

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра машиностроения и транспорта

УТВЕРЖДАЮ:



Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова Е.И. Луковникова

«29» мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Б1.Б.21

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств**

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Технология машиностроения

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств от 11 августа 2016 г № 1000 и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» от 03.02.2020 г. № 46 для очной формы обучения для набора 2020 года

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	5
4.3 Лабораторные работы.....	20
4.4 Семинары / практические занятия.....	20
4.5. Контрольные мероприятия: реферат.....	20
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	21
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	22
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	22
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.....	23
9.2. Методические указания по выполнению реферата.....	27
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	28
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	28
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	29
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	33
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	34
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	35

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является – приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков контроля заданного качества продукции машиностроения, оценки причин выявленного несоответствия и подготовки предложений по повышению качества продукции и экономии ресурсов.

Задачами изучения дисциплины является:

- развитие способности участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции, участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проблемы, связанные с организацией контроля качества на производстве; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с организацией контроля качества на производстве; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками выбора оптимального варианта организации системы контроля качества на производстве.
ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - компоновку рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - участвовать в организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения.
ПК - 18	способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методики контроля и испытания изделий машиностроения, средств технологического оснащения, диагностики; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками осуществления метрологической поверки средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.21 Контроль качества изделий в машиностроении относится к базовой части.

Дисциплина Контроль качества изделий в машиностроении базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как:

- История отрасли и введение в специальность;
- Математика;
- Физика;
- Теоретическая механика.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Контроль качества изделий в машиностроении представляет основу для изучения дисциплин:

- Технологические процессы в машиностроении;
- Технология создания инженерных программ;
- Метрология, стандартизация и сертификация;
- Техническая эксплуатация систем автоматизированного производства.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						реферат	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары/Практические занятия	Самостоятельная работа		
Очная	2	3	72	34	17	17	-	38	Р	зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			3
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	34	17	34
Лекции (Лк)	17	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	-	17
Реферат	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	38	-	38
Подготовка к лабораторным работам	20	-	20
Подготовка к зачету	18	-	18
Выполнение реферата	+	-	+
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины ... час.	72	-	72
зач. ед.	2	-	2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	Лабораторные работы	
1.	Введение. Основные термины и определения.	36	9	8	19
1.1.	Физические величины и их измерение	2	1	-	1
1.2.	Классификация видов и методов измерений	4,5	0,5	2	2
1.3.	Средства измерений	3	1	-	2
1.4.	Метрологические характеристики средств измерений	2	1	-	1
1.5.	Подготовка к измерениям	1,5	0,5	-	1
1.6.	Анализ постановки измерительной задачи	4,5	0,5	2	2
1.7.	Создание условий для измерения	1,5	0,5	-	1
1.8.	Выбор средств измерения	1,5	0,5	-	1
1.9.	Выбор метода измерений	1,7	0,7	-	1
1.10.	Выбор числа измерений	4,7	0,7	2	2
1.11.	Подготовка оператора	4,8	0,8	2	2
1.12.	Апробирование средств измерений	1,6	0,6	-	1
1.13.	Методики выполнения измерений	2,7	0,7	-	2
2.	Контроль изделий машиностроения	36	8	9	19
2.1.	Основные положения	3	1	-	2
2.2.	Виды контроля	3	1	-	2
2.3.	Организация технического контроля на предприятии	9	1	4	4
2.4.	Организация различных видов контроля Входной контроль.	12,5	2,5	5	5
2.5.	Контроль деталей калибрами	4	1	-	3
2.6.	Допуски калибров для контроля гладких цилиндрических деталей	4,5	1,5	-	3
	ИТОГО	72	17	17	38

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Введение. Основные термины и определения

Тема 1.1 Физические величины и их измерение (Лекция-дискуссия – 1 час.)

Современный этап научно-технического прогресса характеризуется интенсивным повышением интереса к измерениям. Возрастающий интерес к измерениям обуславливается тем, что они играют всё более значительную, а иногда определяющую роль в решении, как фундаментальных проблем познания, так и практических проблем научно-технического прогресса, социальных проблем, повышают эффективность всей общественно-полезной деятельности. Измерения являются основным процессом получения объективной информации о свойствах разнообразных материальных объектов, связанных с практической деятельностью человека. Например, о годности какой-либо детали по ее размерам мы можем судить только после измерений этих размеров.

Измерение – это процесс получения объективной информации, отражающей действительный, а не предполагаемый материальный, научно-технический потенциал общества, достигнутый уровень общественного производства и т.п. На информации, получаемой путём измерений, основываются решения органов управления экономическим развитием на всех уровнях.

Все предприятия, деятельность которых связана с разработкой, испытаниями, производством, контролем продукции, с эксплуатацией транспорта и средств связи, со здравоохранением и др., проводят неисчислимое количество измерений. На основе результатов измерений принимаются конкретные решения.

На схеме, представленной на рис. 1.1, показаны основные элементы, логически связанные между собой при измерениях.

Измерения основаны на сравнении одинаковых свойств материальных объектов. Для свойств, при количественном сравнении которых применяются физические методы, установлено единое обобщённое понятие – физическая величина.

По ГОСТ 16263 **физическая величина** – это свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам (физическим системам, их состояниям и происходящим в них процессам), но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта. Индивидуальность в количественном отношении следует понимать в том смысле, что свойство может быть для одного объекта в определённое число раз больше или меньше, чем для другого.

К физическим величинам относятся: длина, масса, время, электрические величины (ток, напряжение и т.п.), давление, скорость движения и т.п.

Но запах не является физической величиной, так как он устанавливается с помощью субъективных ощущений.

Определение “физической величины” можно подкрепить примером. Возьмём два объекта: подшипник качения бытового пылесоса и подшипник качения вагонных колёс. Качественные свойства у них одинаковые, а количественные разные. Так диаметр наружного кольца подшипника качения вагонных колёс во много раз больше аналогичного диаметра подшипника пылесоса. Аналогично можно судить и о количественном соотношении массы и других свойств. Но для этого необходимо знать **значение физической величины**, т.е. оценить физическую величину в виде некоторого числа принятых для неё единиц. Например, значение массы подшипника качения вагонных колёс 8 кг, радиус земного шара 6378 км, диаметр отверстия 0,5 мм.

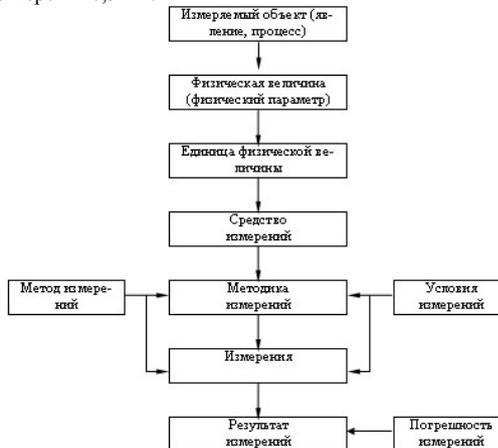


Рис.1.1. Схема основных элементов, участвующих в измерениях

ГОСТ 16263 приводит ещё ряд определений, связанных с понятием “физическая величина”.

Истинное значение физической величины – это значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношении соответствующее свойство объекта. Оно является пределом, к которому приближается значение физической величины с повышением точности измерений.

Определить экспериментально истинное значение физической величины невозможно, оно остаётся неизвестным экспериментатору. В связи с этим при необходимости (например, при проверке средств измерений) вместо истинного значения физической величины используют её действительное значение.

Действительное значение физической величины – это значение физической величины, найденное экспериментальным путём и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.

При нахождении действительного значения физической величины проверка средств измерений должна осуществляться по образцовым мерам и приборам, погрешностями которых можно пренебречь.

При технических измерениях значение физической величины, найденное с допустимой погрешностью, принимается за действительное значение.

Основная физическая величина – это физическая величина, входящая в систему и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы. Например, в системе СИ основными физическими величинами, независимыми от других, являются длина l , масса m , время t и др.

Производная физическая величина – физическая величина, входящая в систему и определяемая через основные величины этой системы. Например, скорость v определяется в общем случае уравнением:

$$v = dl/dt, \tag{1.1}$$

где l – расстояние; t – время.

Ещё пример. Механическая сила в этой же системе определяется уравнением:

$$F = m \cdot a, \tag{1.2}$$

где m – масса; a – ускорение, вызываемое действием силы F .

Мерой для количественного сравнения одинаковых свойств объектов служит **единица физической величины** – физическая величина, которой по

определению присвоено числовое значение, равное единицы. Единицам физических величин присваивается полное и сокращённое символическое обозначение – **размерность**. Например, масса – килограмм (кг), время – секунда (с), длина – метр (м), сила – Ньютон (Н).

Приведённые выше определения физической величины и её значения позволяют определить **измерение как нахождение значения физической величины опытным путём с помощью специальных технических средств** (ГОСТ 16263).

Это определение справедливо как для простейших случаев, когда, прикладывая линейку с делениями к детали, сравнивают её размер с единицей длины, хранимой линейкой, или когда с помощью прибора сравнивают размер величины, преобразованной в перемещение указателя, с единицей, хранимой шкалой этого прибора, так и для более сложных – при использовании измерительной системы (для измерения нескольких величин одновременно).

Для более полного раскрытия понятия “измерение” знания одной его сути недостаточно. Необходимо выявить ещё и те условия, соблюдение которых является обязательным при выполнении измерений. Эти условия можно сформулировать, исходя из метрологической практики, обобщив её требования, а также исходя из определения понятия “измеряемая физическая величина”:

измерения возможны при условии, если установлена качественная определённость свойства, позволяющая отличить его от других свойств (т.е. при выделении физической величины среди других);

определена единица для определения величины;

имеется возможность материализации (воспроизведения или хранения) единицы;

сохранение неизменённым размер единицы (в пределах установленной точности) минимум в течение срока проведения измерений.

Если нарушается хотя бы одно из этих условий, измерения невыполнимы. Приведённые условия могут служить основой, во-первых, при рассмотрении содержания понятия “измерение”, во-вторых, при проведении чёткой границы между измерением и другими видами количественных оценок. От термина “измерение” происходит термин “измерять”, который широко используется на практике. Однако нередко применяются неверные термины: “мерить”, “обмерять”, “замерять”, “промерять”, не вписывающиеся в систему метрологических терминов.

В технической литературе, посвящённой измерениям или средствам измерений, иногда можно прочесть об измерении **процессов или зависимостей**. Процесс, как объект измерить нельзя. Измеряют физические величины, их характеризующие. Например, нельзя сказать: “измерить деталь”. Следует уточнить, какие именно физические величины,

свойственные детали, подлежат измерению (длина, диаметр, масса, твёрдость и др.). Это же относится и к процессам, включая быстродействующие, а также к зависимостям между физическими величинами.

Так, при нахождении зависимости уменьшения длины тела от изменения температуры измеряемыми величинами будут приращение температуры и удлинение тела, по значениям которых вычисляется указанная зависимость.

Эти вычисления можно осуществлять при помощи ЭВМ, сопряжённых со средством измерений, однако это не означает, что измеряется зависимость (она вычисляется). При использовании так называемых средств статистических измерений (в быстропротекающих процессах) допускаются такие, например, выражения, как: “измерение среднеквадратического значения напряжения случайного процесса”, “измерение плотности распределения вероятности” и др.

Следует отметить, что не все физические величины могут быть воспроизведены с заданными размерами и непосредственно сравнимы с себе подобными. К таким величинам относятся, например, температура, твёрдость материалов и т.п. В этом случае находит применение метод натуральных (реперных) шкал, заключающийся в следующем. Предметы и явления, обладающие некоторыми однородными свойствами, располагают в натуральный последовательный ряд так, что у каждого предмета в этом ряду данного свойства будет больше, чем у предыдущего и меньше, чем у последующего. Далее выбирают несколько членов ряда и принимают их за образцы. Выбранные образцы формируют шкалу (лестницу) реперных точек для сопоставления предметов или явлений поданному свойству. Примерами реперных шкал являются минералогическая шкала твёрдости, шкала силы ветра в “баллах Бофорта”.

Существенный недостаток таких шкал состоит в произвольном размере интервалов между реперными точками и невозможность уточнения размера физической величины внутри интервала.

В связи с этим в измерительной технике отдаётся предпочтение функциональным шкалам, при построении которых используется функциональная зависимость какой-либо физической величины, удобной для непосредственного измерения, от измеряемой физической величины. Чаще всего эта зависимость имеет линейный характер. В качестве примера можно привести температурную шкалу, например, Цельсия. При построении шкалы используются реперные точки, которым приписаны определённые значения температур, например, точка таяния льда (0,000° С), точка кипения воды (100,000° С) и т.п. В интервалах между температурами реперных точек осуществляется интерполяция с помощью тех или иных преобразователей температуры – ртутных термометров, термопар, платиновых термометров сопротивления. При этом измеряемая температура преобразуется в

перемещение конца ртутного столбика, в эде термопары или в сопротивление платинового резистора.

Специалист в области метрологии М.Ф. Маликов для решения метрологических проблем предложил разделить все измерения на две группы, назвав их “лабораторные” и “технические”.

К **лабораторным** относятся такие измерения, погрешности получаемых результатов которых оцениваются в процессе самих измерений, причём каждому результату соответствует своя оценка погрешности. К **техническим** М.Ф. Маликов отнёс такие измерения, возможные погрешности результатов которых заранее изучены и определены, так что в процессе самих измерений они уже не оцениваются.

Лабораторные – это измерения, проводимые, как правило, при фундаментальных исследованиях. Характерным для них является стремление обеспечить более высокую точность результатов измерений. Отсюда вытекают специфические особенности лабораторных измерений: желательны из используемых средств измерений извлечь всю точность, на которую они способны; желательно исключить (или уменьшить) случайные погрешности каждого результата измерений, для чего проводят многократные измерения, результаты которых по выбранной методике математически обрабатывают; желательно исключить (или уменьшить) систематические погрешности каждого результата измерений, для чего используют специальные способы измерений. В связи с этим, основным признаком лабораторных измерений является оценивание погрешности каждого отдельного результата измерений в процессе самих измерений.

Технические измерения – это основная масса измерений, проводимых в народном хозяйстве. Отличительным признаком технических измерения является то, что они проводятся по специально разработанным, предварительно изученным и аттестованным методикам выполнения измерений.

В дальнейшем будем касаться только технических измерений и под термином “измерения” будем понимать “технические измерения”.

Тема 1.2. Классификация видов и методов измерений (Лекция-дискуссия – 0,5 час.)

Большое разнообразие измеряемых величин, условий проведения измерений, способов получения результата приводит к чрезвычайно большому разнообразию измерений. В тоже время многие конкретные измерения, несмотря на их внешнее различие, имеют много общего и часто выполняются по одинаковой схеме. Отсюда возникает необходимость и возможность их систематизации, выявления общих закономерностей, что позволяет значительно облегчить изучение всего многообразия измерений.

Измерения классифицируют:

- по общим приёмам получения результатов измерений – прямые, косвенные, совместные, совокупные;
- по выражению результата измерений – абсолютные, относительные; по характеристики точности – равноточные, неравноточные;
- по числу измерений в серии – однократные, многократные;
- по отношению к изменению измеряемой величины – статические, динамические;
- по метрологическому назначению – технические, метрологические.

Блок-схема классификации измерений представлена на рис. 1.2.

Прямое измерение – измерение, при котором искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных. Например, измерение температуры воздуха термометром, силы тока – амперметром, диаметра вала – микрометром и т.п.

Косвенное измерение – это измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, поддающимися прямым измерениям. При этом числовое значение искомой величины определяется по формуле:

$$z = f(a_1, a_2, \dots, a_m), (1.3)$$

где: z значение искомой величины; a_1, a_2, \dots, a_m значение непосредственно измеряемых величин.

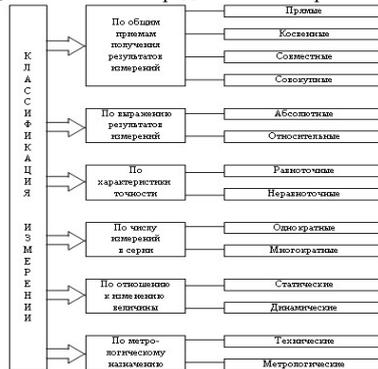


Рис. 1.2. Блок-схема классификации измерений

Приведем несколько примеров косвенных измерений.

1. Определение значения активного сопротивления R резистора (рис. 1.3, а) на основе прямых измерений силы тока I , проходящего через резистор, и падения напряжения U на нём по формуле:

$$R=U/I. \quad (1.4)$$

2. Определение плотности ρ тела цилиндрической формы (рис. 1.3, б) на основании прямых измерений его массы m , диаметра d и высоты h цилиндра по формуле:

$$\rho=4m/(\pi \cdot d \cdot h). \quad (1.5)$$

3. Определение длины окружности L на основании прямого измерения диаметра d по формуле:

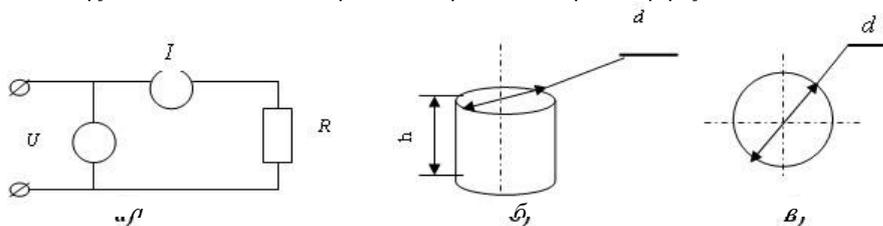


Рис. 1.3. Примеры косвенных измерений

Косвенные измерения сложнее прямых, однако, они широко применяются на практике в случаях, когда прямые измерения практически невыполнимы, или когда косвенное измерение позволяет получить более точный результат по сравнению с прямым измерением.

В некоторых приборах вычисления функций, упомянутых в определении косвенных измерений, могут осуществляться как одна из операций преобразований “внутри” прибора. Измерения, проводимые с применением подобных измерительных приборов, относятся к прямым. К косвенным относятся только такие измерения, при которых расчёт осуществляется вручную или автоматически, но после получения результатов прямых измерений.

Во многих случаях вместо термина “косвенное измерение” применяют термин “метод косвенных измерений”. Это закреплено международными словарями в области метрологии и стандартами ряда стран и обусловлено тем, что измерение рассматривается как акт сравнения величины с единицей. Следовательно, косвенное измерение, строго говоря, - это не измерение, а метод измерений.

К **совокупным измерениям** относятся производимые одновременно измерения нескольких **одноимённых** величин, при которых искомые значения величин находят решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин. К совокупным относятся, например, измерения, при которых массы отдельных гирь набора находят при известной массе одной из них и по результатам прямых измерений (сравнений) масс различных сочетаний гирь.

Совместные измерения – это производимые одновременно измерения двух или нескольких **не одноимённых** величин для нахождения зависимости между ними.

Например, на основании одновременных измерений приращений Δl длины детали в зависимости от изменений Δt его температуры (не одноимённых величин) определяют коэффициент K линейного расширения материала образца:

$$K=\Delta l/(\Delta t). \quad (1.7)$$

Числовые значения искомых величин при совместных измерениях, как и при совокупных, могут определяться из системы уравнений, связывающих значения искомых величин со значениями величин, измеренных прямым (или косвенным) способом.

Чтобы получить числовые значения искомых величин, необходимо получить по крайней мере столько уравнений, сколько имеется этих величин. В качестве примера рассмотрим задачу определения зависимости сопротивления резистора от температуры.

Предположим, что эта зависимость имеет вид:

$$R_t=R_0 \cdot (1+\alpha \cdot t+\beta \cdot t^2), \quad (1.8)$$

где: R_0 и R_t – значения сопротивлений резистора при нулевой температуре и температуре t соответственно; α и β – постоянные температурные коэффициенты.

Абсолютное измерение – измерение, приводящее к значению измеряемой величины, выраженному в её единицах. Например, при измерении силы электрического тока амперметром или длины детали микрометром результат измерения выражается в единицах измеряемых величин (в амперах и миллиметрах).

В ГОСТ 16263 приведено другое определение: “абсолютное измерение

— измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких величин и использовании значений физических констант”. В таком понимании это понятие практически не применяется. Оно соответствует понятию «фундаментальное измерение», приведённому в международном словаре. Термин «абсолютное измерение» следует избегать, т. к. абсолютное, т. е. полностью безошибочное, измерение невозможно. Вместо него можно использовать термин «непосредственное измерение».

Относительное измерение – измерение отношения величины к одноимённой величине, играющей роль единицы, или измерение величины по отношению к одноимённой величине, принимаемой за исходную. Относительное измерение основано на сравнении измеряемой величины с известным значением меры. Исходную величину при этом находят алгебраическим суммированием размера меры и показаний прибора. Например, контроль калибра пробки на вертикальном оптиметре.

Равноточные измерения – ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений в одних и тех же условиях. Например, измерение диаметра вала гладким микрометром и индикаторной скобой.

Неравноточные измерения – ряд измерений какой-либо величины, выполненных различными по точности средствами измерений и (или) в разных условиях.

Однократное измерение – измерение, выполненное один раз. Например, измерение конкретного момента времени по часам. В ряде случаев, когда нужна большая уверенность в получаемом результате, одного измерения оказывается недостаточно. Тогда выполняется два, три и более измерений одной и той же конкретной величины. В таких случаях допускается выражение: “двукратное измерение”, “трёхкратное измерение” и т.д.

Многократное измерение – измерение одной и той же физической величины, когда результат получают из нескольких следующих друг за другом измерений, т.е. измерение, состоящее из ряда однократных измерений.

С какого числа измерений можно считать измерение многократным? Строгого ответа на этот вопрос нет. Однако известно, что при числе отдельных измерений $n > 4$, ряд измерений может быть обработан в соответствии с требованиями математической статистики. Следовательно, при четырёх измерениях и более измерение можно считать многократным. За результат многократного измерения обычно принимают среднеарифметическое значение из результатов однократных измерений, входящих в ряд.

Статическое измерение – измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения. Например, измерение длины детали при нормальной температуре, измерение размеров земельного участка.

Динамические измерения – измерения физической величины, размер которой изменяется с течением времени. Быстрое изменение размеров измеряемой величины требует её измерения с точной фиксацией момента времени. Например, измерение расстояния до уровня земли со снижающегося самолёта.

Технические измерения – измерения при помощи рабочих средств измерений. Технические измерения выполняются с целью контроля и управления научными экспериментами, контроля параметров изделий, технологических процессов, управления движением различных видов транспорта, диагностики заболеваний, контроля загрязнённости окружающей среды и т.п. Например, измерение давления пара в котле при помощи манометра, измерение ряда физических величин, характеризующих технологический процесс.

Метрологические измерения – измерения при помощи эталонов и образцовых средств измерений с целью воспроизведения единиц физических величин при передаче их размера рабочим средствам измерений. Например, при поверке образцовых мер магнитной индукции 3-го разряда на поверочной установке осуществляются измерения образцовым тесламетром 2-го разряда размера величины, воспроизведённой мерой. Эти измерения производятся с метрологической целью, т.е. являются метрологическими.

Любые измерения представляют собой физический эксперимент, выполнение которого основано на использовании тех или иных физических явлений. Совокупность физических явлений, на которых основаны измерения, называются **принципом измерения**.

Совокупность приёмов использования принципов и средств измерения составляет **метод измерения**.

Выбор того или иного метода измерений зависит от измерительной задачи, которую следует решать (точность результата измерений, быстрота его получения и др.). При решении любой измерительной задачи важно иметь такие средства измерений, в которых реализованы выбранные принципы измерений. Например, температуру можно измерить платиновым термометром сопротивления (реализованный принцип измерения – зависимость сопротивления платины от температуры) и термоэлектрическим термометром (реализованный принцип – зависимость термо э.д.с. от разности температур). Безусловно, при разработке того или иного метода измерений принцип измерений влияет на выбор средств измерений. Но это не означает, что принцип измерения следует считать одним из компонентов при определении метода измерений. Таким образом, можно сказать, что **метод измерения** – это способ решения измерительной задачи, характеризуемый его теоретическим обоснованием и разработкой основных приёмов применения средств измерения.

Различные методы измерений отличаются, прежде всего, организацией сравнения измеряемой величины с единицей измерения. С этой точки зрения все методы измерений в соответствии с ГОСТ 16263 подразделяются на две группы (рис. 1.4): методы непосредственной оценки и методы сравнения.



Рис. 1.4. Схема классификации методов измерений

Методы сравнения в свою очередь включают в себя метод противопоставления, дифференцированный метод, метод замещения, нулевой метод и метод совпадения.

При **методе непосредственной оценки** значение измеряемой величины определяют непосредственно по отсчётному устройству измерительного прибора прямого действия (измерительный прибор, в котором предусмотрено одно или несколько преобразований сигнала измерительной информации в одном направлении, т.е. без обратной связи). На этом методе основаны все показывающие (стрелочные) приборы (вольтметры, амперметры, индикаторы, манометры, термометры, тахометры и т.п.). Следует отметить, что при использовании данного метода измерений мера как вещественное воспроизведение единицы измерения, как правило, непосредственно в процессе измерения не участвует. Сравнение измеряемой величины с единицей измерения осуществляется косвенно путём предварительной градуировки измерительного прибора с помощью образцовых мер или образцовых измерительных приборов.

Точность измерений по методу непосредственной оценки в большинстве случаев невелика и ограничивается точностью применяемых измерительных приборов.

Метод сравнения с мерой – это такой метод измерений, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. Примеры этого метода: измерение массы на рычажных весах с уравновешиванием гири; измерение напряжения постоянного тока на компенсаторе сравнением с э.д.с. нормального элемента; измерение диаметра вала индикатором при настройке его на ноль по концевым мерам длины.

ГОСТ 16263 предусматривает пять методов измерений, основанных на сравнении с мерой.

Метод противопоставления – это метод сравнения с мерой, в котором измеряемая величина и величина воспроизводимая с мерой, одновременно воздействуют на прибор сравнения, с помощью которого устанавливается соотношение между этими величинами. Например, измерение массы на равноплечих весах с помощью измеряемой массы и уравновешивающих её гирь на двух чашках весов (рис. 1.5,а).

Дифференциальный метод – это метод сравнения с мерой, в котором на измерительный прибор воздействует разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой. Например, измерения, выполняемые при поверке мер длины сравнением с образцовой мерой на компараторе, или измерения деталей при настройке индикатора по концевым мерам длины (рис. 1.5,б).

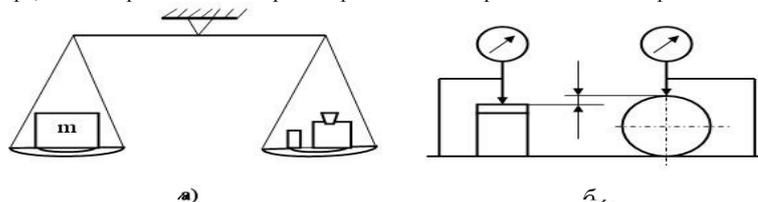


Рис. 1.5. Примеры измерений методом противопоставления и дифференцированным методом

Широко распространён на практике **нулевой метод** измерений – это метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия величин на прибор сравнения доводят до нуля. Например, измерения электрического сопротивления мостом с полным его уравновешиванием. Нулевой метод позволяет получить высокую точность измерения.

Методом замещения называется метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой. Это, например, взвешивание поочерёдным помещением массы и гири на одну и ту же чашку весов. Метод замещения можно рассматривать как разновидность дифференциального и нулевого метода, отличающиеся тем, что сравнение измеряемой величины с мерой производится разновременно.

Метод совпадений – это метод сравнения с мерой, в котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой измеряют, используя совпадения отметок шкал или периодических сигналов. Примерами этого метода являются измерения длин с помощью штангенциркуля, или измерение частоты вращения стробоскопом, где наблюдают совпадения положения какой-либо метки на вращающемся объекте в момент вспышек известной частоты.

Все методы измерений могут осуществляться **контактным способом**, при котором измерительные поверхности прибора взаимодействуют с проверяемым изделием, или **бесконтактным способом**, при котором взаимодействия нет. Например, измерение диаметра вала штангенциркулем осуществляется контактным способом, а измерение параметров резьбы на инструментальном микроскопе – бесконтактным способом.

При контактном способе измерений необходимо правильно выбирать форму измерительного наконечника в зависимости от формы измеряемой поверхности. Рекомендации по выбору формы измерительного наконечника приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Рекомендации по выбору формы измерительного наконечника	
Форма поверхностей детали при контактном способе измерений	Форма поверхности измерительного наконечника
Плоскость	Сфера
Цилиндр	Линия (цилиндр)
Сфера	Плоскость

Описанные выше различия в методах сравнения измеряемой величины с мерой находят свое отражение и в принципах построения измерительных приборов.

С этой точки зрения различают измерительные приборы прямого действия и приборы сравнения. В измерительном приборе прямого действия предусмотрено одно или несколько преобразований сигнала измерительной информации в одном направлении, т.е. без обратной связи. Так, например, на рис. 1.6. приведена структурная схема электронного вольтметра переменного и постоянного тока, которая содержит выпрямитель В, усилитель

постоянного тока УПТ и измерительный механизм ИМ. В этом приборе преобразование сигнала измерительной информации идёт только в одном направлении.

Характерной особенностью приборов прямого действия является потребление энергии от объекта измерения. Однако это не исключает возможности применения приборов прямого действия для измерения, например, электрического сопротивления или ёмкости, но для этого необходимо использовать вспомогательный источник энергии.

Измерительный прибор сравнения предназначен для непосредственного сравнения измеряемой величины с величиной, значение которой известно.

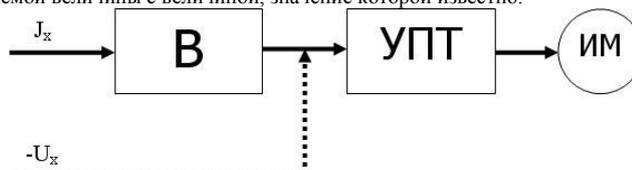


Рис. 1.6. Структурная схема электронного вольтметра

На рис. 1.7. приведена структурная схема автоматического прибора сравнения, содержащая устройство сравнения УС, устройство управления УУ и изменяемую (регулируемую) меру М с отсчётным устройством.

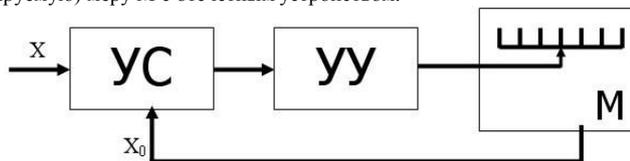


Рис. 1.7. Структурная схема автоматического прибора сравнения

Измеряемая величина X и однородная с ним величина X₀ попадают на входы устройства сравнения УС. Величина X₀ получается от регулируемой меры М. В зависимости от результата сравнения X и X₀ устройство управления УУ воздействует на меру М таким образом, чтобы величина X уменьшалась.

X₀ уменьшалась. Процесс управления заканчивается, когда X=X₀. При этом значение измеряемой величины отсчитывается по шкале регулируемой меры. Если в устройстве сравнения происходит вычитание величин X из X₀, то в данном приборе реализуется сравнение измеряемой величины с мерой нулевым методом.

Следует отметить, что сравнение измеряемой величины с мерой в приборах сравнения может осуществляться либо одновременно (нулевой метод), либо разновременно (метод замещения).

Таким образом, приведённая классификация видов и методов измерений позволяет не только систематизировать разнообразие измерений всевозможных физических величин и тем самым облегчить подход к решению конкретной измерительной задачи, но и с общих позиций подойти к рассмотрению структур и принципов действия различных измерительных приборов.

Тема 1.3. Средства измерений (Лекция-дискуссия – 1 час.)

Понятие и термин “средство измерений” получили широкое распространение в метрологической практике с начала 70-х годов. К этому времени стала ясной необходимость, особенно для технических измерений, разработки единой метрологической методологии, охватывающей все области измерений и измеряемые величины. В связи с этим было признано удобным ввести некоторый термин, который охватывал бы любое техническое устройство, предназначенное для выработки, переработки, преобразования, отображения информации о размерах измеряемых величин.

По ГОСТ 16263 **средство измерений** – это техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства. Это определение соответствует ИСО и МЭК, согласно которым средство измерений – это устройство, предназначенное для выполнения измерений “само по себе” или с применением другого оборудования.

Классификация видов средств измерений приведена на рис. 1.8.

Мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. Например, гиря – мера массы; измерительный резистор – мера электрического сопротивления; температурная лампа – мера яркости или цветовой температуры; кварцевый генератор – мера частоты электрических колебаний. Различают однозначные меры, многозначные меры и наборы мер.

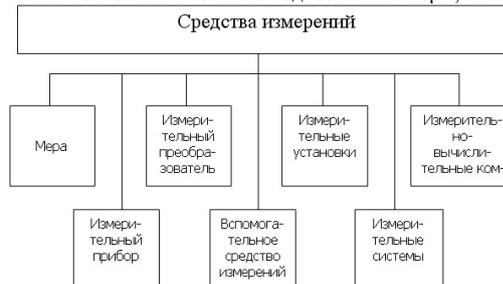


Рис. 1.8. Классификация видов средств измерений

Однозначная мера – это мера, воспроизводящая физическую величину одного размера. Например, гиря, плоскопараллельная концевая мера длины, измерительный резистор, конденсатор постоянной ёмкости и т.п.

Многозначная мера – мера, воспроизводящая ряд одноимённых величин различного размера. Например, штриховая мера длины, конденсатор переменной ёмкости и т.п.

Набор мер – специально подобранный комплект мер, применяемых не только по отдельности, но и в различных сочетаниях с целью воспроизведения ряда одноимённых величин различного размера. Например, набор гирь, набор плоскопараллельных концевых мер длины, набор угловых мер, набор измерительных конденсаторов и т.п.

Измерительный прибор – средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем. Как правило, измерительный прибор имеет устройства для преобразования измеряемой величины в сигнал измерительной информации и его индикации в форме, наиболее доступной для восприятия. Устройства для индикации часто содержат шкалу со стрелкой или другим указателем, диаграмму с пером или цифровой указатель, благодаря чему можно отсчитывать показания или регистрировать значения физической величины. В случае сопряжения прибора с ЭВМ отсчёт производят при помощи монитора.

Различают следующие типы измерительных приборов.

Аналоговый измерительный прибор – это прибор, показания которого являются непрерывной функцией изменений измеряемой величины. Эти приборы имеют ряд преимуществ: относительную простоту, низкую стоимость, высокую информативность аналогового сигнала. Вместе с тем к недостаткам аналоговых измерительных приборов следует отнести наличие у большинства из них инерционных подвижных частей, снижающих их быстродействие и помехоустойчивость.

Структурная схема аналогового измерительного прибора прямого действия представлена на рис. 1.9.

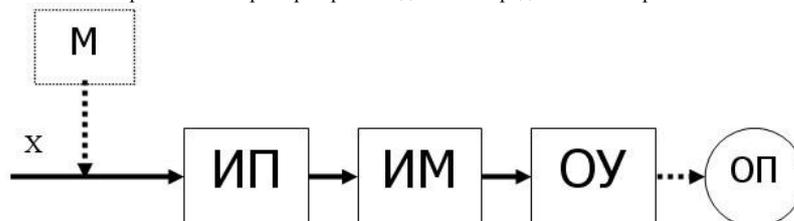


Рис. 1.9. Структурная схема аналогового измерительного прибора прямого действия

В данных приборах преобразование измерительной информации осуществляется только в одном направлении от входа к выходу. Измеряемая величина X с помощью измерительного преобразователя ИП преобразуется в напряжение или ток, который воздействует на электромеханический измерительный механизм ИМ, вызывая перемещение его подвижной части и связанного с ней указателя отсчётного устройства ОУ. Отсчётное устройство содержит оцифрованную шкалу, с помощью которой оператор ОП получает количественный результат измерения. Градуировка шкалы прибора производится путём подачи на вход ряда известных значений измеряемой величины, реализуемых образцовой многозначной мерой M . Таким образом, сравнение измеряемой величины с единицей измерения в данном случае осуществляется косвенно, а мера M в процессе измерения непосредственного участия не принимает.

Цифровой измерительный прибор – это измерительный прибор, автоматически вырабатывающий дискретные сигналы измерительной информации, показания которого представлены в цифровой форме. Например, кругломер, профилограф–профилометр и т.п.

В отличие от аналоговых приборов в цифровых измерительных приборах обязательно автоматически выполняются следующие операции:

квантование измеряемой величины по уровню; дискретизация её по времени; кодирование информации.

Представление измерительной информации в виде кода обеспечивает удобство её регистрации и обработки, возможность длительного хранения в запоминающих устройствах, передачу на значительные расстояния без искажений практически по любым каналам связи, преимущественный ввод в ЭВМ для обработки, а также исключает вносимые оператором при отсчёте субъективные погрешности.

Преимуществами цифровых измерительных приборов перед аналоговыми являются:

- удобство и объективность отсчёта; высокая точность результатов измерения;
- широкий динамический диапазон при высокой разрешающей способности;
- высокое быстродействие за счёт отсутствия подвижных электромеханических элементов;
- возможность автоматизации процесса измерения;
- высокая устойчивость к внешним механическим и климатическим воздействиям.

К недостаткам цифровых измерительных приборов следует отнести их схемную сложность и относительно высокую стоимость.

В настоящее время элементной базой цифровых измерительных приборов являются микросхемы, что позволяет достигнуть высокого быстродействия и малых габаритных размеров приборов.

Обобщённая структурная схема цифрового измерительного прибора приведена на рис. 1.10.

Она содержит входной аналоговый преобразователь АП, аналого-цифровой преобразователь АЦП, образцовую меру M , цифровое средство отображения информации ЦСОИ и устройство управления УУ. Аналоговый преобразователь преобразует измеряемую величину $x(t)$ в функционально с ней связанную аналоговую величину $y(t)$, более удобную для преобразования в цифровой код. В качестве АП используют усилители, делители, фильтры и т.п.

Аналого-цифровой преобразователь выполняет операции квантования по уровню и по времени аналоговой величины, сравнивая её с мерой, и кодирование результатов. При этом на выходе вырабатывается дискретный сигнал ДС, который преобразуется цифровым средством отображения информации ЦСОИ в цифровой отсчёт N или в виде кода вводится в ЭВМ.

Показывающий измерительный прибор – это измерительный прибор, допускающий только отсчитывание показаний. К ним можно отнести микрометр, цифровой вольтметр и т.п.

Регистрирующий измерительный прибор – это измерительный прибор, в котором предусмотрена регистрация показаний. В свою очередь, регистрирующие измерительные приборы делятся на самопишущие, в которых предусмотрена запись показаний в форме диаграмм (самопишущий вольтметр, барограф, термограф, профилограф и т.п.), и на печатающие, в которых предусмотрено печатание показаний в цифровой форме.

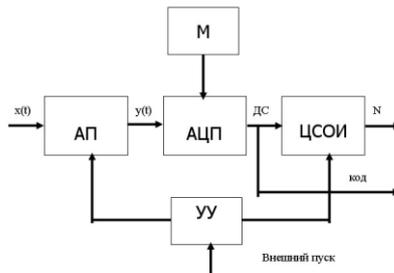


Рис. 1.10. Обобщённая структурная схема цифрового измерительного прибора

Измерительный прибор прямого действия – измерительный прибор, в котором предусмотрено одно или несколько преобразований сигнала измерительной информации в одном направлении, т.е. без применения обратной связи. Например, амперметр, манометр, ртутный стеклянный термометр.

Измерительный прибор сравнения предназначен для непосредственного сравнения измеряемой величины с величиной, значение которой известно. Например, равноплечие весы, электроизмерительный потенциометр, компаратор для линейных мер и др.

Интегрирующий измерительный прибор – это прибор, в котором подводящая величина подвергается интегрированию по времени или по другой независимой переменной. Например, электрический счётчик, профилограф-профилометр и т.п.

Измерительный преобразователь – средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Обычно измерительные преобразователи входят в состав измерительных приборов, установочных систем и др. в качестве важнейшего устройства, от которого зависят точностные характеристики.

По характеру преобразования выделяют *аналоговые, аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи*. По месту в измерительной цепи – *первичные и промежуточные преобразователи*. Кроме того, есть *масштабные преобразователи*. Например, измерительный трансформатор тока является масштабным преобразователем, термопара в термоэлектрическом термометре – аналоговым преобразователем, преобразователь цифрового вольтметра – аналого-цифровым измерительным преобразователем.

Вспомогательное средство измерений – это средство измерений величин, влияющих на метрологические свойства другого средства измерений при его применении или проверке. Например, термометр для измерения температуры газа в процессе измерений объёмного расхода этого газа.

Измерительная установка – это совокупность функционально объединённых средств измерений (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем и расположенная в одном месте. Например, установка для измерений удельного сопротивления электротехнических материалов, установка для испытаний магнитных материалов и т.п.

Измерительную установку с включёнными в неё образцовыми средствами измерений называют *поверочной установкой*, измерительную установку, входящую в состав эталона – *эталонной*, установку, предназначенную для испытаний каких-либо изделий, иногда называют *испытательным стендом*. Некоторые виды измерительных установок получили название *измерительных машин*. Например, координатно-измерительная машина для измерения параметров сложных изделий в двухмерном или трёхмерном пространствах.

Измерительная система – совокупность средств измерения (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, соединённых между собой каналами связи, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и (или) использования в автоматических системах управления. Например, измерительная система тепловых электростанции позволяет получать измерительную информацию о ряде физических величин в разных энергоблоках. Или с помощью радионавигационной системы, состоящей из ряда функционально объединённых измерительных комплексов, разнесённых в пространстве на значительное расстояние, определяют местоположение судов.

В зависимости от назначения измерительные системы разделяют на *измерительные информационные, измерительные контролируемые, измерительные управляющие* и др.

Измерительную систему, снабжённую средствами автоматического получения и обработки измерительной информации, называют *автоматической измерительной системой*. В автоматизированных производствах измерительные контролируемые системы работают автоматически, и их обычно именуют *системами автоматического контроля*.

В зависимости от числа измерительных каналов различают *одно-, двух-, трёхканальные* и т.д. измерительные системы.

Измерительно-вычислительный комплекс – функционально объединённая совокупность средств измерений, ЭВМ и вспомогательных устройств, предназначенных для выполнения в составе конкретной измерительной задачи.

По назначению приборы делятся на **универсальные**, предназначенные для измерения одинаковых физических величин различных объектов, и **специализированные**, используемые для измерения параметров однотипных изделий (например, размеров резьбы или зубчатых колёс) или одного параметра различных изделий (например, шероховатости или твёрдости).

По принципу действия, который положен в основу измерительной системы, приборы подразделяют на механические, оптические, оптико-механические, пневматические, электрические, рентгеновские, лазерные и др.

Тема 1.4. Метрологические характеристики средств измерений (Лекция-дискуссия – 1 час.)

Важнейшими свойствами средств измерений являются те, от которых зависит качество (точность) получаемой с их помощью измерительной информации. Эти свойства определяются метрологическими характеристиками средств измерений.

Метрологические характеристики средств измерений – это характеристики, оказывающие влияние на результаты измерений и на погрешность измерений.

Нормирование метрологических характеристик, оказывающих влияние на результаты измерений, не вызывает затруднений. Эти характеристики закладываются при проектировании средств измерений и затем указываются в нормативно-технической и эксплуатационной документации. Они, как правило, не нуждаются в контроле. Контролируются отклонения действительных значений от номинальных, определяющие погрешности измерений.

К метрологическим характеристикам средств измерения относятся следующие:

Номинальное значение меры – значение величины, указанное на мере или предписанное ей. Например, килограммовая гиря имеет номинальное значение 1 кг; одноомный измерительный резистор имеет номинальное значение 1 Ом.

В процессе изготовления получаем **действительное значение меры**, т.е. действительное значение величины, воспроизводимой мерой.

Измерительные приборы состоят из чувствительного элемента, который находится под непосредственным воздействием физической величины, измерительного механизма и отсчётного устройства. Отсчётное устройство показывающего прибора имеет шкалу и указатель, выполненный в виде материального стержня – стрелки или в виде луча света – светового указателя. **Шкала** (рис. 1.11) представляет собой совокупность отметок и проставленных у некоторых из них чисел отсчёта, соответствующих ряду последовательных значений величины. Шкалы с делениями постоянной длины называют равномерными.

Длина деления шкалы a – расстояние между осями (или центрами) двух соседних отметок шкалы. **Цена деления шкалы c** – разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

Чувствительность прибора определяется отношением сигнала на выходе прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины. Абсолютную чувствительность прибора определяют по формуле:

$$S = a/c. \quad (1.10)$$

При измерениях длин чувствительность прибора является безразмерной величиной и называется также **передаточным отношением прибора**.

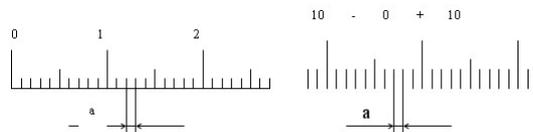


Рис. 1.11. Шкалы измерительных приборов

Начальное и конечное значения шкалы – наименьшее и наибольшее значения измеряемой величины, указанные на шкале.

Диапазон показаний – область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности прибора.

Предел измерений – наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений.

Вариация показаний – разность показаний прибора в одной и той же точке диапазона измерений при плавном подходе к ней со стороны меньших и больших значений измеряемой величины.

Стабильность средства измерений – качество средства измерений, отображающее неизменность во времени его метрологических свойств.

Измерительное усилие прибора – сила, создаваемая прибором при контакте с изделием и действующая по линии измерения. Оно обычно вызывается пружиной, обеспечивающей контакт чувствительного элемента прибора, например, измерительного наконечника, с поверхностью измеряемого объекта. При деформации пружины происходит изменение усилия: разность между наибольшим и наименьшим значениями – максимальное колебание измерительного усилия.

Тема 1.5. Подготовка к измерениям (Лекция-дискуссия – 0,5 час.)

В каждом измерении можно выделить следующие элементы: объект измерений, метод измерений с условиями измерений. Измерения проводит оператор. Оператор и все эти элементы могут влиять на результат измерения. При этом возникает погрешность, являющаяся одной из важнейших характеристик качества измерений. Чтобы обеспечить высокую точность измерений, их проведение необходимо тщательно подготовить.

Подготовка процесса измерения включает: анализ постановки измерительной задачи; создание условий для измерений; выбор средств и метода измерений; выбор числа измерений; подготовку оператора; апробирование средств измерений.

Тема 1.6. Анализ постановки измерительной задачи (Лекция-дискуссия – 0,5 час.)

Анализ постановки измерительной задачи позволяет исключить проведение некорректных измерительных экспериментов. При таком анализе необходимо, прежде всего, выяснить:

- какие физические величины или параметры объекта подлежат измерению;
- какой точности должен быть результат измерения;
- в какой форме его следует представить, чтобы это соответствовало цели измерительной задачи.

При ответе на *первый вопрос* выбирают модель объекта, параметры которой подлежат измерению. Выбранная модель должна удовлетворять двум требованиям.

Первое требование - соответствие модели реальному объекту. Например, следует измерить длину цилиндрической детали. Длиной цилиндра является его образующая, следовательно, в качестве модели примем правильный цилиндр, измеряемой величиной будет его образующая. Длина образующей измеряется в различных точках основания. Максимальная разность результатов измерений принимается в качестве погрешности модели. Эта погрешность не должна превышать 10% от погрешности измерения.

Второе требование - нестабильность измеряемых параметров модели в течение времени измерения не должна превышать 10% от заданной погрешности измерения. В этом случае речь идет об измерении постоянных физических величин.

Второй вопрос - точность результата измерений. Она зависит от качества средств измерений. Чем точнее средства измерений, тем точнее результаты измерения. Усложнение средств измерения приводит к резкому повышению стоимости измерительного процесса. Задача состоит в том, чтобы достигнуть наибольшей точности измерений при ограниченных затратах.

Третий вопрос - для обеспечения единства измерений, возможности сопоставления результатов измерений и их последующего анализа предусмотрена единая форма представления результатов измерений.

При проведении измерений в динамическом режиме, когда регистрируют значения изменяющейся во времени величины, для каждого конкретного результата измерения указывают момент времени, которому этот результат приписывается.

При анализе постановки измерительной задачи необходимо выявить требования к быстрой получению измерительной информации, ее дискретности, уровню автоматизации и др. От этого зависит выбор тех или иных средств измерений, метода и условий измерения, затрат труда оператора.

Тема 1.7 Создание условий для измерения (Лекция-дискуссия – 0,5 час.)

Каждое измерение выполняется в определенных условиях, которые характеризуются одной или несколькими физическими величинами. Их называют **внешними влияющими величинами**, т. к. они оказывают влияние на измеряемую величину. Например, условия измерений длины детали штангенциркулем характеризуются такими влияющими величинами, как температура окружающего воздуха и освещенность поверхности детали и штангенциркуля.

Наиболее существенной влияющей величиной в данном случае является температура. Изменение температуры приводит к изменению размера детали и, следовательно, к погрешности измерения. Освещенность также влияет на результат измерения: при плохой освещенности оператор может неточно снять показания измерительного прибора. Например, при плохой освещенности сложно правильно определить совпадение штрихов нониуса со штрихами основной шкалы штангенциркуля.

С целью обеспечения единства измерений к условиям их проведения предъявляются жесткие требования. Для конкретных областей измерений устанавливают единые условия, называемые нормальными. Значения физической величины, соответствующие нормальным условиям, называют **номинальным значением влияющей физической величины**. В табл. 1.2. приведены номинальные значения влияющих физических величин при выполнении линейных и угловых измерений.

Однако при выполнении измерений трудно поддерживать определенные номинальные значения влияющих величин. Поэтому необходимо установить пределы возможных изменений для каждой влияющей величины. Эти пределы называют пределами номинальной области значений влияющих величин и выбирают так, чтобы воздействия совокупности влияющих величин на результат измерения были по возможности минимальными.

В соответствии с ГОСТ 8.050 требования к нормальным условиям устанавливаются в зависимости от допуска на измеряемую величину и требований к допустимой погрешности измерений. Предельная погрешность измерений составляет от 20 до 35% допуска на измеряемую величину. Изменение погрешности средств измерений из-за действия влияющих величин в нормальных условиях не должно превышать 35% погрешности измерений.

Таблица 1.2

Номинальные значения влияющих физических величин		
N п/п	Влияющая величина	Номинальное значение
1.	Температура окружающей среды	20 °С
2.	Атмосферное давление	101325 Па (760 мм рт. ст.)
3.	Относительная влажность окружающего воздуха	58%
4.	Ускорение свободного падения	9,8 м/с ²
5.	Направление линии и плоскости измерения линейных размеров	горизонтальное
6.	Положение плоскости измерения углов	горизонтальная
7.	Относительная скорость движения внешней среды	нуль
8.	Значения внешних сил, кроме сил тяжести, атмосферного давления, действия магнитного поля Земли и сил сцепления элементов измерительной системы	нуль

Например, производится измерение диаметра вала $\varnothing 100^{+0,083}$. Допуск вала $T_d = 63 \mu\text{м}$ (в ГОСТ 8.650 обозначен Δ_d). Погрешность составляет 25% от допуска ($63 \cdot 0,25 = 16 \mu\text{м}$), а изменение погрешности из-за действия влияющих величин $\Delta_{\text{ин.л.}} = 0,35 \cdot 16 = 5,6 \mu\text{м}$. ГОСТ 8.050 приводит таблицу со значениями пределов допускаемых значений $\Delta_{\text{ин.л.}}$ (погрешность из-за действия влияющих величин) в зависимости от допуска на размер Δ_d . В таблице учтено уменьшение процента при расчете погрешности измерений. Он уменьшается (от 35% до 20%) с увеличением допуска на размер.

При проведении поверки средств измерений должны соблюдаться нормальные условия согласно ГОСТ 8.395. Для нормальных условий поверки принята такая область совокупности влияющих величин, под действием которых погрешность поверяемого средства измерений может составлять не более чем 35%.

При подготовке к измерениям необходимо определить рабочее пространство – часть пространства, окружающего средство и объект измерения. Если рабочее пространство не установлено, нормальные условия измерений обеспечиваются во всем помещении, где выполняются измерения. При точных измерениях для поддержания нормальных условий применяют специальные средства защиты от воздействия влияющих величин. Так, влияние температуры исключают путем термостатирования – обеспечение определенной температуры в рабочем пространстве. Чтобы уменьшить влияние изменения атмосферного давления, применяют барокамеры. С целью устранения вибрации применяют амортизаторы и т.п.

При выполнении измерений в открытом пространстве при высокой или низкой температуре соблюдать нормальные условия часто невозможно. В таких случаях устанавливают условия выполнения измерений, называемые рабочими условиями. Если необходимо сопоставить результаты измерений, полученные в разных рабочих условиях, их приводят к нормальным условиям, для чего фиксируют действительные значения влияющих величин или их пределы.

Тема 1.8. Выбор средств измерения (Лекция-дискуссия – 0,5 час.)

Качество измерений зависит от правильного выбора средств измерений. Измерения, проведенные средствами измерений более низкого класса точности, чем это требуется, имеют малую ценность, а иногда они недопустимы, т.к. приводят к неправильной оценке точности измеряемой величины.

Применение точных средств измерений связано с большими материальными затратами. Поэтому при их выборе необходимо учитывать не только метрологические, но экономические и другие показатели. Обычно при выборе средств измерений учитывают измеряемую величину, метод измерения, диапазон измерений, характеристики погрешности средств измерений, условия проведения измерений, допускаемую погрешность измерений, стоимость средств измерений, простоту их в эксплуатации.

Основными характеристиками средств измерений является погрешности. Они наиболее существенно влияют на качество измерений, поэтому при выборе средств измерений их рассматривают в первую очередь. При выборе измерительных средств по точности необходимо учитывать требования к погрешности результата измерения и долю ее, приходящуюся на погрешность используемых средств измерений.

При выборе средств измерений по точности определяют суммарную погрешность измерения и сравнивают ее с допустимой

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_m + \Delta_{\text{си}} + \Delta_{\text{дсл}} + \Delta_o \quad (1.11)$$

где Δ_m – предельная погрешность метода измерения; $\Delta_{\text{си}}$ – допускаемой погрешности используемых средств измерений; $\Delta_{\text{дсл}}$ – предельная погрешность, обусловленная влиянием внешних факторов; Δ_o – предельная погрешность оператора; Δ_d – допускаемая погрешность измерения.

Рассмотрим влияние погрешности измерений при разбраковке изделий. Если бы контроль осуществляется абсолютно точными средствами измерений, все изделия, находящиеся в поле допуска, были бы признаны годными, а те изделия, у которых измеряемый параметр превышает допуск, были признаны негодными.

Из-за существования погрешности измерений при контроле часть негодных изделий будет признана годными (брак контроля 2-ого рода), а часть годных изделий – негодными (брак контроля 1-ого рода).

В случае, когда сведения о точности технологического процесса отсутствуют, но известен допуск контролируемого параметра, руководствуются масштабами производства контролируемых параметров, требованиями к их качеству, количеством контролируемых параметров и т.п. и оценивают допустимые значения брака контроля 1-ого и 2-ого рода. Воспользовавшись таблицей, приведенной в ГОСТ 8.051, находят отношение среднего квадратичного отклонения погрешности измерений к допуску на контролируемый параметр. Зная допуск, находят среднее квадратичное отклонение S , по которому определяют допустимую погрешность измерения $\Delta_d = 2S$.

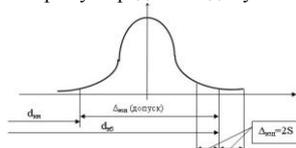


Рис 1.12. Брак контроля первого и второго рода

Например, допуск на контролируемый параметр равен 3мм, допустимый брак 1-го рода составляет 3,5%, допускаемый брак контроля 2-го рода 2,7%. По табл. 1.3 находим $S/\Delta_{\text{изд}} = 8\%$.

Следовательно $S = \Delta_{\text{изд}} \cdot 0,08 = 3 \cdot 0,08 = 0,24$ мм. Отсюда погрешность измерения $\Delta_d = 2 \cdot 0,24 = 0,48$ мм.

Таблица 1.3

Зависимость брака контроля 1-го и 2-го рода от отношения $S/\Delta_{\text{изд}}$ в нормальном распределении измеряемых параметров

$S/\Delta_{\text{изд}}$, в %	n , в %	m , в %
1,6	0,70-0,75	0,37-0,39
3	1,20-1,30	0,87-0,90
5	2,00-2,25	1,60-1,70
8	3,40-3,70	2,00-2,80
10	4,50-4,75	3,10-3,50
12	5,40-5,80	3,75-4,10
16	7,80-8,25	5,00-5,40

Тема 1.9. Выбор метода измерений (Лекция-дискуссия – 0,7 час.)

Метод измерения представляет собой совокупность приемов применения средств измерений и характеризуется совокупностью тех физических явлений, на которых основаны измерения.

Наибольшее распространение получил метод непосредственной оценки, при которой измеряемую величину определяют непосредственно по отсчетному устройству средств измерений. Метод прост, не требует особых действий оператора и дополнительных вычислений. Основное внимание при измерениях этим методом уделяется используемым средствам измерений, т.к. они служат основными источниками погрешности измерений.

Если необходимо выполнить точное измерение, применяют дифференцированный или нулевой метод. Эти методы являются разновидностью метода сравнения с мерой. Для них характерно существование высокоточной меры. Погрешность этих методов характеризуется в основном погрешностью используемой меры.

При измерении массы часто используют метод замещения, который дает возможность уменьшить систематическую погрешность измерения на равноплечих весах.

Тема 1.10. Выбор числа измерений (Лекция-дискуссия – 0,7 час.)

Объем работы при выполнении измерений в значительной степени зависит от числа измерений. Число измерений определяется в основном требованиями к точности результата измерений. Путем увеличения числа измерений можно уменьшить случайную погрешность измерений. Однако в погрешности результата измерений помимо случайной составляющей может присутствовать и систематическая. Обычно действие систематической погрешности сводится к минимуму путем введения поправок. Погрешности поправок и неподдающиеся исключению систематические погрешности составляют неисключенные систематические погрешности. Поэтому случайную погрешность имеет смысл уменьшить только до разумных значений, зависящих от границ неисключенных систематических погрешностей.

На рис. 1.13. представлены графики изменения суммарной погрешности многократного измерения по сравнению с погрешностью однократного измерения. Относительное изменение погрешности $\Delta(n)$ приведено для различных соотношений неисключенной систематической погрешности Q к случайной погрешности, которая характеризуется средним квадратичным отклонением S , т.е. Q/S .

Из рисунка видно, что погрешность результата измерения при увеличении числа измерений может сначала резко уменьшаться, а достигая некоторого значения n , более или менее стабилизироваться.

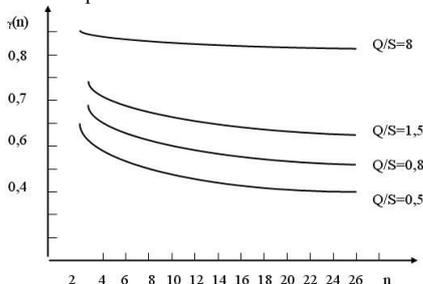


Рис. 1.13. Изменения погрешности результата измерений при увеличении числа измерений для различных соотношениях Q/S

При $Q/S=8$ кривая практически не зависит от n , поэтому при таком соотношении погрешностей нет смысла проводить многократные измерения. А, например, при соотношении $Q/S=1,5$ увеличение числа измерений n до 10 приводит к уменьшению суммарной погрешности результата измерения на 20%. Дальнейшее увеличение числа измерений нецелесообразно, т.к. дает незначительное уменьшение погрешности.

Тема 1.11. Подготовка оператора (Лекция-дискуссия – 0,8 час.)

Качество измерений в значительной степени зависит от квалификации оператора. При подготовке к измерениям оператору необходимо:

ознакомится с процедурой выполнения измерений и последовательностью операций, с инструкциями по эксплуатации применяемых средств измерений;

убедится, что средства измерений прошли поверку. При проведении измерений оператор должен:

соблюдать условия измерений и поддерживать их в заданном режиме; соблюдать технику безопасности;

не допускать перерыва в проведении отсчетов, если указано, что отсчеты должны выполняться непрерывно;

вести тщательную запись отсчетов;

определять возможные источники систематических погрешностей и методы их исключения.

Качество работы оператора определяется и погрешностью округления при снятии отсчетов. Погрешность округления не должна превышать 10% от общей погрешности измерения.

Тема 1.12. Апробирование средств измерений (Лекция-дискуссия – 0,6 час.)

Перед выполнением измерений оператор апробирует средства измерений (проверяет действие органов управления, регулирования и коррекции). Переключатели и регулировочные элементы должны иметь четкую фиксацию во всех положениях, обладать плавностью регулирования.

При измерении электрических величин необходимо проверить установку указателя на нуль при включении и выключении питания, исправность источников питания и т.п.

При измерении пружинными измерительными головками надежно закрепляют фиксатор движения хода измерительного стержня. У силоизмерительных машин проверяют заземляющее устройство, обеспечивающего равномерного, без рывков, приложения силы.

Если измерительный процесс автоматизирован, то перед проведением измерений через систему пропускают определенный тест и проверяют результат, полученный на выходе системы. Это позволяет апробировать измерительную систему, убедиться в правильности ее функционирования, удостовериться в ее точности.

Тема 1.13. Методики выполнения измерений (Лекция-дискуссия – 0,7 час.)

Единство одних и тех же измерений обеспечивается едиными правилами и способами их выполнения. Чтобы этого добиться, унифицируют требования к модели, средствам измерений, условиям их проведения и т.п., при этом процедура измерений должна строиться так, чтобы она была максимально экономически выгодна.

Содержание методик определено ГОСТом 8.467. Согласно этому стандарту методики должны содержать следующие разделы:

нормы точности измерений; используемые средства измерений; методы измерений;

требования безопасности;

требования к квалификации оператора; условия выполнения измерений; выполнение измерений;

обработка и оформление результатов измерений.

В раздел “Нормы точности измерений” включают требования к точности выполняемых измерений, их устанавливают на основании предварительного исследования возможных источников погрешности измерений. При этом оценивают все составляющие погрешности измерения (погрешность средства измерений, метода измерений, оператора и т.п.). Нормы точности представляют в любой удобной форме (таблица, графики, уравнения). В тех случаях, когда нормы точности измерений установлены нормативно – техническими документами, во вводной части методики выполнения измерений дают ссылку на этот документ.

Раздел “Средства измерений и вспомогательные устройства” должен содержать перечень средств измерений и других технических средств, необходимых для выполнения измерений. Средства измерений должны пройти поверку (калибровку) и иметь свидетельство о поверке или поверочные клейма.

В разделе “Метод измерений” дается описание физического принципа, положенного в основу метода. Метод должен быть хорошо проанализирован, при анализе необходимо оценить его погрешность.

Раздел “Требования безопасности” составляют не всегда. Он необходим в том случае, если принимаются специальные меры для обеспечения безопасности при эксплуатации средств измерений, например, пожаро- и взрывобезопасность, также для источников ионизирующих излучений, высоких напряжений и т.п. При изложении этого раздела следует руководствоваться требованиями ГОСТа 1.26.

Раздел “Требования к квалификации оператора” составляют в случае, если погрешность метода измерений определяется субъективными свойствами оператора и если эта погрешность составляет значительную часть в общей погрешности результата. Например, яркостную температуру лампы оператор определяет путем визуального сравнения яркости образцовой и поверяемой ламп.

При наличии такого раздела в методике выполнения измерения в него включают сведения об уровне квалификации (профессии, образовании, практическом опыте и т.п.) лиц, допускаемых к выполнению подобных измерений и обработке их результатов.

Раздел “Условия выполнения измерений” обычно содержит перечень влияющих величин, их номинальные значения и пределы допустимых отклонений от них.

В разделе “Подготовка к выполнению измерений” указывают подготовительные работы, которые необходимо провести перед измерениями (исследование источников влияющих величин, определение значений тех или иных констант, используемых при получении результата измерений и т. п.).

В разделе “Выполнение измерений” указывают перечень, объем и последовательность проведения операций, которые необходимо выполнять при измерениях, дают их описание.

В раздел “Обработка результатов измерений” включают описание способов получения результатов измерений.

Раздел “Оформление результатов измерений” должен содержать требования к форме представления окончательных результатов измерений.

Раздел 2. Контроль изделий машиностроения

Тема 2.1. Основные положения (Лекция-дискуссия – 1 час.)

Руководство ИСО/МЭК-2 дает следующее понятие контроля:

«**Контроль** это процедура оценивания соответствия путем наблюдения и выработки заключения, сопровождаемых соответствующими измерениями, испытаниями или калибровкой».

Согласно ГОСТ 16504 **технический контроль** – это проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям. Под объектом понимается как продукция, подвергаемая контролю, так и процессы ее создания, применения, транспортирования, хранения, технического обслуживания и ремонта. К объекту также относится соответствующая техническая документация.

Этот же стандарт дает определение **контроля качества продукции** – это контроль количественных и (или) качественных характеристик свойств продукции.

Сущность всякого контроля сводится к осуществлению двух основных этапов:

получение информации о фактическом состоянии некоторого объекта, о признаках и показателях его свойств. Эту информацию можно назвать первичной;

сопоставление первичной информации с заранее установленными требованиями, нормами, критериями, т.е. обнаружение соответствия или несоответствия фактических данных требуемым (ожидаемым).

Информацию о расхождении (расхождении) фактических и требуемых данных можно назвать вторичной.

В ряде случаев граница во времени между первым и вторым этапами контроля неразличима. В таких случаях первый этап может быть выражен нечетко или может практически не наблюдаться. Характерным примером является контроль размера калибром, сводящейся к операции сопоставления фактического и предельного допустимого значения размера.

Вторичная информация используется для выработки соответствующих управляющих воздействий на объект, подвергающийся контролю. В этом смысле всякий контроль всегда активен. Необходимо отметить в связи с этим, что всякий контроль, кроме того, всегда в той или иной степени должен быть профилактическим, поскольку вторичная информация может использоваться для совершенствования разработки, производства и эксплуатации продукции, для повышения ее качества.

Однако, принятие решений на основе анализа вторичной информации, выработки соответствующих управляющих воздействий уже не является частью контроля. Это следующий этап управления, основанный на результатах контроля – неотъемлемой и существенной частью всякого управления. При техническом контроле первичная информация сопоставляется с техническими требованиями, записанными в нормативной документации, с признаками контрольного образца, с данными, зафиксированными при помощи калибра и т.д.

На стадии разработки продукции технический контроль заключается, например, в проверке соответствия опытного образца и (или) разработанной технической документации правилам оформления технического заданию.

На стадии изготовления продукции технический контроль охватывает качество, комплектность, упаковку, маркировку и количество предъявляемой продукции, состояние производственных процессов.

На стадии эксплуатации продукции технический контроль заключается, например, в проверке соблюдения эксплуатационной и ремонтной документации.

За исходную характеристику оценки качества продукции принято свойство продукции. По ГОСТ 15467 **свойством продукции** называется объективная особенность продукции, проявляющаяся при ее создании, эксплуатации или потреблении. Каждый конкретный вид продукции имеет очень много различных свойств, совокупность которых позволяет отличать его от другой продукции.

Все свойства продукции можно разделить на простые (например, грузоподъемность и скорость автомобиля, номинальное усилие прессы) и сложные (например, надежность изделия). Совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением, называется **качеством продукции**.

Международный стандарт ИСО 9000-2000 и ГОСТ Р 9000-2001 приводят другое определение качества: «**Качество** это степень, с которой совокупность собственных характеристик выполняет требования». Термин "качество" может применяться с такими прилагательными, как плохое, хорошее или отличное.

Для различных видов продукции устанавливаются различные признаки, характеризующие ее качество. Например, качество токарного станка определяется точностью, максимальными размерами обрабатываемой детали, скоростью вращения шпинделя и др.

Все многообразие признаков продукции разделяется на качественные (цвет, вид покрытия) и количественные. Количественный признак продукции является ее параметром.

2.2 Виды контроля (Лекция-дискуссия – 1 час.)

Развитие научных основ организации контроля базируется на четкой классификации объектов, правил, методов и средств контроля. Согласно ГОСТу 16504 **вид контроля** – это классификационная группировка контроля по определенному признаку. **Метод контроля** – это правила применения определенных принципов и средств контроля. К методам контроля относятся технология его проведения (способы, приемы и последовательность операций), число контролируемых параметров и точность. **Средство контроля** – это техническое устройство, вещество и (или) материал для проведения контроля. Систематизация видов контроля по основным признакам приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Систематизация видов контроля по основным признакам

Стадия создания и существования продукции	Контроль проектирования – технологический контроль конструкторской документации, метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации и др.
	Производственный контроль – контроль производственного процесса и его результатов на стадии изготовления продукции
	Эксплуатационный контроль – контроль, осуществляемый на стадии эксплуатации продукции
Этап процесса производства	Входной контроль – контроль продукции поставщика (сырья, материалов, комплектующих изделий и др.), поступившей к потребителю и предназначенной для использования при изготовлении, ремонте или эксплуатации продукции
	Операционный контроль – контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции

	Приемочный контроль – контроль готовой продукции, по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставке или использованию
	Инспекционный контроль – контроль, осуществляемый специально уполномоченными лицами с целью проверки эффективности ранее выполненного контроля
Полнота охвата контролем	Сплошной контроль – контроль каждой единицы продукции в партии
	Выборочный контроль – контроль выборки из партии
	Летучий контроль – контроль, проводимый в случайное время (внезапный контроль)
	Непрерывный контроль – контроль, при котором поступление информации о контролируемых параметрах происходит непрерывно
	Периодический контроль – контроль, при котором поступление информации о контролируемых параметрах происходит через установленные интервалы времени
Влияние на объект контроля	Разрушающий контроль – контроль, при котором возможно нарушение пригодности продукции к использованию по назначению
	Неразрушающий контроль – контроль, при котором не должна нарушаться пригодность продукции к использованию по назначению
Применение средств контроля	Измерительный контроль – контроль, осуществляемый с применением средств измерений
	Регистрационный контроль – контроль, осуществляемый на основе подсчета или регистрации контролируемых параметров
	Органолептический контроль – контроль, при котором первичная информация воспринимается органами чувств
	Визуальный контроль – органолептический контроль, осуществляемый органами зрения
	Технический осмотр – контроль, осуществляемый при помощи органов чувств, а также средств контроля, номенклатура которых установлена в соответствующей документации
Структура организации	Самоконтроль – контроль исполнителем, имеющим личное клеймо
	Одноступенчатый контроль – контроль исполнителем и дополнительная приемка ОТК
	Многоступенчатый контроль – контроль исполнителем, операционный контроль, специальные методы контроля и приемочный контроль ОТК
Тип проверяемых параметров и признаков качества	Контроль геометрических параметров – линейных и угловых размеров, формы и расположения поверхностей и т.п.
	Контроль физических свойств – теплотехнических, электрических и др. свойств
	Контроль механических свойств – характеристик прочности, выносливости и пластичности материалов при различных внешних условиях
	Контроль химических свойств – химический анализ состава веществ, химическая стойкость и т.п.
	Металлографические исследования – контроль микро- и макроструктуры заготовок и деталей
	Специальный контроль – контроль светонепроницаемости, герметичности и др. свойств
	Контроль функциональных параметров – работоспособности, надежности и т.п.
Контроль признаков качества, например, внешний вид	
Уровень технической оснащенности	Ручной контроль – использование ручных средств контроля для проверки деталей и изделий
	Механизированный контроль – применение механизированных средств контроля
	Автоматизированные системы – контроль осуществляется с частичным непосредственным участием человека
	Автоматические системы – контроль осуществляется без непосредственного участия человека
	Активный контроль – контроль продукции или технологического процесса, осуществляемый в процессе изготовления продукции измерительными приборами, встроенными в технологическое оборудование, и используемый для управления процессом изготовления

Тема 2.3. Организация технического контроля на предприятии (Лекция-дискуссия – 1 час.)

Для осуществления функций контроля на предприятии создаются службы контроля (отделы технического контроля – ОТК), которые являются самостоятельными структурными подразделениями. Основные задачи, права и обязанности ОТК определены в «Типовом положении об отделе (управлении) технического контроля промышленного предприятия (объединения)».

Основными задачами службы контроля являются:

входной контроль качества сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий и инструмента, подготовка технических обоснованных документов на продукцию, не соответствующую установленным требованиям, для предъявления претензий (рекламаций) поставщикам;

контроль соблюдения технологической дисциплины; операционный контроль;

приемочный контроль готовой продукции, предъявление ее представителю заказчика в предусмотрительных условиях поставки случаях и оформления документов на принятую продукцию;

контроль соблюдения правил хранения и транспортирования готовой продукции внутри предприятия и правил ее отгрузки;

учет претензий (рекламаций) на несоответствие продукции установленным требованиям, участия в рассмотрении претензий и контроль реализации соответствующих мероприятий;

проверка состояния контрольно-измерительных средств, контроль соблюдения установленных сроков представления их на поверку, если эти обязанности не возложены на другие подразделения предприятия;

учет брака и контроль мероприятий по предупреждению смешивания годной и забракованной продукции;

контроль за внедрением и соблюдением стандартов предприятия; контроль на стадии проектирования продукции за внедрением и соблюдением требований стандартов и технических условий.

Отдел технического контроля осуществляет свою деятельность в тесном взаимодействии с другими подразделениями предприятия.

Так как операции технического контроля являются неотъемлемой частью производственного процесса, они разрабатываются совместно со службой главного технолога. Изменения в последовательности контрольных операций, в техническом оснащении и т.п. должны быть согласованы с ОТК.

Отдел технологического контроля предприятия принимает участие:

в разработке стандартов предприятия, устанавливающих основные положения системы управления качеством;

в разработке и внедрении прогрессивных методов контроля, оценке качества продукции с применением современных технических средств, в том числе активного контроля, неразрушающих и статистических методов контроля;

в работах по подготовке и проведению аттестации продукции и проверке соблюдения условий аттестации;

в организации сбора, анализа и обобщения статистических данных об эксплуатации выпущенной предприятием продукции, разработке мероприятий по устранению выявленных конструктивных и производственных недостатков продукции и контроле реализации этих мероприятий;

в выявлении причин возникновения дефектов в изготавливаемой продукции, разработке мероприятий по предупреждению брака, контроле их реализации и т.п.

Примерная структура отдела технического контроля машиностроительного предприятия численностью до 2 000 работающих приведена на рис. 2.1.

Основную работу по оценке качества выпускаемой продукции ведут бюро (службы) технического контроля (БТК) в цехах. БТК цехов обеспечивают выполнение практически всех перечисленных выше задач, стоящих перед ОТК. Однако основной задачей БТК является проведение приемочного контроля. Контроль качества продукции в цехах может проводиться в специально оборудованных помещениях или непосредственно на технологических линиях обработки и сборки.



Рис. 2.1. Примерная схема ОТК

Технический контроль осуществляется в строгом соответствии с планом контроля. По ГОСТу 15895 планом контроля называется совокупность данных о виде контроля, объеме контролируемой партии продукции или выборки, контрольных нормативах и решающих правилах. План контроля устанавливается в зависимости от уровня входного качества продукции.

Тема 2.4. Организация различных видов контроля Входной контроль (Лекция-дискуссия – 2,5 час.)

Целью входного контроля является контроль качества материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий и технической документации. Необходимость проведения, вид и план контроля, перечень проверяемых видов продукции определяет предприятие–потребитель.

Входной контроль осуществляется подразделением ОТК (бюро входного контроля), организационная структура которого определяется в зависимости от объема работ по входному контролю. В положении о подразделении входного контроля должны быть определены основные задачи, права и обязанности работников, организационная форма проведения контроля и правила взаимоотношений с другими службами предприятия.

Для проведения входного контроля поступающей на предприятие продукции составляется перечень ее видов, перечень контролируемых параметров с указанием допусков на них, требования к средствам измерений и испытаний, описание условий проведения контроля по каждому параметру. Затем разрабатывается технология проведения контроля.

Служба входного контроля осуществляет контроль предъявляемой ей продукции и дает заключение о возможности запуска ее в производство.

Если качество продукции не соответствует предъявляемым требованиям, то составляется рекламационный акт, который предъявляется поставщику. Забракованная продукция подлежит изоляции до принятия решения по рекламации.

Входной контроль может осуществляться путем:

проверки сопроводительной документации, упаковки и внешнего осмотра продукции – при наличии сертификата соответствия на продукцию или систему качества;

выборочного статистического контроля поступления продукции партиями, объем которых достаточен для получения выборок с установленными рисками потребителя и поставщика; сплошного контроля.

При проведении выборочного статистического контроля следует руководствоваться стандартами:

ГОСТ Р 50779.30; ГОСТ Р 50779.51; ГОСТ Р 50779.50; ГОСТ 18242

ГОСТ 188321.

Хорошо налаженный учет и анализ результатов входного контроля позволяет предприятию-потребителю оказывать методическую помощь поставщикам в деле повышения качества поставляемой ими продукции.

Контроль точности технологических процессов.

Целью контроля точности технологических процессов является получение информации, необходимой для их регулирования, оценки точности и стабильности технологических процессов, определения соответствия точностных характеристик оборудования нормам точности, установленным в нормативно – технической документации.

Контроль точности технологических процессов может проводиться, как и в процессе установившегося производства, так и при вводе нового или отремонтированного оборудования, при аттестации продукции, при проведении плановой проверки и т.п.

Точность технологического процесса может оцениваться величиной отклонения действительного значения параметра от номинального и коэффициентами точности и стабильности, которые определяются по ГОСТу

16.304 и ГОСТу 16467, а так же процентом сдачи продукции с первого предъявления, процентом возврата из цехов – потребителей и процентом рекламаций и брака.

В результате проведения контроля точности выявляются факторы, которые приводят к нарушению точности технологического процесса, устанавливается значимость влияния различных причин на точность технологического процесса, проводится расчет границ регулирования параметров технологического процесса.

В условиях серийного и массового производства контроль точности технологических процессов механической обработки проводится в соответствии с ГОСТом 16.305, согласно которому оценки точности технологических операций проводятся одним из следующих методов:

графоаналитическим;

оценки точности по одной реализации;

анализа зависимостей между погрешностями обработки на двух операциях.

Методы оценки точности в условиях единичного и мелкосерийного производства регламентируются ГОСТом 16.306, а ГОСТ 16.307 устанавливает методы определения периодичности подналадки автоматического и полуавтоматического оборудования.

Инспекционный контроль.

При инспекционном контроле производится:

систематическая оценка фактического уровня качества продукции, выявление повторяющихся дефектов, их анализ и устранение причин их появления;

проверка эффективности работы ОТК на различных этапах производства.

Для приведения инспекционного контроля в составе ОТК организуется инспекторская группа. Работа группы осуществляется по плану, утвержденному начальником ОТК.

Инспекторская группа периодически контролирует качество продукции и влияющие на него факторы (соблюдение технологической дисциплины, качество комплектующих и т.п.). Она может проводить испытания готовой продукции.

Испытания продукции. (ГОСТ 15.001)

Предприятие–изготовитель проводит предварительные и приемочные испытания продукции с целью определения ее соответствия техническому

заданию, требованиям нормативно–технической документации и возможности постановки продукции на производство.

Для проведения приемочных испытаний назначается комиссия, в состав которой входят представители заказчика, организации–разработчика документации, предприятия-изготовителя и органов госнадзора.

По результатам испытаний составляется протокол, в котором отмечаются данные и результаты испытаний продукции согласно программе и методике испытаний, общая оценка показателей качества продукции и другие данные.

В процессе серийного производства продукции работники ОТК проводят контрольные испытания (приемосдаточные и периодические).

Тема 2.5. Контроль деталей калибрами (Лекция-дискуссия – 1 час.)

Рассмотрим процесс контроля диаметра вала микрометром. Для этого необходимо проверить правильность установки микрометра на ноль и измерить диаметр (нахождение действительного значения размера – это первичная информация). Затем по справочнику находим предельные отклонения размера (верхнее и нижнее), рассчитываем наибольший и наименьший предельные размеры, сравниваем действительное значение размера с предельными и даем заключение о годности (вторичная информация). Такой путь контроля достаточно трудоемкий, требует много времени и неприемлем для массового и серийного производства. Эти недостатки можно избежать, используя для контроля калибры.

Калибры - это бесшкальные контрольные инструменты, служащие для установления годности детали. При контроле детали калибрами первый этап контроля практически не наблюдается. Вторичная информация позволяет принять решение и отнести деталь к годной или бракованной продукции.

Калибры предназначены для контроля деталей, особенно при массовом и крупносерийном производствах.

Калибры имеют две стороны: проходную ПР и непроходную НЕ, которые ограничивают предельные размеры детали. В отличие от измерения универсальными инструментами калибры позволяют определить лишь годность детали по контролируемому размеру, а действительный размер детали остается неизвестным. Деталь считается годной, если проходная сторона под действием собственного веса калибра проходит в проверяемый размер, а непроходная сторона не проходит. Это условие гарантирует, что действительный размер детали лежит в пределах допуска.

Классификация калибров

По методу контроля калибры делят на нормальные и предельные.

Нормальные калибры представляют собой шаблоны для контроля деталей сложной формы. Они копируют размер и форму контролируемого изделия и применяются, как правило, для контроля деталей сложной формы.

Предельные калибры воспроизводят размеры, соответствующие верхней и нижней границам поля допуска изделий. В этом случае один калибр является проходным, а другой - непроходным.

По полноте охвата контролем калибры делятся на комплексные и дифференциальные.

Комплексные калибры предназначены для проверки нескольких размеров изделий.

Дифференциальные (простые) калибры предназначены – для одного размера.

По назначению калибры делят на рабочие и контрольные.

Рабочими калибрами контролируют детали в процессе их изготовления. Ими пользуются рабочие и контролеры ОТК.

Контрольные калибры служат для контроля рабочих калибров-скоб в процессе их изготовления и эксплуатации.

По форме измерительных поверхностей предельные калибры делятся на пробки для контроля отверстий (рис. 2.2) и скобы для контроля валов (рис. 2.3).

По конструкции предельные калибры делят на односторонние (рис. 2.3, б, в) и двусторонние (рис. 2.3, а), на жесткие (рис. 2.2 и 2.3) и регулируемые (рис. 2.4). В одностороннем калибре проходной и непроходной калибры (стороны) находятся с одной стороны, в двусторонних - по разные стороны. Жесткие калибры предназначены для контроля одного размера, а регулируемые калибры за счет перенастройки позволяют производить контроль различных по величине размеров в определенном диапазоне, что является их преимуществом.

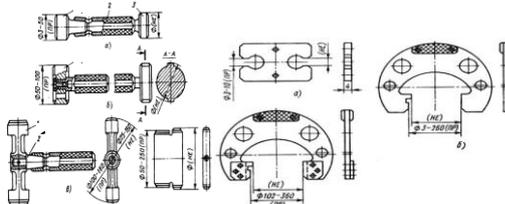


Рис. 2.2. Калибры-пробки

Рис. 2.3. Калибры-скобы

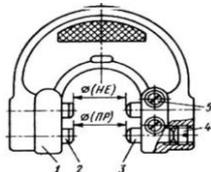


Рис. 2.4. Калибр-скоба регулируемая

Но регулируемые скобы более сложны по конструкции, дороже в изготовлении и имеют меньшую точность и надежность, поэтому их применяют для контроля деталей 8-го и более грубого квалитетов.

Тема 2.6. Допуски калибров для контроля гладких цилиндрических деталей (Лекция-дискуссия – 1,5 час.)

Калибры обозначаются:

ПР – рабочий проходной калибр; НЕ – рабочий непроходной калибр;

К-ПР – контрольный калибр для проходной стороны рабочего калибра- скобы;

К-НЕ – контрольный калибр для непроходной стороны рабочего калибра-скобы;

К-И – контрольный калибр для проверки износа рабочего проходного калибра–скобы.

Допуски калибров нормированы СТ СЭВ 157 □Калибры гладкие для размеров 500 мм. Допуски □. Схема расположения полей допусков рабочих и контрольных калибров приведена на рис. 2.5.

Стандарт устанавливает: допуски на изготовление:

Н – рабочих калибров (пробок) для отверстий; Н_с – тех же калибров, но со сферическими измерительными поверхностями; Н₁ – рабочих калибров (скоб) для валов; Н_р – контрольных калибров для скоб;

отклонение середины поля допуска наизготовление проходного калибра:

Z – для отверстия; Z₁ – для вала.

допустимый выход размера изношенного проходного калибра за границу поля допуска изделия:

Y – для отверстия; Y₁ – для вала.

Номинальным размером калибра является предельный размер детали. Например, отклонения +5, -3, -11 проходной скобы (см. рис. 2.5) отсчитываются от наибольшего размера вала (69,970 мм), а отклонения +4, -4 непроходной скобы отсчитываются от наименьшего размера вала (69,924 мм).

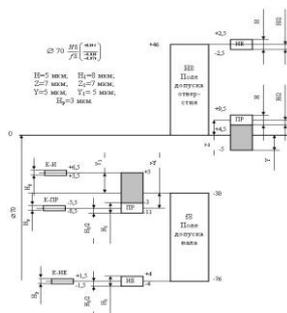


Рис.2.5. Схема расположения полей допусков калибров

4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Определение действительного размера и суммарной погрешности при многократных равноточных измерениях штанген-инструментами	4	-
2	1.	Определение сравнительной погрешности	4	-
3	2.	Относительные измерения размеров партии деталей методом сравнения с мерой	4	-
4	2.	Измерение гильзы цилиндра с помощью индикаторного нутромера	5	-
ИТОГО			17	-

4.4. Семинары/ практические занятия

Учебным планом не предусмотрено

4.5. Контрольные мероприятия: реферат

Реферат относится к индивидуальному заданию, которое рассматривается как самостоятельный вид письменной работы. Рекомендуемый объем индивидуального задания по дисциплине «Контроль качества изделий в машиностроении» – 15...25 страниц машинописного текста формата А4.

Индивидуальное задание выполняется с целью закрепления знаний в решении конкретных задач в сфере контроля качества изделий машиностроительных производств.

Тематика индивидуальных заданий включает в себя классификацию и назначение методов контроля качества, выбор технологи измерения в конкретных условиях, определение габаритов и присоединительных размеров.

Выдача задания, прием рефератов (Р) проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки реферата
зачтено	Реферат оформлен в соответствии с требованиями, содержание полностью соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания исчерпывающе раскрыта и даны соответствующие выводы и рекомендации. Автор свободно ориентируется в предоставленном материале.
не зачтено	Реферат не сдан или оформлен со значительными отклонениями от предъявленных требований, содержание не соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания не раскрыта. Автор не владеет представленным материалом.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>					
		<i>4</i>	<i>17</i>	<i>18</i>				
1. Введение. Основные термины и определения.	36	+	+	+	3	12	Лк, ЛР, СР	Реферат, зачет
2. Контроль изделий машиностроения	36	+	+	+	3	12	Лк, ЛР, СР	Реферат, зачет
<i>всего часов</i>	72	24	24	24	3	24	-	-

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря. - Москва: Юрайт, 2012. - 820 с. – ISBN 978-5-9916-1454-2.
2. Григорьев, С.Н. Обеспечение качества деталей при обработке резанием в автоматизированных производствах: учебник / С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов, А.Г. Схиртладзе. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 412 с. – ISBN 978-5-94178-252-9.
3. Управление качеством продукции машиностроения : учебное пособие / Под ред. М.М. Кане. - Москва : Машиностроение, 2010. - 416 с. – ISBN 978-5-94275-493-8.
4. Управление качеством в машиностроении : учеб. пособие для вузов / А.Ф. Гумеров, А.Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2008. - 168 с. – ISBN 978-5-94178-172-0.
5. Скворцов, А.В. Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств: учебник / А.В. Скворцов, А.Г. Схиртладзе. - Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 635 с.: ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8420-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469049>.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование издания	Вид занятия	Кол-во экз. в библ., шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
Основная литература				
1.	Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - Москва: Юрайт, 2012. - 820 с. – ISBN 978-5-9916-1454-2	Лк, ЛР, Р, СР	15	1
2.	Григорьев, С. Н. Обеспечение качества деталей при обработке резанием в автоматизированных производствах : учебник / С. Н. Григорьев, А. Р. Маслов, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2012. - 412 с. – ISBN 978-5-94178-252-9	Лк, Р, СР	15	1
3	Скворцов, А.В. Основы технологии автоматизированных машиностроительных производств: учебник / А.В. Скворцов, А.Г. Схиртладзе. - Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 635 с.: ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8420-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469049	Р, СР	ЭР	1
Дополнительная литература				
4.	Управление качеством в машиностроении : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Гумеров, А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 168 с. – ISBN 978-5-94178-172-0	Лк, ЛР, Р, СР	6	0,4

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендуемый режим и характер учебной работы по проработке лекционного материала заключается в освоении на практике и совершенствовании знаний в области контроля качества изделий современного машиностроительного производства.

При оформлении отчётов по лабораторным практическим работам следует особое внимание обращать на принципы и задачи при проведении контроля качества и анализе брака продукции машиностроительных производств.

Желательно обладать навыками применения полученных знаний при проведении контроля размеров изделий машиностроительных производств. Следует использовать научные результаты и известные научные методы и способы для решения новых научных и технических проблем, и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Лабораторная работа №1

Определение действительного размера и суммарной погрешности при многократных равноточных измерениях штанген-инструментами

Цель работы:

Определить с помощью штангенциркуля истинное значение измеряемой величины при многократных измерениях.

Задание:

1. Изучить приборы и материалы, необходимые для проведения лабораторной работы.
2. Прочитать теоретические сведения необходимые для проведения данной работы.
3. Произвести все необходимые измерения.
5. Оформить отчёт.

Порядок выполнения:

1. Проработать все пункты задания.
2. Внести все пункты задания в отчет.
3. Ответить на вопросы самопроверки.
4. Оформить и защитить отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Многократно измерить размеры L и D образцового валика.
2. Результаты измерений занести в первую строку табл. 1.1 отдельно для каждого из параметров L и D .
3. Определить истинное значение измеряемой величины.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Лабораторная работа выполняется на базе информации по выбранной тематике исследования, собранной бакалаврами самостоятельно. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

Таблица 1.1

Результат многократных равноточных измерений

Величина отчета X_i , мм	Результаты измерений									
Среднее арифметическое \bar{X} , мм	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$									
Остаточная погрешность Остаточная квадратичная погрешность $(X_i - \bar{X})^2$, мм ²										
Сумма остаточных квадратичных погрешностей \sum , мм ²	$\sum = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$									
Средняя квадратичная погрешность σ , мм	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$									
Предельная погрешность, ср. арифметическое S	$S = \pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$									
Результат измерения $X_{ист.}$, мм	$\bar{X}_{ист.} = \bar{X} \pm S$									

Рекомендуемые источники

Основная литература

1. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - Москва: Юрайт, 2012. - 820 с. – ISBN 978-5-9916-1454-2

Дополнительная литература

2. Управление качеством в машиностроении : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Гумеров, А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 168 с. – ISBN 978-5-94178-172-0

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Почему число случайных ошибок зависит от числа измерений и какова эта зависимость?
2. Характеристики средства измерения, используемого при измерении образцового валика.
3. Состав и сущность метрологической экспертизы.
4. По каким причинам необходимо увеличивать количество измерений?

Лабораторная работа №2 Определение сравнительной погрешности

Цель работы:

Произвести измерение детали тремя-четырьмя измерительными приборами различной точности и определить сравнительную погрешность измерения.

Задание:

1. Изучить приборы и материалы, необходимые для проведения лабораторной работы.
2. Прочитать теоретические сведения необходимые для проведения данной работы.
3. Произвести все необходимые измерения.
5. Оформить отчет.

Порядок выполнения:

1. Проработать все пункты задания.
2. Внести все пункты задания в отчет.
3. Ответить на вопросы самопроверки.
4. Оформить и защитить отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Перед измерениями очистите измеряемые поверхности детали с помощью авиационного бензина или технического спирта и салфетки. Измерения начните с наименее точного из выданных вам приборов, например, со штангенциркуля с ценой деления 0,1 мм.
2. Измерьте размер более точным прибором, например, микрометром с ценой деления 0,01 мм, потом еще более точным прибором, например, оптиметром с ценой деления 0,001 мм. Когда измерения проводят относительным методом, например с помощью оптиметра, индикатора, рычажной скобы, необходимо настроить прибор на нуль по концевым мерам длины. Размер блока концевых мер определяют по результату предыдущего измерения. Перед сборкой блока выбранные концевые меры необходимо очистить, как и измеряемые поверхности детали. Погрешность Δ определить как разность результатов измерения более грубым прибором по сравнению с последующим более точным.
3. Запишите температуру, относительную влажность и атмосферное давление, при которых проведены измерения.
4. Выполните эскиз измеряемой детали.
5. Запишите полученные результаты (рекомендуемый порядок записи результатов измерения представлен в табл. 2.1).

Таблица 2.1

Результаты разноточных измерений размера детали

Измерительный прибор	Цена деления по нону, мм	Пределы показаний по шкале, мм	Пределы измерений в целом, мм	Измеренный размер, мм	Погрешность измерения Δ , мкм
Штангенциркуль	0,1	0–125	0–125	29,9	-0,02
Микрометр	0,001	0–30	0–30	29,92	+0,003
Оптиметр	0,001	$\pm 0,1$	0–180	39,917	Блок концевых мер 39,92

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Лабораторная работа выполняется на базе информации по выбранной тематике исследования, собранной бакалаврами самостоятельно. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

Рекомендуемые источники

Основная литература

1. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - Москва: Юрайт, 2012. - 820 с. – ISBN 978-5-9916-1454-2

Дополнительная литература

2. Управление качеством в машиностроении : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Гумеров, А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 168 с. – ISBN 978-5-94178-172-0

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Расскажите правило набора блока концевых мер.
2. Какое значение измеряемой величины считается истинным при разноточных измерениях?
3. Каким образом определить погрешность измерения прибора при разноточных измерениях?

Лабораторная работа №3

Относительные измерения размеров партии деталей методом сравнения с мерой

Цель работы:

Измерить диаметры партии валиков методом сравнения с мерой с помощью цифрового индикатора. Рассортировать детали на три размерные группы.

Задание:

1. Изучить приборы и материалы, необходимые для проведения лабораторной работы.
2. Прочитать теоретические сведения необходимые для проведения данной работы.
3. Произвести все необходимые измерения.
5. Оформить отчет.

Порядок выполнения:

1. Проработать все пункты задания.
2. Внести все пункты задания в отчет.
3. Ответить на вопросы самопроверки.
4. Оформить и защитить отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Набрать блок концевых мер в размер 35,000 мм. Количество концевых мер в одном блоке не должно превышать 5.
2. Установить на измерительный столик штатива 2 (рис. 1.2) предварительно набранный блок концевых мер 5.
3. Отстопорив винт 3 кронштейна 4, переместить его в нижнее положение таким образом, чтобы измерительный шпindel индикатора 1 переместился на 2–3 мм от точки контакта с блоком концевых мер, и застопорить его.

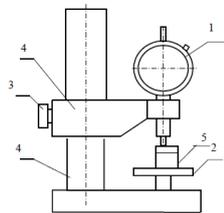


Рис. 1.2. Схема измерений

4. Нажатием кнопки 3 (рис. 4.1) включить индикатор.
5. Нажатием кнопки 11 (рис. 4.1) установить единицу измерения.
6. Нажатием кнопки 8 (рис. 4.1) установить относительные измерения.
7. Убрать блок концевых мер.
8. Измерить диаметр каждой детали в 2–3 поперечных сечениях. В качестве действительного размера принимается среднее арифметическое значение измеренной величины.
9. Действительные размеры занести в табл. 4.1.
10. Определить по справочнику верхнее es и нижнее ei предельные отклонения для размеров $\phi 35e12$ и $\phi 34h12$.
11. Подсчитать наибольший и наименьший предельные размеры и вписать в соответствующие колонки табл. 4.1.
12. Сравнить действительный размер каждой детали с предельными размерами и отнести его к одной из трех групп, проставив знак + в соответствующую строку и колонку табл. 4.1.

Таблица 4.1

Результаты измерений и сортировка на три группы

Таблица 1.1

Результаты измерений и сортировка на три группы				
Номер детали	Действительный размер	Таблица 1.1		Брак
		$\phi 35e12$	$\phi 34h12$	
		$es =$ $ei =$ $dmB =$ $dmL =$	$es =$ $ei =$ $dmB =$ $dmL =$	

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Лабораторная работа выполняется на базе информации по выбранной тематике исследования, собранной бакалаврами самостоятельно. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

Рекомендуемые источники

Основная литература

1. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - Москва: Юрайт, 2012. - 820 с. – ISBN 978-5-9916-1454-2

Дополнительная литература

2. Управление качеством в машиностроении : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Гумеров, А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 168 с. – ISBN 978-5-94178-172-0

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте определение относительного измерения.
2. Расскажите о технических характеристиках средства измерения, используемого при измерении образцовых валиков.
3. Как выбрать средство измерения, исходя из допуска на размер?

Лабораторная работа №4

Измерение гильзы цилиндра с помощью индикаторного нутромера

Цель работы:

Изучить устройство и приемы работы с индикаторным нутромером. Измерить внутреннюю поверхность гильзы цилиндра двигателя. Определить погрешность формы этой поверхности в поперечном и продольном сечениях и отклонение от цилиндричности.

Задание:

1. Изучить приборы и материалы необходимые для проведения лабораторной работы.
2. Прочитать теоретические сведения необходимые для проведения данной работы.
3. Произвести все необходимые измерения.
5. Оформить отчет.

Порядок выполнения:

Определить погрешностей формы внутренней поверхности гильзы цилиндра:

в продольном сечении – отклонения профиля продольного сечения;

в поперечном сечении – отклонения от круглости;

комплексного показателя цилиндрической поверхности – отклонения от цилиндричности.

Для определения погрешности в продольном сечении измерения проводятся по шесть раз (рис. 1.1 а) в двух взаимоперпендикулярных плоскостях, например, I–I и IV–IV (рис. 1.1 б).

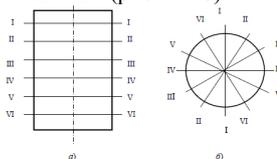


Рис. 1.1. Схема измерений

Сечения для измерения погрешности формы в поперечном сечении показаны на рис. 1.1, б. Измерения провести на расстоянии 20 мм от торца гильзы и по середине.

Отклонение от цилиндричности определите из обеих групп измерений.

1. При измерении нутромер, предварительно наклонив, осторожно, без ударов наконечниками о стенки детали, введите в отверстие гильзы. Выставите покачиванием прибор на кратчайший размер в сечении I–I и снимите показание по индикатору. Если стрелка отклонилась влево от нуля, то отклонение будет со знаком плюс (оно прибавляется к размеру

блока плиток), если вправо – то отклонение берут со знаком минус (оно вычитается от размера блока плиток). Результат измерения занесите в табл. 1.1.

2. Опускайте нутромер поочередно в следующие сечения, снимая каждый раз показания по индикатору. Не забывайте при каждом измерении находить покачиванием нутромера кратчайший размер. Результаты измерения занесите в табл. 1.1. Вывод нутромера из отверстия нужно провести плавно, без ударов.

Таблица 1.1

Продольные сечения	Отклонение индикатора, мкм		Значения диаметра, мм	
	в поперечном сечении I-I	в поперечном сечении IV-IV	в поперечном сечении I-I	в поперечном сечении IV-IV
I-I				
II-II				
III-III				
IV-IV				
V-V				
VI-VI				

3. Аналогичные измерения проведите в поперечном сечении (рис. 1.1, б). Результат измерения занесите в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Поперечные сечения	Отклонение индикатора, мкм		Значения диаметра, мм	
	в продольном сечении I-I	в продольном сечении IV-IV	в продольном сечении I-I	в продольном сечении IV-IV
I-I				
II-II				
III-III				
IV-IV				
V-V				
VI-VI				

4. Рассчитайте диаметры внутренней поверхности гильзы цилиндра во всех измеренных сечениях. Результаты расчета занесите в соответствующие столбцы табл. 1.1 и табл. 1.2. При расчете диаметров учитывайте знак (плюс или минус) отклонений стрелки индикатора.

5. Определите отклонение профиля продольного сечения, как алгебраическую разность между наибольшим и наименьшим отклонениями или разность между наибольшим и наименьшим размерами для каждого из двух сечений. Результат занесите в табл. 1.1.

6. По аналогии рассчитайте отклонения от круглости и запишите в табл. 1.2.

7. Определите отклонение от цилиндричности, как разность между наибольшим и наименьшим размерами из всех измерений. Результат занесите в табл. 1.3

Таблица 1.3

Наибольший диаметр, мм	Наименьший диаметр, мм	Отклонение от цилиндричности, мкм

Задания для самостоятельной работы:

1. Измерьте внутренний диаметр гильзы с помощью штангенциркуля. Округлите результат до ближайшего целого числа в миллиметрах.

2. По этому числу подберите концевую меру длины (плитку) или блок концевых мер. Концевые меры 3 (рис. 1.2) установите в струбцину 1 между боковиками 3 и закрепите винтом 5.

3. Установите в головке нутромера сменный измерительный стержень, соответствующий номинальному размеру измеряемого отверстия.

4. Установите индикатор в нутромере так, чтобы обеспечился предварительный натяг нутромера и индикатора, соответствующий приблизительно одному обороту стрелки.

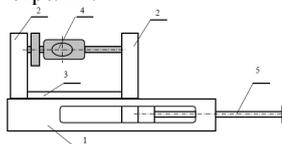


Рис. 1.3. Схема установки индикаторного нутромера на заданный размер

5. Поместите индикаторный нутромер измерительными наконечниками между боковиками струбцины и, выворачивая измерительный стержень, сообщите измерительному наконечнику натяг, соответствующий 2–3 оборотам стрелки индикатора.

6. Установите нутромер 4 на нуль. Для этого произведите легкое покачивание прибора в плоскости измерения. Кратчайший (действительный) размер между боковиками 3 определяют по предельной точке движения индикаторной стрелки. В этом положении, путём вращения циферблата за ободок, совмещают нулевой штрих со стрелкой. Обратите внимание и на положение малой стрелки индикатора, отсчитывающей число полных оборотов большой стрелки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Лабораторная работа выполняется на базе информации по выбранной тематике исследования, собранной бакалаврами самостоятельно. Полученные результаты обсуждаются и согласовываются с ведущим преподавателем.

Рекомендуемые источники

Основная литература

1. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - Москва: Юрайт, 2012. - 820 с. – ISBN 978-5-9916-1454-2

Дополнительная литература

2. Управление качеством в машиностроении : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Гумеров, А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 168 с. – ISBN 978-5-94178-172-0

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назначение и устройство индикаторных нутромеров.
2. Для чего создается предварительный натяг при установке индикатора и при его настройке на нуль?
3. Поясните установку индикаторного нутромера на нуль.
4. Для чего в конструкции нутромера предусмотрен центрирующий мостик?
5. С какой целью при настройке нутромера и измерении производят его покачивание?
6. Поясните результаты измерений и расчетов, приведенные в табл. 1.1, табл. 1.2, табл. 1.3.

9.2. Методические указания по выполнению реферата

1. Структура реферата

Введение

1. Средства измерения
2. Параметры измерения
3. Методика измерения

Заключение

Список использованной литературы

Приложения

2. Требования к оформлению реферата:

- реферат оформляют на листах формата А4 в объеме 15...20 листов, текст печатается на одной стороне листа;

- параметры шрифта: гарнитура шрифта – Times New Roman, начертание – обычный, кегль шрифта – 14 пунктов, интервал – 1,5, цвет текста – авто (черный);

- параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки – 1,5 мм., межстрочный интервал – полуторный;

- поля страницы для титульного листа: верхнее и нижнее поля – 20 мм, правое и левое поля – 15 мм

- поля всех остальных страниц: верхнее и нижнее поля – 20 мм, размер левого поля 30 мм, правого – 15 мм.

3. Темы рефератов

1. Измерение углов и конусов.
2. Методы и средства измерения отклонений формы и расположения поверхностей.
3. Методы и средства измерения шероховатости поверхности.
4. Методы и средства измерения параметров резьбы.
5. Контроль параметров зубчатых колес.
6. Средства для измерения параметров движения.
7. Измерение электрических величин.
8. Средства для измерений масс, сил и моментов.
9. Приборы для измерения давления и расхода.
10. Измерение температур.
11. Методы и средства измерения твердости.
12. Контроль внутренних и поверхностных дефектов.
13. Контроль качества покрытий.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) используются для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7.
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level.
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
4. Adobe Reader.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк, ЛР, ПЗ</i>
Лк	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	-
ЛР	Лаборатория технических средств измерения	Учебная мебель; Мерительный инструмент.	ЛР №1...4
Реферат	Читальный зал № 1	Учебная мебель; 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (мониторTFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-
СР	Читальный зал № 1	Учебная мебель; 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (мониторTFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	1. Введение. Основные термины и определения.	1.1 Физические величины и их измерение	Вопросы к зачету
			1.2 Классификация видов и методов измерений	
1.3 Средства измерений				
1.4 Метрологические характеристики средств измерений				
		2. Контроль изделий машиностроения	2.4 Организация различных видов контроля Входной контроль.	
ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции	1. Введение. Основные термины и определения.	1.5 Подготовка к измерениям	Вопросы к зачету
			1.6 Анализ постановки измерительной задачи	
			1.7 Создание условий для измерения	
			1.8 Выбор средств измерения	
		2. Контроль изделий машиностроения	2.1 Основные положения	
			2.2 Виды контроля	
			2.3 Организация технического контроля на предприятии	
ПК-18	способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению	1. Введение. Основные термины и определения.	1.9 Выбор метода измерений	Вопросы к зачету
			1.10 Выбор числа измерений	
			1.11 Подготовка оператора	
			1.12 Апробирование средств измерений	
			1.13 Методики выполнения измерений	
		2. Контроль изделий машиностроения	2.5 Контроль деталей калибрами	
			2.6 Допуски калибров для контроля гладких цилиндрических деталей	

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1.	ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	<p>1. Что называется измерением?</p> <p>2. Дайте определение физической величины и приведите несколько примеров.</p> <p>3. В чем отличие действительного и истинного значений физической величины?</p> <p>4. Как классифицируются измерения по общим приемам получения результатов?</p> <p>5. В чем различие между прямыми и косвенными измерениями?</p> <p>6. Что означают совместные и совокупные измерения?</p> <p>7. В чем различие абсолютных и относительных измерений?</p> <p>8. Какие основные метрологические показатели измерительных приборов Вы знаете?</p>	1. Введение. Основные термины и определения.
			<p>9. В чем разница органолептического и визуального контроля?</p> <p>10. Как различается контроль в зависимости от уровня технической оснащенности?</p>	2. Контроль изделий машиностроения
2.	ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции	<p>1. Для чего используют равнооточные и неравнооточные измерения?</p> <p>2. В чем отличие однократных измерений от многократных?</p> <p>3. Что означают статические и динамические измерения?</p> <p>4. В чем отличие метода непосредственной оценки результатов измерений от методов сравнения с мерой?</p> <p>5. Перечислите методы сравнения с мерой.</p> <p>6. Какие существуют основные виды средств измерений?</p> <p>7. Что означает мера?</p> <p>8. Какие измерительные приборы Вы знаете?</p> <p>9. Что такое измерительный преобразователь?</p>	1. Введение. Основные термины и определения.
			<p>10. Дайте определение технического контроля и контроля качества.</p> <p>11. В чем заключается сущность контроля?</p> <p>12. Перечислите виды контроля в зависимости от стадии существования продукции.</p> <p>13. Какой контроль осуществляется в процессе производства продукции?</p> <p>14. Как классифицируется контроль по полноте охвата?</p> <p>15. В чем сущность разрушающего и неразрушающего контроля?</p>	2. Контроль изделий машиностроения
3.	ПК-18	способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению	<p>1. Что представляет собой вспомогательное средство измерений?</p> <p>2. Что такое измерительная система и измерительно-вычислительный комплекс?</p> <p>3. Что называют ценой действия шкалы?</p> <p>4. Что такое диапазон измерения прибора?</p> <p>5. Из каких ошибок складывается суммарная погрешность измерения?</p> <p>6. Перечислите основные этапы подготовки к измерениям.</p> <p>7. Какие основные условия влияют на линейные измерения?</p>	1. Введение. Основные термины и определения.
			<p>8. Какие типы калибров Вы знаете?</p> <p>9. В чем различие нормальных и предельных калибров?</p> <p>10. Как контролируют диаметр гладких валов и отверстий?</p> <p>11. Для чего предназначены рабочие и контрольные калибры?</p> <p>12. В чем заключаются достоинства и недостатки регулируемых скоб?</p> <p>13. Как устанавливается годность деталей при контроле их калибрами?</p> <p>14. В чем заключается отличие контроля деталей калибрами от измерения?</p> <p>15. Почему для непроходных калибров не установлены допуски на износ?</p> <p>16. Каково значение плоскопараллельных концевых мер длины и какова их точность?</p> <p>17. Почему блок концевых мер должен состоять из возможно меньшего числа плиток?</p>	2. Контроль изделий машиностроения

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать ОПК-4 - проблемы, связанные с организацией контроля качества на производстве; ПК-17 - компоновку рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения; ПК-18 - методики контроля и испытания изделий машиностроения, средств технологического оснащения, диагностики;</p> <p>Уметь ОПК-4 - разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с организацией контроля качества на производстве; ПК-17 - участвовать в организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения; ПК-18 - осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению;</p> <p>Владеть ОПК-4 - навыками выбора оптимального варианта организации системы контроля качества на производстве. ПК-17 - навыками организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения. ПК-18 - навыками осуществления метрологической поверки средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения.</p>	зачтено	<p>- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы;</p> <p>- ответы изложены грамотно, уверенно, логично, последовательно;</p> <p>- опираясь на усвоенные знания, четко увязывает научные положения с практической деятельностью;</p> <p>- свободно владеет основными понятиями дисциплины.</p>
	не зачтено	<p>- допускает существенные ошибки и неточности при ответе на поставленные вопросы;</p> <p>- испытывает трудности в практическом применении полученных знаний;</p> <p>- не может аргументировать научные положения;</p> <p>- не владеет системой основных понятий дисциплины.</p>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Контроль качества изделий в машиностроении направлена на освоение на практике и совершенствование знаний в области инструментального обеспечения машиностроительных производств, включая участие в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий с учетом научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в инструментальной отрасли.

Изучение дисциплины Контроль качества изделий в машиностроении предусматривает:

- лекции;
- лабораторные работы;
- реферат;
- самостоятельную работу;
- зачет;

В ходе освоения раздела 1 Введение. Основные термины и определения обучающиеся обязаны уяснить, какие физические величины существуют, какими параметрами они характеризуются, приборы необходимые для их измерения и методику измерения.

В ходе освоения раздела 2 Контроль изделий машиностроения обучающиеся должны уяснить какие виды контроля существуют на машиностроительных предприятиях, принципы организации контроля качества изделий, освоить методику контроля качества калибрами и изучить какие виды калибров существуют.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения полученных знаний для подготовки и проведения организационной работы в области контроля качества изделий

машиностроительных производств.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется обратить внимание на научные проблемы состояния современного производства в области контроля качества деталей машин. Овладение ключевыми понятиями, терминами и определениями качества изделий является необходимым для корректного оперирования общепринятыми терминами научного сообщества при подготовке выпускной квалификационной работы.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить вопросам, связанным с контролем качества изделий машиностроительных производств.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о понятиях качества деталей машин.

Самостоятельную работу необходимо начинать с ознакомления с основными понятиями, терминами и определениями в области контроля качества изделий машиностроительных производств; определения основных задач, решаемых при организации и проведении контроля качества.

В процессе консультации с преподавателем обсуждаются и согласовываются полученные результаты, уточняются и корректируются отчёты по лабораторным работам.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и в Интернете.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Контроль качества изделий в машиностроении

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является – приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков контроля заданного качества продукции машиностроения, оценки причин выявленного несоответствия и подготовки предложений по повышению качества продукции и экономии ресурсов.

Задачами изучения дисциплины является:

- развитие способности участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции, участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению.

2. Структура дисциплины

2.1. Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекции – 17 часов; лабораторные работы – 17 часов; самостоятельная работа – 38 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа, 2 зачетные единицы.

2.2. Основные разделы дисциплины:

1. Введение. Основные термины и определения.
2. Контроль изделий машиностроения.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4 – способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа;

ПК-17 – способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции;

ПК-18 – способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению.

4. Вид промежуточной аттестации: Зачет.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры ТМ №__ от «__» _____ 20__ г.,

Заведующий кафедрой _____

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	1. Введение. Основные термины и определения.	1.1 Физические величины и их измерение	Защита Р
			1.2 Классификация видов и методов измерений	Отчет по ЛР 1 Защита Р
			1.3 Средства измерений	Защита Р
			1.4 Метрологические характеристики средств измерений	Защита Р
		2. Контроль изделий машиностроения	2.4 Организация различных видов контроля Входной контроль.	Отчет по ЛР 4 Защита Р
ПК-17	способность участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля и испытаний, эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой продукции	1. Введение. Основные термины и определения.	1.5 Подготовка к измерениям	Защита Р
			1.6 Анализ постановки измерительной задачи	Отчет по ЛР 1 Защита Р
			1.7 Создание условий для измерения	Защита Р
			1.8 Выбор средств измерения	Защита Р
		2. Контроль изделий машиностроения	2.1 Основные положения	Защита Р
			2.2 Виды контроля	Защита Р
			2.3 Организация технического контроля на предприятии	Отчет по ЛР 3 Защита Р
ПК-18	способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению	1. Введение. Основные термины и определения.	1.9 Выбор метода измерений	Защита Р
			1.10 Выбор числа измерений	Отчет по ЛР 2 Защита Р
			1.11 Подготовка оператора	Отчет по ЛР 2 Защита Р
			1.12 Апробирование средств измерений	Защита Р
			1.13 Методики выполнения измерений	Защита Р
		2. Контроль изделий машиностроения	2.5 Контроль деталей калибрами	Защита Р
			2.6 Допуски калибров для контроля гладких цилиндрических деталей	Защита Р

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать <i>ОПК-4</i> - проблемы, связанные с организацией контроля качества на производстве; <i>ПК-17</i> - компоновку рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения; <i>ПК-18</i> - методики контроля и испытания изделий машиностроения, средств технологического оснащения, диагностики;</p> <p>Уметь <i>ОПК-4</i> - разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с организацией контроля качества на производстве; <i>ПК-17</i> - участвовать в организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения; <i>ПК-18</i> - осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению;</p> <p>Владеть <i>ОПК-4</i> - навыками выбора оптимального варианта организации системы контроля качества на производстве. <i>ПК-17</i> - навыками организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения. <i>ПК-18</i> - навыками осуществления метрологической поверки средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения.</p>	<p>зачтено</p>	<p>Обязательное присутствие обучающегося при выполнении лабораторных, самостоятельное выполнение выданных заданий с предоставлением соответствующего отчета по лабораторным работам.</p> <p>Обучающийся дает исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы для текущего контроля, свободно владеет основными понятиями дисциплины.</p> <p>Реферат оформлен в соответствии с требованиями, содержание полностью соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания исчерпывающе раскрыта и даны соответствующие выводы и рекомендации. Автор свободно ориентируется в предоставляемом материале.</p>
<p>Знать <i>ОПК-4</i> - проблемы, связанные с организацией контроля качества на производстве; <i>ПК-17</i> - компоновку рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения; <i>ПК-18</i> - методики контроля и испытания изделий машиностроения, средств технологического оснащения, диагностики;</p> <p>Уметь <i>ОПК-4</i> - разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с организацией контроля качества на производстве; <i>ПК-17</i> - участвовать в организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения; <i>ПК-18</i> - осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению;</p> <p>Владеть <i>ОПК-4</i> - навыками выбора оптимального варианта организации системы контроля качества на производстве. <i>ПК-17</i> - навыками организации рабочего места для осуществления эффективного контроля качества и испытания изделий машиностроения. <i>ПК-18</i> - навыками осуществления метрологической поверки средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения.</p>	<p>не зачтено</p>	<p>Отсутствие обучающегося при выполнении лабораторных работ.</p> <p>Не представлены соответствующие отчеты по лабораторным работам.</p> <p>Обучающийся допускает существенные ошибки и неточности при ответе на вопросы для текущего контроля, не владеет системой основных понятий дисциплины.</p> <p>Реферат не сдан или оформлен со значительными отклонениями от предъявленных требований, содержание не соответствует заявленной тематике. Тема индивидуального задания не раскрыта. Автор не владеет предоставляемым материалом.</p>