

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



МЕТРОЛОГИЯ

Учебное пособие

Королев
2018

УДК 006.9
ББК 30.10
М54

Рецензент: д.т.н. Озерский М.Д.

М54 **Метрология** [Текст] учебное пособие / Г.П. Богданов, В.Г. Исаев, О.А. Воейко, Ю.А. Клейменов. – Королев МО: МГОТУ, 2018. – 222 с.

В учебном пособии изложены основы метрологии как науки об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, приведены основные сведения о единицах физических величин, обеспечении единообразия средств измерений, а также рассмотрены погрешности измерений и методы обработки результатов измерений.

Учебное пособие предназначено для бакалавров, обучающихся по направлениям подготовки 27.03.02 «Управление качеством» и 27.03.05 «Инноватика» и рекомендуется для использования в учебном процессе по техническим и экономическим специальностям при изучении в вузе тематики, связанной с измерениями, технологическими процессами, в том числе инновационными, и управлением качеством.

ISBN 978-5-91730-757-2

© МГОТУ, 2018
© Богданов Г.П., Исаев В.Г.,
Воейко О.А., Клейменов Ю.А., 2018

Содержание

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ	4
1. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ	8
1.1. Предмет и задачи метрологии	8
2. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ	13
2.1. Основное уравнение измерений. Основные единицы физических величин	13
2.2. Международная система единиц СИ	16
2.2.1. Правила написания обозначений единиц	26
2.3. Эталоны основных единиц физических величин и их классификация	29
3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ	35
3.1. Принципы, методы измерений и их классификация	35
3.2. Качество измерений. Погрешности измерений и их классификация	40
3.2.1. Показатели качества измерений	40
3.2.2. Классификация погрешностей измерений	42
3.3. Функции и законы распределения погрешностей	47
4. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ ПОГРЕШНОСТИ	54
4.1. Классификация средств измерений	54
4.2. Классификация радиометрических приборов	58
4.3. Метрологические характеристики средств измерений	61
Классификация погрешностей средств измерений	61
4.4. Нормируемые метрологические характеристики и классы точности средств измерений	67
4.5. Классы точности средств измерений	68
4.6. Формы представления классов точности средств измерений	70
4.7. Метрологическая надежность и виды технического состояния средств измерений	76
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ	82
5.1. Проверочные схемы и виды поверок средств измерений	82
5.2. Виды поверок	86
5.3. Способы определения объема поверяемых параметров средств измерений	88
5.4. Способы определения периодичности поверки средств измерений	97
5.5. Достоверность поверки средств измерений	101
5.6. Государственная система обеспечения единства измерений и ее законодательная база	108
5.7. Федеральный закон «О техническом регулировании»	112
5.8. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений»	115

5.9. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации»	121
6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	123
6.1. Обработка результатов прямых измерений.....	123
6.2. Обработка результатов косвенных измерений.....	127
6.3. Обнаружение грубых погрешностей измерений.....	130
6.4. Обработка результатов неравноточных рядов (групп) измерений.....	132
6.5. Обработка результатов совокупных и совместных измерений.....	135
7. РАЗРАБОТКА И АТТЕСТАЦИЯ МЕТОДИК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ	140
7.1. Требования к методикам выполнения измерений.....	140
7.2. Построение и изложение документов на МВИ.....	143
7.3. Разработка методик выполнения измерений.....	145
7.4. Аттестация методик выполнения измерений.....	156
7.5. Критерии отнесения методик выполнения измерений к методикам, подлежащим аттестации.....	162
7.5.1. Пример применения критериев отнесения МВИ к методикам, подлежащим аттестации.....	171
7.6. Аккредитация организаций на право аттестации методик выполнения измерений.....	174
7.6.1. Условия аккредитации.....	174
7.6.2. Порядок проведения аккредитации.....	175
7.6.3. Программа выполнения работ по аккредитации метрологической службы.....	
на право аттестации методик измерений и проведения метрологической экспертизы документов.....	177
8. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	179
8.1. Цели и задачи метрологического обеспечения испытательного оборудования.....	179
8.2. Показатели точности и надежности испытательного оборудования.....	184
8.3. Выбор средств измерений для аттестации испытательного оборудования.....	194
8.4. Аттестация испытательного оборудования.....	204
8.4.1. Порядок проведения аттестации испытательного оборудования.....	204
Приложение А.....	212
Приложение Б.....	215
Приложение В.....	218
Приложение Г.....	220
ЛИТЕРАТУРА	221

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АИИ – аналого-цифровой прибор;
ГМКНИ – государственный метрологический контроль и надзор;
ГМС – государственная метрологическая служба;
ГМНЦ – государственный научный метрологический центр;
ГСИ – государственная система обеспечения измерений;
ИИС – информационно-измерительный центр;
ИЛ – измерительная лаборатория;
МВА – межведомственная аттестация;
МВИ – межведомственные испытания;
МСП – метрологическая служба предприятия;
МНИ – межповерочные интервалы;
МХ – метрологическая характеристика;
ИГД – нормативно-техническая документация;
ОБИ – обеспечение единства измерений;
РЭА – радиоэлектронная аппаратура;
ССД – стандартные справочные данные;
СИ – средства измерений;
СО – стандартный образец;
ТУ – технические условия;
ТЗ – техническое задание;
ФЗ – федеральный закон;
ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;
ЭДС – электродвижущая сила;
ЭВМ – электронно-вычислительная машина.