

А.С. Завгородний

Основы законодательной метрологии

Учебное пособие



Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н. Э. Баумана
2023

УДК 006.022
ББК 30.10
3-13

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://bmstu.press/catalog/item/7944/>

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
Кафедра «Радиоэлектронные системы и устройства»

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия*

Рецензент
канд. физ.-мат. наук С.Б. Розанов

Завгородний, А. С.

3-13 Основы законодательной метрологии : учебное пособие / А. С. Завгородний. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. — 47, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-6036-6

Содержит материалы лекционной части курса «Метрология и радиоизмерения», включающие основы законодательной метрологии. Пособие снабжено справочной информацией и памятками для разработчиков технической документации в части метрологического обеспечения средств радиотехнических измерений.

Для студентов, обучающихся по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

УДК 006.022
ББК 30.10



Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте: info@bmstu.press

ISBN 978-5-7038-6036-6

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023

Предисловие

Учебное пособие «Основы законодательной метрологии» предназначено для студентов, изучающих курс «Метрология и радиоизмерения» и обучающихся по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», а также для студентов радиотехнических специальностей в качестве справочного издания.

Материалы пособия позволяют сформировать у студента компетенции в части организации метрологического обеспечения производства радиоэлектронных средств и реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных.

Для успешного освоения материалов пособия рекомендуется предварительно освоить курсы общей физики, основы теории цепей, высшей математики (разделы статистики и теории вероятностей).

Пособие содержит материалы лекционной части курса «Метрология и радиоизмерения», включающие основы законодательной метрологии, и состоит из четырех глав, справочного перечня стандартов и приложений.

Первая глава посвящена изучению основного федерального закона, регулирующего обеспечение единства измерений в Российской Федерации; приведены определения, принятые в области нормативной документации и обсуждаются принятые к применению единицы измерений физических величин.

Во второй главе рассматриваются вопросы разработки, аттестации и регистрации методик измерений. Подробно изложены требования к структуре и содержанию методик. Обсуждаются виды методик измерений.

Третья глава посвящена средствам измерений, вопросам их аттестации, поверки и калибровки. Материалы главы включают описание жизненного цикла средства измерений, его взаимодействия с эталонами в целях обеспечения прослеживаемости.

Четвертая глава содержит определения понятий погрешности и неопределенности измерений. Рассмотрены виды погрешностей

и неопределенностей, приведены основные математические соотношения для их оценки.

Материал, изложенный в пособии, предназначен для конспектирования. Главы снабжены перечнями контрольных вопросов и заданий для самостоятельной проверки знаний.

В перечне справочных документов даны ссылки на нормативные документы, регламентирующие вопросы обеспечения единства измерений в области радиотехники.

Приложения содержат памятки для разработчиков методик измерений и для составителей описания типа средства измерений, а также перечень возможных поверочных схем.

Введение

Метрология — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, а также о способах достижения требуемой точности. Метрология рассматривает вопросы прослеживаемости и повторяемости измерений, объективной оценки физических величин на этапах производства, испытаний, эксплуатации. Метрологи заняты аттестацией средств и методов измерений, ведением различных реестров, участвуют в проведении государственных испытаний.

Процедуры метрологической аттестации или испытаний всегда затрагивают интересы разработчика, производителя и продавца, так как результат этих мероприятий может быть как положительным, так и отрицательным. При положительном решении средство измерений или метод измерений признаются на государственном уровне. Радиотехнические измерения часто стоят на страже безопасности человеческой жизни, ошибки в показаниях авиационного высотомера, радионавигационной системы, пульсометра или сканера обнаружения могут оказаться фатальными. Очевидно, что важность таких измерений влечет за собой необходимость их надлежащего контроля и регулирования. По этим причинам именно метрология наиболее жестко регулируется законодательством по сравнению с прочими техническими науками. Конечно, погружение в юридические тонкости законов о метрологии увело бы далеко за пределы учебного курса, однако современный инженер-разработчик должен ориентироваться в основных закреплённых законодательно терминах и определениях, знать, где искать информацию о метрологических характеристиках приобретенных средств измерений, куда обращаться по вопросам поверки и калибровки аппаратуры и т. д.

1. Основные определения. Единицы величин

Основной закон, который регулирует сферу выполнения измерений на территории Российской Федерации, является Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ. Поскольку изучение любой области знания начинается с изучения ее классификации и терминологии, то начать следует со ст. 2 закона «Основные понятия». Инженеру-разработчику радиотехнической аппаратуры полезно знать следующие термины и определения из этого закона:

1) *аттестация методик (методов) измерений* — исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям;

2) *ввод в эксплуатацию средства измерений* — документально оформленная в установленном порядке готовность средства измерений к использованию по назначению;

3) *государственный первичный эталон единицы величины* — государственный эталон единицы величины, обеспечивающий воспроизведение, хранение и передачу единицы величины с наивысшей в Российской Федерации точностью, утверждаемый в этом качестве в установленном порядке и применяемый в качестве исходного на территории Российской Федерации;

4) *государственный эталон единицы величины* — эталон единицы величины, находящийся в федеральной собственности;

5) *единица величины* — фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины и применяется для количественного выражения однородных с ней величин;

6) *единство измерений* — состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы;

7) *измерение* — совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины;

8) *испытания стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа* — работы по определению метрологических и технических характеристик однотипных стандартных образцов или средств измерений;

9) *калибровка средств измерений* — совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений;

10) *методика (метод) измерений* — совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности;

11) *метрологическая служба* — юридическое лицо, подразделение юридического лица или объединение юридических лиц, либо работник (работники) юридического лица, либо индивидуальный предприниматель, либо подведомственная организация федерального органа исполнительной власти, его подразделение или должностное лицо, выполняющие работы и (или) оказывающие услуги по обеспечению единства измерений и действующие на основании положения о метрологической службе;

12) *первичная референтная методика (метод) измерений* — референтная методика (метод) измерений, позволяющая получать результаты измерений без их прослеживаемости. Первичная референтная методика (метод) измерений, находящаяся в федеральной собственности, является государственной первичной референтной методикой (методом) измерений;

13) *передача единицы величины* — приведение единицы величины, хранимой эталоном единицы величины или средством измерений, к единице величины, воспроизводимой или хранимой эталоном данной единицы величины или стандартным образцом, имеющим более высокие показатели точности;

14) *поверка средств измерений* (далее — *поверка*) — совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям;

15) *прослеживаемость* — свойство эталона единицы величины, средства измерений или результата измерений, заключающееся в документально подтвержденном установлении их связи с государственным первичным эталоном или национальным первичным эталоном иностранного государства соответствующей единицы величины посредством сличения эталонов единиц величин, поверки, калибровки средств измерений;

При проведении поверки комплектность поступившего в лабораторию СИ проверяется одной из первых. Собственно проведение поверки не начинается, если комплект не полный. Также заказчик должен проследить, чтобы в комплект поставляемого СИ был включен достаточный набор необходимых кабелей, переходников и прочего вспомогательного оборудования, предназначенного для его подключения к внешнему измерительному оборудованию и средствам проведения поверки.

7. Поверка

В разделе, посвященном поверке СИ, приводят полное наименование документа, содержащего методику поверки, утвержденного и зарегистрированного Росстандартом в установленном порядке. Если документ на методику поверки входит в эксплуатационную документацию, то указывают, каким метрологическим центром согласован этот документ и дату согласования. Далее приводят перечень основных средств поверки с указанием их метрологических характеристик. В конце раздела указывают межповерочный интервал.

8. Нормативные документы

В этом разделе приводят сведения о нормативных документах, которым соответствуют испытанные средства измерений: обычно это российские ГОСТы, международные стандарты с указанием их наименований. В случае, когда на утверждаемый тип отсутствуют нормативные документы, в этой части описания типа приводят технические условия или технические документы фирмы-изготовителя, находящиеся в открытом доступе, и т. д.

9. Заключение

Здесь указывают сведения о метрологическом центре, который проводил испытания. Обычно указывают полное наименование, номер аттестата аккредитации на выполнение работ по испытаниям в целях утверждения типа, а также контактные данные.

10. Изготовитель

В данном разделе указывают полное наименование и юридический адрес изготовителя (изготовителей) СИ, номера телефонов (факсов) и другую контактную информацию, которую изготовитель считает необходимым включить в описание типа.

Указанные выше разделы могут немного отличаться по названию, иногда их могут объединять. Однако вся перечисленная выше информация должна быть отражена в описании типа СИ.

Оглавление

Предисловие	3
Введение	5
1. Основные определения. Единицы величин	6
2. Выполнение измерений. Методики измерений	15
3. Средства измерений	23
4. Погрешность и неопределенность	32
Литература	37
Приложение А. Методика измерений (по ГОСТ 8.563–2009)	38
Приложение Б. Описание типа средства измерений (по МИ 2646–2001)	44

Учебное издание

Завгородний Алексей Сергеевич

Основы законодательной метрологии

Художник Э.Ш. Мурадова

Корректор А.Э. Анисимова

Компьютерная верстка Е.В. Жуковой

Оригинал-макет подготовлен
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В оформлении использованы шрифты
Студии Артемия Лебедева.

Подписано в печать 24.04.2023. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 3,0. Тираж 141 экз. Изд. № 1258-2023.

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.
info@bmstu.press
<https://bmstu.press>

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.
baumanprint@gmail.com