

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

## **МЕТРОЛОГИЯ**

Методические указания  
к выполнению курсового проекта  
для студентов направления 27.03.01

Курган 2022

Кафедра: «Автоматизация производственных процессов».

Дисциплина: «Метрология» (направление 27.03.01 «Стандартизация и метрология»).

Составил: канд. техн. наук, доцент В. Е. Овсянников.

Печатается в соответствии с планом издания, утвержденным методическим советом университета «16» декабря 2021 г.

Утверждены на заседании кафедры «14» июня 2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ	4
1.1 Исходные данные для проектирования	4
1.2 Структура и оформление курсового проекта	4
2 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	5
2.1 Назначение методики выполнения измерений	5
2.2 Требования к погрешности измерений	6
2.3 Средства измерений, вспомогательные устройства	6
2.4 Метод измерений	7
2.5 Требования безопасности, охраны окружающей среды	7
2.6 Требования к квалификации оператора	8
2.7 Условия измерений	8
2.8 Количество измерений	8
2.9 Подготовка к выполнению измерений	9
2.10 Выполнение измерений	9
2.11 Обработка результатов измерений	10
2.12 Оформление результатов измерений	10
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	11

## **ВВЕДЕНИЕ**

Курсовой проект «Разработка методики выполнения измерений» обобщает и систематизирует теоретические знания, полученные при изучении соответствующих разделов дисциплины «Метрология», учит студентов применять данные знания для решения практических задач. При выполнении курсовой работы студент должен также использовать знания по основам взаимозаменяемости, стандартизации, методам и средствам измерений, контроля и испытаний. Студент в процессе выполнения курсового проекта должен научиться пользоваться необходимой справочной и нормативно-технической литературой, обоснованно назначать метод и схему измерений, правильно применять необходимые средства измерений.

### **1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ**

#### **1.1 Исходные данные для проектирования**

Тема курсового проекта является индивидуальной для всех студентов и формируется преподавателем-руководителем. В курсовом проекте решается задача по разработке методики выполнения измерений размеров, а также отклонений формы и расположения различных элементов типовых деталей. Исходные данные для работы содержат сведения о характеристиках точности измеряемых параметров, размерах конструктивных элементов деталей, при необходимости указываются область распространения методики и условия выполнения измерений.

#### **1.2 Структура и оформление курсового проекта**

Курсовой проект выполняется в виде пояснительной записки на одной стороне стандартных листов формата А4. Пояснительная записка включает следующие основные части: содержание, основную часть, заключение, список использованных источников. Титульный лист оформляется на уплотненной бумаге. После титульного листа приводится задание на курсовой проект. Затем следует содержание с указанием страниц, на которых начинаются соответствующие разделы и подразделы работы. После содержания приводится введение, в котором излагаются цели и задачи проекта. Далее следует основная часть, состоящая из разделов и подразделов.

Основная часть представляет собой методику выполнения измерений в соответствии с заданием на курсовой проект. Текст должен быть написан четко и аккуратно, полными словами, без сокращений, за исключением общеприня-

тых. В соответствующих местах текста обозначаются ссылки на использование литературных источников (учебники, справочники, стандарты, методические указания и т.п.) в виде номера по списку использованных источников, приведенного в конце пояснительной записки. Необходимые схемы и чертежи выполняются на листах обычной или миллиметровой бумаги формата А4 и располагаются в записке после соответствующих ссылок на них. В заключении излагаются основные выводы по работе. Правила оформления пояснительной записки приведены в ГОСТ 7.32-91. Сведения об использованных источниках, включенных в список, указываются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84. Курсовой проект проверяется преподавателем и в случае отсутствия грубых ошибок допускается к защите.

## **2 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Разрабатываемая в курсовой работе методика выполнения измерений формируется из ряда обязательных разделов, содержание которых должно соответствовать требованиям ГОСТ 8.563-96 [1].

### **2.1 Назначение методики выполнения измерений**

В разделе излагаются следующие положения:

- область применения. Дается описание объекта измерений и контролируемых параметров, устанавливается область использования методики (одно предприятие, отрасль и т.п.), определяется возможность распространения методики на иные значения размеров измеряемой величины (другие объекты и виды измерений), оценивается применимость методики к определенным видам контроля (технологического или приемочного);
- развернутое теоретическое определение измеряемой величины;
- характеристика измеряемой величины, числовое значение ее допуска (предельных отклонений), значения неинформативных параметров величины;
- характеристики объекта измерений, если они могут оказать влияние на погрешность измерений (жесткость в месте контакта детали с первичным измерительным преобразователем, состояние поверхностного слоя и др.);
- особые условия выполнения измерений, если они влияют на погрешность измерений.

При выполнении раздела рекомендуется использовать источники [2, 3, 4].

## 2.2 Требования к погрешности измерений

В разделе приводится числовое значение требуемой (допускаемой) погрешности измерений, рекомендуемой нормативными документами со ссылками на данные документы. Требования к допускаемой погрешности измерений целесообразно устанавливать с учетом всех ее составляющих (методической, инструментальной и субъективной).

Если допускаемая погрешность измерений не задана, то требования к погрешности измерений могут быть определены при помощи приписанных характеристик погрешности измерений, выражаемых в соответствии с рекомендациями нормативных документов. Когда предполагается существенная случайная составляющая погрешности измерений, указываются границы погрешности измерений на определенном уровне доверительной вероятности (например,  $P=0,95$ ).

Требования к погрешности измерений одной и той же величины могут быть различными для разных значений этой величины, разных изделий и разных условий измерений. В этом случае, а также в случае измерения нескольких величин, требования к погрешности измерений приводятся в виде таблиц (графиков, уравнений).

*В соответствии с ГОСТ 8.051 значения пределов допускаемых погрешностей измерения  $[\Delta_{изм}]$  для линейных размеров задаются в зависимости от допусков и качества на изготовление вала (по таблицам):*

$$[\Delta_{изм}] = (0,20-0,35) \cdot T = pT.$$

*Примечание: в качестве  $T$  берется меньший из двух допусков (или на размер или допуск формы).*

## 2.3 Средства измерений, вспомогательные устройства

В разделе приводится перечень средств измерений, вспомогательных устройств и других технических средств, применяемых при выполнении измерений. Характеристика используемых средств измерений должна быть полной и подробной.

Для средств измерений, соответствующих утвержденному типу, в перечне указывают наименование, обозначение государственных стандартов или технических условий на данные средства, обозначение типов или моделей средств измерений, их метрологические характеристики (пределы допускаемых погрешностей, пределы измерений, классы точности и др.).

Если в методике применяется специальное средство измерений, необходимо указать полное наименование и шифр, под которым средство зарегистрировано в каком-либо документе (стандарт предприятия, технологическая и конструкторская документация). Если по условиям методик используется вновь разрабатываемое средство измерений, следует сформулировать основные требования, которым должно отвечать средство. Отдельно в разделе должны быть указаны используемые вспомогательные устройства (для базирования детали, установки первичного измерительного преобразователя и др.), их метрологические характеристики и обозначение нормативных документов. Если методика предназначена для применения в сфере распространения государственного метрологического контроля и надзора, то выбираются средства измерения, имеющие утвержденные типы.

Суммарная погрешность используемых средств измерений и вспомогательных устройств не должна превышать допускаемой погрешности измерений, указанной в разделе 2.2.

Выбор стандартизованных средств измерений и вспомогательных устройств следует проводить в соответствии с техническими условиями или стандартами на данные средства, а также по данным литературных источников [7; 8; 9; 10].

## **2.4 Метод измерений**

Раздел содержит описание способов сравнения измеряемой величины с ее единицей в соответствии с принципом, положенным в основу метода. Формулировка метода измерений должна включать два признака. Если для измерения одной величины применяется несколько методов, то описание каждого метода следует выделять в отдельный подраздел.

Формулировка метода измерений должна содержать все необходимые признаки и отвечать стандартным определениям согласно источнику [11].

## **2.5 Требования безопасности, охраны окружающей среды**

В разделе указываются требования и приемы выполнения работ, соблюдение которых при измерениях обеспечивает безопасность труда, нормы производственной санитарии и охрану окружающей среды. Специфичные требования при использовании средств измерений и наиболее опасные приемы работ (например, с источниками электромагнитных и ионизирующих излучений) должны быть выделены особо.

## **2.6 Требования к квалификации оператора**

Раздел содержит требования о необходимом уровне квалификации (образовании, практическом опыте и др.) операторов, допускаемых к выполнению измерений согласно методике. Данные требования приводятся при выполнении неавтоматизированных измерений и сложной методике обработки их результатов.

Требования к квалификации оператора устанавливаются путем назначения разряда выполняемых работ. При выполнении сложных и опасных измерений следует определить необходимость специального обучения операторов и получения допуска к выполнению работ.

## **2.7 Условия измерений**

В разделе указываются требования к условиям проведения измерений. Условия проведения измерений представляются в виде перечня влияющих величин, их номинальных значений или диапазонов допустимых значений. К числу влияющих величин относятся параметры среды, напряжение и частота тока электропитания, специфические требования к объекту измерения и другие характеристики.

При существенном изменении значений влияющих величин в процессе измерений целесообразно нормирование требований к ним в виде функций (графиков, таблиц), характеризующих связь между значениями влияющих величин и погрешностью измерений, или указание диапазонов значений влияющих величин, в пределах которых ими можно пренебречь.

Методику выполнения измерений в курсовой работе допускается ориентировать на нормальные условия проведения измерений. Знания влияющих величин для таких условий измерений следует принимать согласно источникам [11; 12].

## **2.8 Количество измерений**

В разделе устанавливается количество измерений, необходимых для обеспечения требуемой точности измерений. Выбор количества измерений производится с учетом точности измерительной задачи, степени ответственности результатов и соотношения составляющих погрешности измерения. При необходимости указывается периодичность выполнения измерений.



Количество измерений в зависимости от точности измерительной задачи и степени ответственности получаемых результатов устанавливается в соответствии с рекомендациями по источнику [11].

## **2.9 Подготовка к выполнению измерений**

Раздел содержит описание подготовительных работ, которые проводятся перед выполнением непосредственных измерений. К таким работам следует относить предварительное определение значений влияющих величин, установку или сборку средств измерений и других используемых технических средств, подготовку и проверку режимов работы приборов (установка нуля, выдержка во включенном состоянии и т. п.).

Описание подготовительных работ должно содержать подробное изложение последовательности действий оператора по подготовке всей материальной части для измерений, причем, эта последовательность должна быть технически оправданной и оптимальной по времени. Все необходимые действия оператора должны быть описаны с такими подробностями, чтобы не требовалось каких-либо дополнительных разъяснений.

## **2.10 Выполнение измерений**

В разделе указывается перечень, объем, последовательность и содержание измерительных операций. Для уменьшения методической составляющей погрешности измерения описание операций выполнения измерений необходимо проводить с учетом теоретического определения контролируемой величины и метода измерений. Следует подробно указать, в скольких сечениях требуется проводить измерения, как должны располагаться эти сечения, в скольких точках необходимо выполнять замеры.

Если для измерений одной величины применяются несколько методов, то описание каждой операции выделяют в отдельный подраздел. При необходимости в разделе указывают требования о регистрации результатов промежуточных измерений и значений влияющих величин. При этом определяют форму регистрации этих данных (магнитные носители, распечатка принтера, протокол) и требования к точности представления значений (число значащих цифр и др.). В обязательном порядке устанавливаются требования к форме и точности представления конечных результатов измерений.

## **2.11 Обработка результатов измерений**

Раздел содержит описание способов обработки и получения результатов измерений. Разработка алгоритма обработки результатов измерений должна проводиться в соответствии с установленной последовательностью выполнения измерений (раздел 2.10), теоретическим определением измеряемой величины и принятым методом измерений. Для уменьшения методической составляющей погрешности результата не рекомендуется в расчетах использовать упрощенные зависимости и формулы. При необходимости следует привести данные, требуемые для получения результатов вычислений (константы, таблицы, графики).

Если для измерений одной величины применяются несколько методов, то описание каждого способа обработки результатов измерений выделяют в отдельный подраздел. При необходимости в разделе указывают требования о регистрации результатов обработки промежуточных измерений и определяют форму представления полученных данных (магнитные носители, распечатка принтера, протокол). Требования о точности и форме представления окончательных результатов расчета обязательны.

Используемые методика и алгоритм обработки результатов измерений должны строго соответствовать теоретическому определению измеряемой величины и принятому методу измерений. Выбор способов обработки результатов измерений следует проводить согласно материалам источника [11].

## **2.12 Оформление результатов измерений**

Раздел содержит требования к форме, в которой содержатся полученные по методике результаты измерений, указывается вид носителя полученной измерительной информации (магнитные носители, документ). При необходимости приводят сведения о применяемых средствах измерений и других технических средствах.

Выбор формы представления результатов измерений проводится в зависимости от способа дальнейшего использования результатов (регистрация, хранение, выполнение последующих расчетов) [6].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Методики выполнения измерений : ГОСТ 8.563-96 : Введ. 07.01.1997. – Москва : Изд-во стандартов, 1997. – 11 с.
- 2 Якушев А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / А. И. Якушев, Д. И. Воронов, Н. М. Федотов. – Москва : Машиностроение, 1987. – 352 с.
- 3 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник : в 2 т. Т. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. – Ленинград : Политехника, 1991. – 576 с.
- 4 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник : в 2 т. Т. 2 / М. А. Палей, А. Б. Брагинский. – Ленинград : Политехника, 1991. – 607 с.
- 5 Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм : ГОСТ 8.051-81 : Введ. 01.01.1982. – Москва : Изд-во стандартов, 1982. – 10 с.
- 6 Результаты измерений и характеристики погрешности измерений. Форма представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроля их параметров : МИ 1317-86 : Введ. 01.01.1987. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 27 с.
- 7 Методические указания. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм : РД 50-98-86 : Введ. 01.07.1997. – Москва : Изд-во стандартов, 1987. – 84 с.
- 8 Справочник контролера машиностроительного завода / под ред. А. И. Якушева. – Москва : Машиностроение, 1980. – 528 с.
- 9 Сергеев А. Г. Метрология / А. Г. Сергеев // Электронная энциклопедия студента. – Москва : Логос, 2004.
- 10 Выбор методов и средств при разработке методик выполнения измерений. Общие положения : МИ 1967-89 : Введ. 01.05.1990. – Москва : Изд-во стандартов, 1990. – 38 с.
- 11 Сергеев А. Г. Метрология / А. Г. Сергеев, В. В. Крохин. – Москва : Логос, 2000. – 408 с.
- 12 Нормальные условия при проверке. Общие требования : ГОСТ 8.395-80 : Введ. 01.05.1981. – Москва : Изд-во стандартов, 1981. – 12 с.

Овсянников Виктор Евгеньевич

## МЕТРОЛОГИЯ

Методические указания  
к выполнению курсового проекта  
для студентов направления 27.03.01

Редактор В. С. Никифорова

---

Подписано в печать 05.08.22	Формат 60×84 1/16	Бумага 80 г/м <sup>2</sup>
Печать цифровая	Усл. печ. л. 0,75	Уч.- изд. л. 0,75
Заказ 66	Тираж 25	

---

Библиотечно-издательский центр КГУ.  
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.  
Курганский государственный университет.