. Источники ионизирующих излучений: рентгеновские трубки, электронные ускорители, радиоактивные изотопы. Физические явления, лежащие в основе процессов обнаружения ионизирующих излучений: газовый разряд, фотографический процесс, люминесценция, внешний фотоэффект и вторичная электронная эмиссия, электронно-оптическое преобразование. Принцип обнаружения дефектов в радиационном виде неразрушающего контроля. Методы радиационного вида неразрушающего контроля: радиографический, радиоскопический, радиометрический. Технология, материалы и аппаратура методов радиационного вида неразрушающего контроля.

Акустический вид неразрушающего контроля. Физические основы акустического вида неразрушающего контроля. Виды ультразвуковых волн, их

свойства. Трансформация ультразвуковых волн при переходе границы раздела твердых акустических сред, критические углы. Пьезоэлектрические преобразователи и их типы. Классификация методов акустического вида неразрушающего контроля: теневой, эхо-импульсный, зеркально-теневой, резонансный. Чувствительность и разрешающая способность ультразвукового контроля. Технология ультразвукового контроля сварных соединений.

Неразрушающий контроль проникающими веществами. Физико-технические основы капиллярных методов контроля (смачиваемость, капиллярные явления). Технология, материалы и оборудование для проведения капиллярного контроля. Методы капиллярного контроля в зависимости от способа проявления (цветной, люминесцентный, люминесцентно-цветной). Разрешающая способность (чувствительность) методов капиллярного контроля. Области применения капиллярного контроля.

Раздел 5. Особенности преподавания и проектирование содержания дисциплин в образовательных организациях СПО и ДПО

Предмет и область применения сведений о методах и средствах измерений, испытаний и контроля качества продукции в преподавании учебных дисциплин в образовательных организациях СПО и ДПО при подготовке рабочих, служащих и специалистов среднего звена.

Этапы проектирования содержания дисциплины. Разработка общей концепции содержания дисциплин: анализ требований ФГОС СПО, сопоставление требований ФГОС СПО и профессионального стандарта. Разработка структуры содержания дисциплины: определение места дисциплины в структуре подготовки; определение совокупности знаний, умений и владений, необходимых для осуществления профессиональной деятельности; определение объема содержания дисциплины; определение логики построения дисциплины; определение последовательности изучения разделов и тем. Разработка системы оценки знаний и умений, формируемых при изучении проектируемой дисциплины: определение уровней и параметров качества усвоения содержания дисциплины; разработка тестовых заданий по дисциплине; разработка компетентностно-ориентированных заданий. Формирование содержания обучения рабочих, служащих и специалистов среднего звена методам и средствам неразрушающего контроля изделий машиностроения.

Анализ профессионально-педагогических ситуаций, возникающих в ходе учебной деятельности по обоснованию выбора средств измерений и контроля качества изделий машиностроительного производства. Роль учебной дисциплины в формировании у обучающихся способности к самоорганизации и самообразованию.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии представлены комбинацией объяснительно-иллюстративного и репродуктивного методов обучения. Осуществляются с использованием информационных лекций, семинаров, практических занятий или лабораторных работ. При использовании данных методов деятельность учащегося направлена на получение теоретических знаний и формирования практических умений по дисциплине.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии, при которых организация образовательного процесса, основывается на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией. Используются для поддержки самостоятельной работы обучающихся с использованием электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), телекоммуникационных технологий, педагогических программных средств и др.

3. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Основная литература

1. Алешин, Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : учебное пособие / Н. П. Алешин. — 2-е изд., перераб. и доп. —

Москва : Машиностроение, 2019. — 576 с. — ISBN 978-5-907104-14-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151068>

2. Воробьева, Г.Н. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.Н. Воробьева, И.В. Муравьева. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2019. — 108 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/129000>. — Загл. с экрана.

3. Соломахо В. Л., Цитович Б. В., Соколовский С. С. Нормирование точности и технические измерения : учебник. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 368 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48012>.

4. Латышенко, К. П. Общая теория измерений : учебное пособие / К. П. Латышенко. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 300 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79654.html>.

5. Клименков, С.С. Нормирование точности и технические измерения в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 248 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/43874>. — Загл. с экрана.

6. Богомоллов Ю. А., Медовикова Н. Я. Оценивание погрешностей измерений : учебное пособие. - Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. - 52 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44266>.

6.2 Дополнительная литература

1. Слесарчук В. А. Нормирование точности и технические измерения : учебное пособие. - Минск : Республиканский институт профессионального образования, 2016. - 228 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67665>.

2. Попов Г. В., Клейменова Н. Л., Косенко И. С., Жашков А. А. Методы и средства измерений и контроля : практикум. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015. - 76 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50633>.

3. Латышенко, К. П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля : учебное пособие / К. П. Латышенко. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 307 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79612.html>.

4. Завистовский В. Э., Завистовский С. Э. Допуски, посадки и технические измерения : учебное пособие. - Минск : Республиканский институт профессионального образования, 2016. - 280 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67627>.

5. Гордиенко В. Е., Гордиенко Е. Г., Норин В. А., Абросимова А. А., Новиков В. И., Трунова Е. В. Метрология, стандартизация и сертификация. Технические измерения : практикум. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. - 148 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74337>.

6. Абрамов, Н.Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Современные методы исследований функциональных материалов [Электронный

ресурс] : учеб. пособие / Н.Н. Абрамов, В.А. Белов, Е.И. Гершман. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2011. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47412>. — Загл. с экрана.

6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы:

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. Режим доступа: <http://gpntb.ru>
2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Режим доступа: <http://www.gost.ru>
3. Портал Сварка, резка, металлообработка. Режим доступа: <https://www.autowelding.ru/>

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Офисная система Office Professional Plus.
3. Программное обеспечение для организации вебинаров Mirapolis Virtual Room.
4. Система дистанционного обучения Moodle.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория лаборатория метрологии и технических измерений для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций.
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа с мультимедийным оборудованием.
3. Помещения для самостоятельной работы.
4. Учебная аудитория стандартизации, сертификации и управления качеством для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.