ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.913— 2016

Государственная система обеспечения единства измерений

ДАЛЬНОМЕРЫ СПУТНИКОВЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ

Погрешность и неопределенность измерений. Нормируемые метрологические характеристики

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ») Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы», подкомитетом ПК 12 «Эталоны и поверочные схемы в области измерений времени и частоты»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 июля 2016 г. № 868-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Март 2019 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2016, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Спутниковые лазерные дальномеры как средства измерений 2
5 Результаты измерений, погрешность, точность и неопределенность измерений длины спутниковым лазерным дальномером 3
5.1 Результаты измерений длины спутниковым лазерным дальномером 3
5.2 Погрешность результата измерения длины спутниковым лазерным дальномером 4
5.3 Компенсация погрешности результата измерения длины спутниковым лазерным дальномером 4
5.4 Точность спутниковых лазерных дальномеров 5
5.5 Неопределенность измерений длины спутниковым лазерным дальномером 5
5.6 Правила оценивания и представления погрешностей спутниковых лазерных дальномеров 6
5.7 Правила оценивания и представления выражения неопределенностей измерений 7
6 Нормируемые метрологические характеристики спутниковых лазерных дальномеров 7
6.1 Метрологические характеристики спутниковых лазерных дальномеров 7
6.2 Нормирование метрологических характеристик спутникового лазерного дальномера 8
6.3 Нормируемые метрологические характеристики измерительных компонентов спутниковых лазерных дальномеров 9
Библиография 12

Введение

Настоящий стандарт разработан в целях распространения на спутниковые лазерные дальномеры положений законодательной метрологии, элементов теории шкал измерений в сочетании с традиционными понятиями, относящимися к измерениям длины, частоты и времени.

Настоящий стандарт распространяется на спутниковые лазерные дальномеры, работающие по космическим аппаратам, оснащенным лазерными ретрорефлекторами.

Настоящий стандарт содержит основные положения, относящиеся к спутниковым лазерным дальномерам, погрешностям и неопределенностям измерений и нормируемым метрологическим характеристикам.

Объектом стандартизации являются погрешности и неопределенности измерений длины спутниковыми лазерными дальномерами системы лазерной дальнометрии.

В этой области действуют следующие межгосударственные стандарты:

- ГОСТ 8.129—2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты;

- ГОСТ 8.567—2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения времени и частоты. Термины и определения;

национальные стандарты:

- ГОСТ Р 8.699—2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Величины, единицы, шкалы измерений, используемые в глобальной навигационной спутниковой системе;

- ГОСТ Р 8.739—2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны для координатно-временных измерений. Основные положения. Способы выражения погрешностей;

- ГОСТ Р 8.750—2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для координатно-временных средств измерений.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ДАЛЬНОМЕРЫ СПУТНИКОВЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ

**Погрешность и неопределенность измерений.
Нормируемые метрологические характеристики**

State system for ensuring the uniformity of measurements
Satellite laser ranging systems. Accuracy and measurement uncertainty. Standardized metrological characteristics

Дата введения — 2017—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные положения, необходимые для обеспечения единства измерений в области координатно-временных измерений, выполняемых, в том числе, с использованием спутниковых лазерных дальномеров.

Настоящий стандарт устанавливает основные положения, относящиеся к погрешности и неопределенности измерений длины спутниковыми лазерными дальномерами и нормированию их метрологических характеристик.

Единство измерений и метрологическая прослеживаемость передачи единиц длины, времени, частоты и национальной шкалы времени UTC(SU) от Государственного первичного эталона Российской Федерации в Российской Федерации обеспечиваются калибровкой (поверкой) в соответствии с «цепью метрологической прослеживаемости», основанной на иерархии эталонов единиц времени и частоты, а также соответствующих государственных и локальных поверочных схем.

Используемые в настоящем стандарте наименования единиц измерений и их обозначения соответствуют принятым Международной системой единиц (СИ) [1], [2] и допущены к применению [3]. Наименования шкал измерений, используемых в навигационных спутниковых технологиях, установлены в ГОСТ Р 8.699.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.009 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений

ГОСТ 8.567 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения времени и частоты. Термины и определения

ГОСТ Р 8.596 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

ГОСТ Р 8.699 Государственная система обеспечения единства измерений. Величины, единицы, шкалы измерений, используемые в глобальной навигационной спутниковой системе

ГОСТ Р 8.739 Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны для координатно-временных измерений. Основные положения. Способы выражения погрешностей

ГОСТ Р 51841 (МЭК 61131-2—92) Программируемые контроллеры. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 34100.1/ISO/IEC Guide 98-1:2009 Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения

Издание официальное

ГОСТ 34100.3/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

ГОСТ 34100.3.1/ISO/IEC Guide 98-3/Suppl 1:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 1. Трансформирование распределений с использованием метода Монте-Карло

ГОСТ 34100.3.2/ISO/IEC Guide 98-3/Suppl 2:2011 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 2. Обобщение на случай произвольного числа выходных величин

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 8.596, ГОСТ 8.567, [4], [5], [6].

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

UTC(SU) — национальная шкала координированного времени Российской Федерации;

ГЭВЧ — Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени Российской Федерации;

ИС — измерительные системы;

МИ — методические указания по межгосударственной аттестации;

НМХ — нормируемые метрологические характеристики;

ПВЗ — параметры вращения Земли;

РМГ — рекомендации по межгосударственной стандартизации;

СИ — международная система единиц;

СИ — средство измерений;

СКО — среднее квадратическое отклонение;

ШВ — шкала времени.

4 Спутниковые лазерные дальномеры как средства измерений

4.1 Общие положения

Спутниковые лазерные дальномеры (далее — СЛД) как средства измерительной техники классифицируют по составу и структуре как измерительные системы (далее — ИС): совокупность измерительных, связующих, вычислительных компонентов, образующих измерительные каналы, и вспомогательных устройств (компонентов измерительной системы), функционирующих как единое целое, предназначенная:

- для получения результатов измерений с помощью измерительных преобразований множества изменяющихся во времени и распределенных в пространстве величин, характеризующих этот результат измерений;
- машинной обработки результатов измерений;
- регистрации и индикации результатов измерений и результатов их машинной обработки.

Основные положения по метрологическому обеспечению СЛД на этапах их жизненного цикла: разработки (проектирования), производства (изготовления, монтажа и наладки на объекте эксплуатации), эксплуатации — установлены в ГОСТ Р 8.596.

Спутниковые лазерные дальномеры обладают основными признаками средств измерений и являются их разновидностью. Спутниковые лазерные дальномеры имеют измерительные каналы: конструктивно или функционально выделяемые части, выполняющие законченную функцию от восприятия измеряемой величины до получения результата ее измерений, выражаемого числом или

соответствующим ему кодом. Измерительные каналы СЛД могут быть простыми и сложными. В простом измерительном канале реализуется прямой метод измерений путем последовательных измерительных преобразований. Сложный измерительный канал в первичной части представляет собой совокупность нескольких простых измерительных каналов, сигналы с выхода которых используются для получения результата косвенных, совокупных или совместных измерений или для получения пропорционального ему сигнала во вторичной части сложного измерительного канала СЛД.

Спутниковые лазерные дальномеры содержат следующие измерительные каналы:

- дальности;
- даты и времени.

Спутниковые лазерные дальномеры содержат следующие каналы сравнения:

- шкал времени;
- дат.

Измерительные каналы спутникового лазерного дальномера могут содержать следующие измерительные компоненты измерительной системы (измерительный компонент СЛД): средства измерений, для которого отдельно нормированы метрологические характеристики. К ним относятся измерительные компоненты:

- длительности;
- интервала времени;
- задержки;
- погрешности частоты;
- нестабильности частоты;
- температуры;
- давления;
- относительной влажности.

Спутниковые лазерные дальномеры содержат следующие меры:

- длины;
- частоты;
- времени.

Спутниковые лазерные дальномеры содержат следующие средства передачи единиц:

- длины от Государственного специального эталона длины Российской Федерации;
- времени, частоты и национальной шкалы времени от Государственного первичного эталона времени, частоты и национальной шкалы времени Российской Федерации.

4.2 Общие требования к метрологическому обеспечению спутниковых лазерных дальномеров

Общие требования к метрологическому обеспечению спутниковых лазерных дальномеров установлены в ГОСТ Р 8.596 и [7].

Спутниковые лазерные дальномеры как средства измерений подвергают испытаниям в целях утверждения типа СИ.

Спутниковые лазерные дальномеры как средства измерений утвержденного типа подвергают поверке и калибровке в соответствии с утвержденной методикой поверки и калибровки. Для спутникового лазерного дальномера как средства измерений утвержденного типа устанавливают средства поверки и межповерочный интервал.

5 Результаты измерений, погрешность, точность и неопределенность измерений длины спутниковым лазерным дальномером

5.1 Результаты измерений длины спутниковым лазерным дальномером

Результатом измерения длины спутниковым лазерным дальномером является множество значений длины, приписываемых длине, измеряемой спутниковым лазерным дальномером, вместе с любой другой доступной и существенной информацией.

Измеренным значением длины является значение длины, которое представляет результат измерения.

Опорным значением длины является значение длины, которое используют в качестве основы для сопоставления со значениями длины. Опорное значение длины может быть истинным значением длины, подлежащей измерению, в этом случае оно неизвестно, или принятым значением длины, в этом случае оно известно. Опорное значение длины со связанной с ним неопределенностью (погрешностью) измерений обычно приводят для:

- меры длины;
- референтной методики измерений длины.

Истинным значением длины является значение длины, которое соответствует определению в системе СИ измеряемой длины.

Принятым значением длины является значение длины, по соглашению приписанное длине для данной цели, которое иногда является оценкой истинного значения длины. Неопределенность измерений, связанная с принятым значением, часто достаточна мала и может быть принята равной нулю для конкретной цели. В этом случае используют понятие действительное значение длины.

Действительным значением длины является значение длины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него. Действительное значение меры длины: значение длины, приписанное мере на основании ее калибровки или поверки.

Номинальным значением длины является округленное или приближенное значение длины, приписанное мере длины, которым следует руководствоваться при ее применении.

5.2 Погрешность результата измерения длины спутниковым лазерным дальномером

Погрешностью результата измерения длины спутниковым лазерным дальномером является разность между измеренным значением длины и опорным значением длины.

Если опорное значение длины известно, как при калибровке спутникового лазерного дальномера, то известно и значение погрешности измерения. Погрешность результата измерения длины спутниковым лазерным дальномером равна сумме случайной и систематической погрешностей.

Случайной погрешностью результата измерения длины спутниковым лазерным дальномером является составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных в определенных условиях. Случайная погрешность результата измерения длины спутниковым лазерным дальномером устанавливается как среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности. Среднее квадратическое отклонение; стандартное отклонение: параметр функции распределения измеренных значений длины, характеризующий их рассеивание и равный положительному корню квадратному из дисперсии этого распределения.

Систематической погрешностью результата измерения длины спутниковым лазерным дальномером является составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или же закономерно изменяющаяся при повторных измерениях длины спутниковым лазерным дальномером. В зависимости от характера изменения во времени систематические погрешности подразделяют на постоянные, прогрессирующие, периодические и погрешности, изменяющиеся по сложному закону. В зависимости от характера изменения по диапазону измерений систематические погрешности подразделяются на постоянные и пропорциональные.

Доверительной границей (погрешности измерения) являются верхняя и нижняя границы интервала, внутри которого с заданной вероятностью находится значение погрешности измерений. Доверительные границы при вероятности, равной 1, называют границами погрешности. Доверительные границы погрешности иногда неправильно называют доверительной погрешностью.

Максимальной допускаемой погрешностью измерения длины является максимальное значение погрешности измерения (без учета знака), разрешенное спецификацией или нормативными документами для данного измерения.

Пределами погрешностей результата измерений длины является интервал вокруг опорного значения длины.

Абсолютной погрешностью измерения длины является погрешность измерения, выраженная в единицах длины.

Инструментальной погрешностью измерения длины является составляющая погрешности измерения, обусловленная погрешностью применяемого средства измерений.

Погрешностью метода измерений длины является составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений.

5.3 Компенсация погрешности результата измерения длины спутниковым лазерным дальномером

Компенсация оцененного систематического эффекта может иметь различные формы, такие как дополнительное слагаемое (поправка) или поправочный множитель.

Поправка — значение длины, вводимое в результат измерения длины с целью исключения систематической погрешности.

Поправочный множитель: числовой коэффициент, на который умножают результат измерения длины с целью исключения влияния систематической погрешности, используемый в случаях, когда систематическая погрешность пропорциональна значению измеряемой длины.

Оставшуюся систематическую погрешность измерения после введения поправки называют неисключенной систематической погрешностью (НСП).

5.4 Точность спутниковых лазерных дальномеров

Точностными характеристиками спутниковых лазерных дальномеров является совокупность метрологических характеристик спутниковых лазерных дальномеров, влияющих на точность измерения. К точностным характеристикам спутниковых лазерных дальномеров относят погрешность, нестабильность и др.

Точностью спутниковых лазерных дальномеров является качество спутниковых лазерных дальномеров, отражающее близость к нулю их погрешности. Считается, что чем меньше погрешность, тем точнее спутниковый лазерный дальномер.

Точностью результата измерения длины спутниковым лазерным дальномером является близость измеренного значения к истинному значению измеряемой длины и описывает качество измерений в целом.

Прецизионностью измерения длины спутниковым лазерным дальномером является близость между измеренными значениями длины, полученными при повторных измерениях для одной и той же длины при заданных условиях, которые могут быть условиями повторяемости измерений и характеризуют близость к нулю случайной погрешности измерений.

Классы точности спутниковых лазерных дальномеров: обобщенная характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая их уровень точности и выражаемая точностными характеристиками средств измерений и дающая возможность судить о значениях инструментальных погрешностей или инструментальных неопределенностей средств измерений данного типа при выполнении измерений. Класс точности обычно обозначается числом или символом, принятым по соглашению.

5.5 Неопределенность измерений длины спутниковым лазерным дальномером

Неопределенностью измерений длины спутниковым лазерным дальномером является неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений длины, приписываемых измеряемой длине на основании измерительной информации. Неопределенность измерений включает составляющие, обусловленные систематическими эффектами, в том числе составляющие, связанные с поправками и приписанными значениями эталонов, а также дефинициальную неопределенность. Иногда поправки на оцененные систематические эффекты не вводят, а вместо этого последние рассматривают как составляющие неопределенности измерений.

Суммарной стандартной неопределенностью измерений длины спутниковым лазерным дальномером является стандартная неопределенность измерений, которую получают суммированием отдельных стандартных неопределенностей измерений, связанных с входными величинами в модели измерений. В случае корреляции входных величин в модели измерений при вычислении суммарной стандартной неопределенности измерений должны также учитываться ковариации.

Расширенной неопределенностью измерений длины спутниковым лазерным дальномером является произведение суммарной стандартной неопределенности и коэффициента охвата большего, чем число один. Коэффициентом охвата является число, большее чем один, на которое умножают суммарную стандартную неопределенность измерений для получения расширенной неопределенности измерений. Коэффициент зависит от вида распределения вероятностей выходной величины в модели измерений и выбранной вероятности охвата. Коэффициент охвата обычно обозначают k.

Интервалом охвата является интервал, основанный на имеющейся информации, который содержит совокупность истинных значений измеряемой длины с заданной вероятностью. Если результат измерения представлен плотностью распределения вероятностей на множестве возможных значений измеряемой длины, то для любого интервала значений может быть вычислена соответствующая вероятность. Наличие плотности распределения вероятностей позволяет для заданной вероятности определить интервал значений измеряемой длины. Таких интервалов существует множество, обычно подразумевают наикратчайший интервал или интервал, симметричный относительно измеренного значения длины. Интервал охвата не следует отождествлять с «доверительным интервалом» во избежание путаницы с этим статистическим понятием. Интервал охвата может быть получен из расширенной неопределенности измерений.

Вероятностью охвата является вероятность того, что совокупность истинных значений измеряемой длины находится в указанном интервале охвата.

Оценивание неопределенности измерений длины спутниковым лазерным дальномером по типу А: оценивание составляющей неопределенности измерений путем статистического анализа измеренных значений длины, поучаемых при определенных условиях измерений.

Оценивание неопределенности измерений длины спутниковым лазерным дальномером по типу В: оценивание составляющей неопределенности измерений способами, отличными от оценивания неопределенности измерений по типу А, основанное на информации:

- связанной со значениями длины, взятыми из авторитетных публикаций;
- полученной из сертификатов калибровки;
- о дрейфе;
- связанной с классом точности поверенного средства измерений
- полученной, исходя из пределов, установленных на основе опыта.

Бюджетом неопределенности служит отчет о неопределенности измерений, составляющих неопределенности, их вычислении и суммировании и может включать модель измерений, оценки и неопределенности измерений, связанные с величинами, входящими в модель измерений, ковариации, виды применяемых функций плотности вероятностей, число степеней свободы, тип оценивания неопределенности и коэффициент охвата.

Дефинициальной неопределенностью является составляющая неопределенности измерений, являющаяся результатом ограниченной детализации в определении измеряемой длины. Дефинициальная неопределенность есть практический минимум неопределенности измерений при любом измерении длины. Любое изменение детализации в определении длины ведет к другой дефинициальной неопределенности.

Целевой неопределенностью (измерений) является верхняя граница неопределенности измерений, заранее установленная, исходя из предполагаемого использования результатов измерений.

Относительной стандартной неопределенностью измерений является стандартная неопределенность измерений, деленная на модуль измеренного значения длины. Аналогично может быть определена относительная расширенная неопределенность.

Метрологической совместимостью результатов измерений длины является свойство множества результатов измерений для определенной измеряемой длины, при котором абсолютное значение разности любой пары измеренных значений длины, полученное из двух различных результатов измерений, меньше, чем некоторое выбранное кратное стандартной неопределенности измерений этой разности и заменяет традиционное понятие нахождения в пределах погрешности, т. к. она дает критерий для заключения, относятся ли два результата измерений к одной и той же измеряемой длине или нет. Если в серии измерений длины, которая предполагается постоянной, результат измерения несовместим с остальными, это означает, что оценка точности измерения некорректна.

Общие правила оценивания и представления неопределенности измерения установлены в ГОСТ 34100.3.

5.6 Правила оценивания и представления погрешностей спутниковых лазерных дальномеров

Погрешностью спутникового лазерного дальномера является разность между результатом измерения длины спутниковым лазерным дальномером и известным опорным (действительным) значением длины.

Пределом допускаемой погрешности спутникового лазерного дальномера является наибольшее значение погрешности спутникового лазерного дальномера (без учета знака), устанавливаемое нормативным документом для данного типа средств измерений, при котором оно еще признается метрологически исправным.

Систематической погрешностью спутникового лазерного дальномера является составляющая погрешности спутникового лазерного дальномера, принимаемая за постоянную или закономерно изменяющуюся. Систематическая погрешность данного спутникового лазерного дальномера, как правило, будет отличаться от систематической погрешности другого экземпляра спутникового лазерного дальномера этого же типа, вследствие чего для группы однотипных средств измерений систематическая погрешность может иногда рассматриваться как случайная погрешность.

Случайной погрешностью спутникового лазерного дальномера является составляющая погрешности спутникового лазерного дальномера, изменяющаяся случайным образом.

Абсолютной погрешностью спутникового лазерного дальномера является погрешность спутникового лазерного дальномера, выраженная в единицах длины.

Относительной погрешностью спутникового лазерного дальномера является погрешность спутникового лазерного дальномера, выраженная отношением абсолютной погрешности спутникового лазерного дальномера к опорному значению измеряемой длины.

Основной погрешностью спутникового лазерного дальномера является погрешность спутникового лазерного дальномера, применяемого в нормальных условиях.

Дополнительной погрешностью спутникового лазерного дальномера является составляющая погрешности спутникового лазерного дальномера, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от ее нормального значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.

Статической погрешностью спутникового лазерного дальномера является погрешность спутникового лазерного дальномера, применяемого для измерения постоянной длины.

Динамической погрешностью спутникового лазерного дальномера является разность между погрешностью спутникового лазерного дальномера в динамическом режиме и его статической погрешностью, соответствующей значению длины в данный момент времени.

Инструментальным смещением является разность между средним повторных результатов измерения длины и опорным значением длины.

Нестабильностью спутникового лазерного дальномера является неотрицательный параметр, характеризующий изменения измеренных значений длины за установленный интервал времени.

Нестабильность обусловлена вариациями, вызванными влияющей величиной и инструментальным дрейфом спутникового лазерного дальномера.

Вариацией, вызванной влияющей величиной, является разность результатов измерения длины для данного значения измеряемой длины, обусловленная тем, что влияющая величина принимает последовательно два разных значения.

Инструментальным дрейфом является непрерывное или ступенчатое изменение результатов измерения длины во времени, вызванное изменениями метрологических характеристик спутникового лазерного дальномера. Инструментальный дрейф не связан ни с изменением измеряемой длины, ни с изменением любой выявленной влияющей величины.

5.7 Правила оценивания и представления выражения неопределенностей измерений

Общие правила оценивания и представления неопределенности измерения применительно к областям измерений длины, времени и частоты установлены в ГОСТ 34100.1, ГОСТ 34100.3, ГОСТ 34100.3.1, ГОСТ 34100.3.2.

Общие правила оценивания и представления неопределенности измерения применительно к измерениям даты установлены в ГОСТ Р 8.739.

Способы выражения погрешностей измерений при передаче единиц длины от Государственного специального эталона длины Российской Федерации установлены в ГОСТ Р 8.739.

6 Нормируемые метрологические характеристики спутниковых лазерных дальномеров

6.1 Метрологические характеристики спутниковых лазерных дальномеров

6.1.1 Метрологическими характеристиками спутникового лазерного дальномера являются характеристики одного из свойств спутникового лазерного дальномера, влияющие на результат измерений, такие как:

- предел допускаемой погрешности спутникового лазерного дальномера;
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область значений измеряемой длины;
  - область значений влияющих величин.

6.1.2 Условия измерений спутникового лазерного дальномера

Условиями стабильности измерений являются условия измерений, при которых метрологические характеристики, установленные при калибровке спутникового лазерного дальномера, сохраняются в процессе эксплуатации. В условиях стабильности измерений сохраняется метрологическая исправность спутникового лазерного дальномера.

Нормальными условиями (измерений) являются условия измерений, предписанные для оценивания характеристик спутникового лазерного дальномера или для сравнения результатов измерений. Нормальные условия измерений характеризуются нормальной областью значений влияющих величин. Нормальные условия измерений устанавливаются в нормативных документах на спутниковый лазерный дальномер конкретного типа или при его поверке (калибровке).

Погрешность спутникового лазерного дальномера в нормальных условиях называют основной погрешностью спутникового лазерного дальномера. Составляющую погрешности спутникового лазерного дальномера, возникающую дополнительно к основной погрешности вследствие выхода влияющих величин за пределы нормальной области значений, называют дополнительной погрешностью.

Нормальные условия относятся к условиям измерений, при которых установленная инструментальная неопределенность или погрешность будет наименьшей.

Областью значений измеряемой длины (диапазоном измерений; рабочим диапазоном) является множество значений измеряемой длины, которые могут быть измерены данным спутниковым лазерным дальномером с указанной инструментальной неопределенностью или указанными показателями точности при определенных условиях.

Нормальным значением (влияющей величины) является значение влияющей величины, к которому приводятся результаты измерений одной и той же величины, выполненные в разных условиях.

Нормированными условиями измерений (рабочими условиями измерений) являются условия измерений, которые должны выполняться во время измерения для того, чтобы спутниковый лазерный дальномер функционировал в соответствии со своим назначением. Нормированные условия измерений характеризуются рабочей областью значений влияющих величин.

Предельными условиями (измерений) являются условия измерений, характеризуемые экстремальными значениями измеряемой и влияющих величин, которые спутниковый лазерный дальномер может выдержать без разрушений и ухудшения метрологических характеристик, если они впоследствии будут использоваться в своих нормированных условиях измерения.

6.2 Нормирование метрологических характеристик спутникового лазерного дальномера

6.2.1 Нормируемыми метрологическими характеристиками спутникового лазерного дальномера (как типа средства измерений) является совокупность метрологических характеристик данного спутникового лазерного дальномера (как типа средств измерений), устанавливаемая нормативными документами на спутниковый лазерный дальномер.

Общие требования к нормированию метрологических характеристик средств измерений из состава спутниковых лазерных дальномеров установлены в ГОСТ 8.009.

6.2.2 Метрологические характеристики спутникового лазерного дальномера нормируют для каждого измерительного канала спутникового лазерного дальномера и комплексных и измерительных компонентов спутникового лазерного дальномера.

Общие требования к нормированию метрологических характеристик спутниковых лазерных дальномеров установлены в ГОСТ Р 8.596.

6.2.3 Для измерительных каналов спутникового лазерного дальномера изготовитель, как правило, устанавливает нормы на метрологические характеристики измерительных каналов в целом в соответствии с ГОСТ 8.009 и с учетом [1].

Нормированные метрологические характеристики измерительных каналов должны обеспечивать:

- расчет характеристик погрешности измерений, выполняемых посредством измерительного канала в рабочих условиях эксплуатации;
- контроль при испытаниях и поверке спутникового лазерного дальномера на соответствие нормированным метрологическим характеристикам измерительного канала спутникового лазерного дальномера.

6.2.4 Для измерительных каналов спутникового лазерного дальномера в эксплуатационной документации в качестве метрологических характеристик каждого измерительного канала допускается нормировать характеристики погрешности по ГОСТ 8.009 при нормальных условиях эксплуатации измерительных компонентов и при рабочих условиях эксплуатации, определяемых таким сочетанием влияющих величин, при котором характеристики погрешности измерительного канала имеют по абсолютной величине (по модулю) наибольшее значение.

6.2.5 При расчете характеристик погрешности измерительных каналов спутникового лазерного дальномера рекомендуется руководствоваться ГОСТ 8.009, а также другими действующими нормативными документами по расчету характеристик погрешности средств измерений общего (основополагающего) характера и нормативными документами по видам измерений и областям применения средств измерений.

6.2.6 Для комплексных компонентов спутникового лазерного дальномера следует нормировать метрологические характеристики по ГОСТ 8.009 с учетом ГОСТ Р 51841.

Для измерительных компонентов спутникового лазерного дальномера следует нормировать метрологические характеристики по ГОСТ 8.009 с учетом нормативных документов на конкретные виды средств измерений.

Нормированные метрологические характеристики комплексных и измерительных компонентов должны обеспечивать:

- расчет характеристик погрешности измерительных каналов спутникового лазерного дальномера в рабочих условиях эксплуатации по нормированным метрологическим характеристикам компонентов;
- контроль указанных компонентов при испытаниях для целей утверждения типа и поверке на соответствие нормированным метрологическим характеристикам.

Для спутникового лазерного дальномера устанавливают нормы на метрологические характеристики следующих измерительных каналов:

- дальности;
- даты и времени

и измерительных компонентов:

- длительности;
- интервала времени;
- задержки;
- погрешности частоты;
- нестабильности частоты;
- температуры;
- давления;
- относительной влажности.
- каналов сравнения:
- шкал времени;
- дат.

Для спутникового лазерного дальномера устанавливают нормы на метрологические характеристики следующих мер:

- длины;
- времени;
- частоты.

Для спутникового лазерного дальномера устанавливают нормы на метрологические характеристики следующих средств передачи единиц:

- длины от Государственного специального эталона длины Российской Федерации;
- времени, частоты и национальной шкалы времени от Государственного первичного эталона времени, частоты и национальной шкалы времени Российской Федерации.

6.2.7 Для программ, реализуемых вычислительным компонентом спутникового лазерного дальномера, если свойства этих программ не учтены при нормировании метрологических характеристик соответствующих измерительных компонентов, нормируют характеристики погрешности вычислений, обусловленной алгоритмом вычислений и его программной реализацией, а при необходимости также и другие характеристики с учетом особенностей вычислительного компонента, которые влияют на характеристики составляющей погрешности измерительного канала, вносимой программой обработки результатов измерений. Эксплуатационная (проектная) документация на спутниковый лазерный дальномер должна содержать такое описание алгоритма и реализующей его программы или метода имитационного моделирования, которое позволяло бы определить характеристики погрешности результата измерений по характеристикам погрешности той части измерительных каналов спутникового лазерного дальномера, которая предшествует вычислительному компоненту.

6.2.8 Для связующих компонентов спутникового лазерного дальномера нормируют такие характеристики, которые либо обеспечивают пренебрежимо малое значение составляющей погрешности измерительного канала, вносимой связующим компонентом, либо позволяют определить значение этой составляющей.

6.3 Нормируемые метрологические характеристики измерительных компонентов спутниковых лазерных дальномеров

Для спутникового лазерного дальномера нормируют метрологические характеристики следующих измерительных каналов:

- дальности;
- даты и времени.

Для канала измерений дальности спутникового лазерного дальномера нормируют следующие метрологические характеристики:

- предел допускаемой погрешности канала измерения;
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область значений измеряемых интервалов времени;
  - область значений влияющих величин.

Для канала измерений даты и времени спутникового лазерного дальномера нормируют следующие метрологические характеристики:

- предел допускаемой погрешности канала измерения;
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область значений измеряемых интервалов времени;
  - область значений влияющих величин.

Для спутниковых лазерных дальномеров нормируют метрологические характеристики следующих измерительных компонентов:

- мер длины;
- мер частоты и времени;
- хранителей времени спутниковых лазерных дальномеров.

Для мер длины нормируют следующие метрологические характеристики [8]:

- погрешность меры длины;
- среднее квадратическое отклонение (СКО) меры длины, обусловленное влиянием случайных погрешностей;
- границы неисключенной систематической погрешности меры длины;
- нестабильность меры длины во времени;
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область значений меры длины:
  - действительное значение меры длины;
  - номинальное значение меры длины;
  - область значений влияющих величин.

Для мер частоты и времени спутниковых лазерных дальномеров нормируют следующие метрологические характеристики:

- относительное среднее квадратическое отклонение результатов измерений при хранении единиц времени и частоты при интервале времени наблюдений 1 сут;
- границы относительной неисключенной систематической погрешности хранения единиц времени и частоты, обусловленное влиянием случайных погрешностей;
- относительную нестабильность хранения единиц времени и частоты при интервалах времени измерения от 1 с до 10 сут и интервале времени наблюдений 1 мес;
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область значений хранимых интервалов времени и меры частоты:
  - область действительных значений хранимых интервалов времени;
  - область номинальных значений хранимых интервалов времени;
  - область действительных значений меры частоты;
  - область номинальных значений меры частоты;
  - область значений влияющих величин.

Для хранителей шкалы времени спутниковых лазерных дальномеров нормируют следующие метрологические характеристики:

- предел допускаемой погрешности средства сравнения шкалы времени хранителя времени спутникового лазерного дальномера и национальной шкалы времени UTC(SU);
- нестабильность меры частоты хранителя времени спутникового лазерного дальномера;
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;

- область значений сдвига шкалы времени хранителя времени спутникового лазерного дальномера и национальной шкалы времени UTC(SU);
- область значений влияющих величин.

Для средств передачи единиц длины от Государственного специального эталона длины Российской Федерации нормируют следующие метрологические характеристики [8]:
- предел допускаемой погрешности средства передачи единиц длины;
- нестабильность средства передачи единиц длины;
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область номинальных значений длины;
  - область действительных значений длины;
  - область значений влияющих величин.

Для средств передачи единиц времени, частоты и национальной шкалы времени от Государственного первичного эталона времени, частоты и национальной шкалы времени Российской Федерации нормируют следующие метрологические характеристики:
- предел допускаемой погрешности средства передачи единиц времени, частоты и национальной шкалы времени;
- нестабильность средства передачи единиц времени, частоты и национальной шкалы времени;
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область номинальных значений интервалов времени, частоты;
  - область действительных значений интервалов времени, частоты;
  - область значений сдвига шкалы времени хранителя времени спутникового лазерного дальномера и национальной шкалы времени UTC(SU);
  - область значений влияющих величин.

Для средств измерения интервала времени нормируют следующие метрологические характеристики:
- предел допускаемой погрешности средства измерения;
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область значений измеряемых интервалов времени;
  - область значений влияющих величин.

Для средств сравнения шкал времени нормируют следующие метрологические характеристики:
- предел допускаемой погрешности средства сравнения шкалы времени хранителя времени спутникового лазерного дальномера и национальной шкалы времени UTC(SU);
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область значений сдвига шкалы времени хранителя времени спутникового лазерного дальномера и национальной шкалы времени UTC(SU);
  - область значений влияющих величин.

Для средств сравнения кода времени нормируют следующие метрологические характеристики:
- предел допускаемой погрешности средства сравнения кода времени хранителя времени спутникового лазерного дальномера и кода времени национальной шкалы времени UTC(SU);
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область значений сдвига кода времени хранителя времени спутникового лазерного дальномера и кода времени национальной шкалы времени UTC(SU);
  - область значений влияющих величин.

Для средств измерения температуры, давления и влажности нормируют следующие метрологические характеристики [9] — [12]:
- предел допускаемой погрешности средства измерения;
- нормальные условия измерений, включающие:
  - условия стабильности измерений;
  - область значений измеряемой величины;
  - область значений влияющих величин.

Библиография

[1] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[2] МБМВ, 8-е издание, 2006 (BIPM, 8th Edition 2006) Международная система единиц СИ (The International System of Units SI, Paris)

[3] Постановление Правительства Российской Федерации от 31 октября 2009 г. № 879 «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации»

[4] РМГ 29—2013 Рекомендации по межгосударственной стандартизации Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

[5] РМГ 83—2007 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Шкалы измерений. Термины и определения

[6] Р 50.2.079—2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Координатно-временные измерения. Термины и определения

[7] МИ 2127—91 Государственная система обеспечения единства измерений. Дальномеры лазерные импульсные. Метрологическое обеспечение. Основные положения

[8] МИ 1996—89 Государственная система обеспечения единства измерений. Базисы в дальнометрии образцовые. Методика метрологической аттестации

[9] РМГ 75—2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения влажности веществ. Термины и определения

[10] МИ 2947—2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Рекомендация. Гигрометры кулонометрические. Методика поверки

[11] ТПр-159-04 Типовая программа испытаний средств измерений влажности газов

[12] Международная температурная шкала 1990 г. (МТШ—90). — ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, 1992

УДК 523.786:842(08):006.3654 ОКС 17.020

Ключевые слова: Государственный первичный эталон, Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС, передача единиц времени и частоты и национальной шкалы времени UTC(SU), время, частота, шкала времени, поверочная схема, спутниковые лазерные дальномеры

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 20.03.2019. Подписано в печать 03.04.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,48.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru