ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.739— 2011

Государственная система обеспечения единства измерений

ЭТАЛОНЫ ДЛЯ КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Основные положения. Способы выражения погрешностей

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»)

2 ВНЕСЕН Управлением метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 1048-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, 2013, 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 и сокращения 2
4 Общие положения 2
5 Эталоны систем координат местоположения и времени 3
6 Способы выражения точности эталонов 3
Приложение А (справочное) Исходные принципы, использованные в настоящем стандарте 7
Библиография 10

Введение

Настоящий стандарт разработан в целях распространения на комплекс координатно-временных измерений, выполняемых в том числе с использованием навигационных и спутниковых технологий, положений законодательной метрологии, элементов теории шкал измерений в сочетании с традиционными понятиями, относящимися к геодезическим измерениям, а также внедрения современной международно признанной терминологии в соответствии с Международным словарем основных и общих терминов в метрологии (VIM, 3-е издание 2008 г.), рекомендациями по межгосударственной стандартизации РМГ 83—2007 «Государственная система обеспечения единства измерений. Шкалы измерений. Термины и определения» и Рекомендацией КООМЕТ R/GM/20:2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Шкалы измерений. Термины и определения».

В настоящем стандарте соблюдены положения Конституции Российской Федерации, согласно статье 71, р), которой в ведении Российской Федерации находятся метеорологическая служба, стандарты, эталоны, метрическая система и исчисление времени, геодезия и картография, а также законодательных актов Правительства Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и геодезии. Применение настоящего стандарта должно быть также основано на дополнительных подзаконных актах, распространяющих понятия законодательной метрологии на эталоны для координатных и временных измерений.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ЭТАЛОНЫ ДЛЯ КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Основные положения. Способы выражения погрешностей

State system for ensuring the uniformity of measurements. Etalons for coordinate-temporal measurements. Basic principles. Ways for expressing the errors

Дата введения — 2013—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные концептуальные положения, необходимые для обеспечения единства измерений в области координатно-временных измерений. Стандарт устанавливает иерархию систем пространственных координат, используемых в навигационных и спутниковых технологиях, которая может быть положена в основу создания иерархии национальных (государственных) эталонов, обеспечивающих единство и метрологическую прослеживаемость координатно-временных измерений в Российской Федерации.

Используемые в стандарте наименования единиц измерений и их обозначения соответствуют принятым Международной системой единиц (СИ) [1] и допущены к применению в Российской Федерации постановлением Правительства [2].

Исходные принципы, использованные в настоящем стандарте, приведены в приложении А.

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 8.016 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений плоского угла

ГОСТ 8.381 Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны. Способы выражения точности

ГОСТ 8.401 Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования

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

ГОСТ 32454—2013 Глобальная навигационная спутниковая система. Параметры радионавигационного поля. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 8.000 Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения

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

ГОСТ Р 52438 Географические информационные системы. Термины и определения

ГОСТ Р 52572 Географические информационные системы. Координатная основа. Общие требования

Издание официальное

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 и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины и определения по [3], [4], [5], [6], ГОСТ 8.567, ГОСТ Р 8.000, ГОСТ Р 8.699, ГОСТ Р 52572, ГОСТ Р 52438, ГОСТ 32454, выборочно обобщенные в рекомендациях [7].

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ГГС — государственная геодезическая сеть;

ГКМВ — Генеральная конференция по мерам и весам

ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система;

ГСВЧ — Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли;

ККС — контрольно-корректирующая станция;

МБМВ — Международное бюро мер и весов;

МОЗМ — Международная организация законодательной метрологии;

НСП — неисключенная систематическая погрешность;

СИ — Международная система единиц;

СКО — среднее квадратичное отклонение;

ФАГС — фундаментальная астрономо-геодезическая сеть;

ICRF — Международная небесная координатная основа;

ICRS — Международная небесная опорная система (координат);

IERS (МСВЗ) — Международная служба вращения Земли и систем координат;

ITRF — Международная земная координатная основа (материализация ITRS);

ITRS — Международная земная опорная система (координат).

4 Общие положения

4.1 Координатно-временные измерения предназначены для определения координат местоположения в трехмерном пространстве. Координаты и происходящие в пространстве процессы характеризуются рядом качественных (неразмерных) измеряемых свойств и измеряемых величин. К измеряемым свойствам относится, в частности, вектор состояния потребителя ГНСС (в модельном многомерном пространстве), объединяющий пространственные координаты в заданной системе отсчета, составляющие вектора скорости и поправку часов потребителя ГНСС.

4.2 В результате измерения местоположения (позиционирования пространственного объекта) должно быть получено описание координатных данных пространственного объекта в двухмерных или трехмерных пространственных системах координат (совокупность измеренных значений координат в заданной системе координат), которые должны быть сопровождены показателями точности измерений.

При оценивании погрешностей результатов координатно-временных измерений местоположения указывают, к какой системе координат относят результаты измерений и что принимают за опорное значение измеряемой величины или измеряемого качественного свойства — местоположения потребителя, т. е. определяют разности измеренных и истинных координат положения потребителя. Такая погрешность не может быть выражена одним числом (их три). Погрешность навигационного определения — это пространственный вектор, характеризующий отклонение измеренного с использованием ГНСС местоположения потребителя от его истинного местоположения в заданной системе координат. Опорное значение местоположения представляет собой совокупность значений координат, приписанных геодезическому знаку (пункту) в заданной системе координат. В ГНСС оперируют понятием

«Погрешность передачи Всемирного координированного времени государственного эталона времени и частоты Российской Федерации» [ГОСТ 32454 (пункт 2.15)] — разность времени, полученного из решения задачи местоопределения потребителя, и Всемирного координированного времени государственного эталона времени и частоты Российской Федерации.

5 Эталоны систем координат местоположения и времени

5.1 В качестве национального исходного (опорного) эталона системы координат для измерений местоположений (позиций) на Земле и в околоземном пространстве, векторов скорости движения и ускорения относительно Земли может быть принята совокупность пространственных реперов (мер) местоположения на Земле — государственных реперов (геодезических пунктов) с установленными значениями координат в принятой системе координат.

Примечание — В соответствии с Федеральным законом [8] такой национальный эталон может быть реализован в качестве государственного первичного эталона системы координат местоположений в Главном метрологическом центре (Государственном научном метрологическом институте) Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ). Порядок реализации национального исходного (опорного) эталона системы координат местоположений должен быть установлен отдельным нормативно-правовым документом.

5.2 В качестве национального опорного эталона геодезической координатной системы отсчета может быть принята совокупность пространственных реперов местоположения на земной поверхности — опорных пунктов государственной геодезической сети (ГГС) — пунктов фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС).

5.3 Рабочими эталонами местоположения — эталонными мерами местоположения могут быть опорные пункты ГГС (за исключением пунктов ФАГС), базовые станции, корректирующие станции и др., используемые для передачи значений координат местоположения средствам измерений.

Примечания

1 Совокупность значений координат местоположения рабочего эталона используется в качестве опорного значения местоположения в методиках (методах) измерений и методиках поверки (калибровки) средств измерений.

2 В качестве рабочих эталонов местоположения, применяемых для калибровки навигационной аппаратуры с отображением результатов измерения местоположения на картах-схемах, используются реальные топографические объекты в зоне отображения.

3 В качестве рабочих эталонов используются опорные наземные передающие станции радионавигационных систем.

5.4 Государственный первичный специальный эталон единицы длины предназначен для воспроизведения метра в области измерений больших длин в соответствии с определением метра в СИ через единицу времени — секунду.

5.5 В качестве эталонных базисов — эталонных мер длины могут быть приняты расстояния между опорными пунктами ГГС.

5.6 В качестве единицы плоского угла в координатно-временных измерениях принят плоский угол, воспроизводимый государственным первичным эталоном единицы плоского угла по ГОСТ 8.016.

5.7 В качестве единиц и шкал времени в координатно-временных измерениях приняты единицы времени и шкалы времени, воспроизводимые непрерывно работающим государственным первичным эталоном единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.

Примечание — Шкала атомного времени TA(SU) и шкалы всемирного времени UT, UT1, UT2, UTC и UTC(SU) по ГОСТ 8.567 хранятся этим эталоном с использованием официальной информации о параметрах вращения Земли Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ), публикуемой в бюллетенях ISSN [9]—[11].

6 Способы выражения точности эталонов

6.1 Общие способы выражения погрешностей эталонов единиц одномерных величин установлены в ГОСТ 8.381.

6.2 Способы выражения погрешностей государственных первичных эталонов единиц одномерных величин в соответствии с ГОСТ 8.381 характеризуются следующими показателями точности:

- средним квадратичным отклонением (СКО), обусловленным влиянием случайных погрешностей;

- границами неисключенных систематических погрешностей;
- нестабильностью эталона во времени.

6.3 Способы выражения погрешностей первичных эталонов для обеспечения прослеживаемости координатных средств измерений рекомендуется характеризовать показателями точности, аналогичными приведенным в 6.2, но специфицированными для воспроизведения и передачи значений координат в пространственных системах координат.

Погрешность измерения местоположения представляет собой пространственный вектор, характеризующий отклонение измеренного значения местоположения точки от опорного значения местоположения этой точки в соответствующей системе координат.

Пределы погрешностей измерений местоположения представляют собой замкнутую ограничительную поверхность вокруг точки пространства, соответствующей опорному значению местоположения этой точки в соответствующей системе координат.

Неопределенность измерений местоположения точки представляет собой соответствующую возможному рассеянию результатов измерений местоположения область пространства, в которой предположительно находится эта точка в соответствующей системе координат.

6.4 Прослеживаемость координатных эталонов и рабочих средств измерений обеспечивают калибровкой (поверкой) в соответствии с «цепью метрологической прослеживаемости», отображенной на рисунке 1.



Рисунок 1

6.5 Показатели точности координатных эталонов должны быть представлены совместно со сведениями о принятой системе координат и методе измерений (прямой, дифференциальный, фазовый с использованием ГНСС, геодезических построений и т. д.).

6.6 В общем случае погрешность эталона координат местоположения представляет собой отклонение воспроизводимого эталоном значения (x, y, z) от опорного (истинного, действительного) значения местоположения (x_0, y_0, z_0), т. е. погрешность представляет собой пространственный вектор, характеризующий отклонение воспроизводимого эталоном местоположения от опорного местоположения в соответствующей системе координат.

6.7 В качестве опорных значений местоположений для эталонов координат местоположений принимают значения местоположений, воспроизводимых (приписанных) более точными эталонами, вышестоящими по поверочной схеме.

6.8 Национальный (государственный первичный — опорный, исходный для страны) эталон координат местоположений на Земле характеризуют:

- случайной погрешностью воспроизведения значения местоположения (выражаемой границей СКО при n независимых наблюдениях);
- неисключенной систематической погрешностью воспроизведения значения местоположения (выражаемой границей НСП);
- нестабильностью ν хранения местоположения (изменением значения местоположения, хранимого эталоном, в установленный промежуток времени).

СКО, НСП и ν оценивают в единицах длины.

Оценку СКО S_R воспроизведения значения местоположения первичным эталоном находят на основании экспериментальных данных, полученных при исследовании эталона, путем расчета и нормирования (установления границы) СКО модулей R_i векторов случайной погрешности.

Оценку НСП воспроизведения значения местоположения первичным эталоном находят по результатам метрологических исследований эталона, анализа погрешностей метода воспроизведения и погрешностей от действия влияющих величин, а также по результатам международных сличений эталона с эталонами других стран. При этом рассчитывают и нормируют (устанавливают) границы модуля $R_{\text{НСП}}$ вектора НСП. При оценке НСП учитывают исходную дефинициальную неопределенность [6] установления воспроизводимой земной системы координат.

Оценку нестабильности ν хранения местоположения первичным эталоном, вызываемую влиянием старения его конструктивных элементов и другими причинами, находят путем исследования изменений во времени воспроизводимых эталоном значений местоположения, а также по данным международных сличений. Нестабильность ν характеризуют модулем R_ν вектора изменения местоположения.

СКО, НСП и ν относятся к каждой мере (реперу) местоположения, входящей в состав национального (государственного) эталона.

За опорное значение местоположения (x_0, y_0, z_0) меры (репера) в составе национального эталона может быть принято значение, полученное в результате международных сличений с международной реализацией земной системы координат ITRF.

Оценку СКО $S_{\overline{R}}$ модулей R_i случайной погрешности для n наблюдений рекомендуется выполнять по следующему алгоритму:

$$R_i = \sqrt{(x_i - \overline{x})^2 + (y_i - \overline{y})^2 + (z_i - \overline{z})^2},$$

где x_i, y_i, z_i — значения координат местоположения меры, полученные в i-м наблюдении;

$\overline{x}$, $\overline{y}$, $\overline{z}$ — средние арифметические значения координат:

$$\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i, \quad \overline{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i, \quad \overline{z} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} z_i.$$

СКО модулей R_i вычисляют по формулам:

- для одного наблюдения (измерения) в ряду наблюдений (измерений)

$$S_{R_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(R_i - \overline{R})^2}{n-1}}, \text{ где } \overline{R} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} R_i;$$

- для среднего арифметического ряда наблюдений $S_{\overline{R}} = \frac{S_{R_i}}{\sqrt{n}}$.

6.9 Оценки погрешностей вторичных эталонов координат местоположений характеризуют отклонениями воспроизводимых или хранимых ими значений местоположений от опорных значений для этих же местоположений, определенных с помощью первичного эталона.

Вторичные эталоны координат местоположений характеризуют суммарной СКО воспроизведения, включающей в себя случайные погрешности и нестабильности сравниваемых эталонов, НСП первичного эталона и погрешность метода передачи шкалы измерений местоположений от первичного эталона. Суммарная погрешность вторичного эталона может быть выражена в виде доверительной границы модулей суммарных погрешностей с доверительной вероятностью 0,99.

Допускается указывать отдельно СКО, НСП и нестабильность вторичного эталона, так же как и первичного эталона. Нестабильность вторичного эталона определяют на основании результатов сравнений с первичным эталоном в начале и конце установленного периода времени.

6.10 Общие способы выражения погрешностей рабочих эталонов единиц одномерных величин различных уровней точности и рабочих средств измерений одномерных величин установлены в ГОСТ 8.401 и ГОСТ 8.009.

6.11 Способы выражения погрешностей рабочих эталонов и рабочих средств измерений местоположений рекомендуется характеризовать показателями точности, аналогичными приведенным в ГОСТ 8.401 и ГОСТ 8.009, но специфицированными для координатных измерений.

6.12 Эталонные меры местоположения (рабочие эталоны) рекомендуется характеризовать:

- установленным (приписанным) значением местоположения ($x_п$, $y_п$, $z_п$) с указанием заданной системы координат (общей или локальной);
- пределом Δ_R модуля вектора допускаемой погрешности воспроизведения местоположения.

В составной системе координат показателями точности эталона местоположения могут быть пределы горизонтальной $\Delta_г$ и вертикальной $\Delta_в$ допускаемых погрешностей. При этом $\Delta_г$ определяют как границу модулей $R_г$ векторов погрешностей местоположения в горизонтальной плоскости системы координат, например $R_г = \sqrt{\Delta_ш^2 + \Delta_д^2}$, где $\Delta_ш$ и $\Delta_д$ — погрешности по широте и долготе в единицах длины; $\Delta_в$ определяют как границу погрешностей местоположения по вертикали в шкале высот в единицах длины.

Нормируемые пределы погрешностей мер местоположения, применяемых в различных системах координат и различных методах измерений, рекомендуется устанавливать конкретно для всех вариантов применения, так как эти пределы могут значительно различаться. Например, при применении дифференциального метода измерений с использованием приемной аппаратуры ГНСС в региональной (локальной) системе координат $\Delta_г$ следует устанавливать без систематических составляющих погрешностей воспроизведения мерой (репером) местоположения в ГГС.

6.13 Эталонные приборы измерения местоположения рекомендуется характеризовать пределом Δ_R модуля вектора допускаемой погрешности измерения местоположения с указанием применяемых системы координат и метода измерения. Нормируемые пределы погрешностей эталонного прибора рекомендуется устанавливать конкретно для всех вариантов применения.

6.14 Точность результатов измерений (определения) параметров по референтным методикам измерений рекомендуется характеризовать неопределенностью. При этом для оценки неопределенности используют алгоритм, аналогичный представленному в 6.8 для оценки СКО.

6.15 В методиках поверки рабочих эталонов координат местоположения и одномерных величин рекомендуется в процедурах оценки соответствия установленным нормам на пределы погрешностей использовать неопределенности измерений по методологии, представленной в [12], [13].

Приложение А
(справочное)

Исходные принципы, использованные в настоящем стандарте

А.1 Общие сведения о шкалах измерений

А.1.1 К пространственно-временным качественным (неразмерным) свойствам относятся:
- местоположение (в выбранной системе координат);
- направление в пространстве;
- ориентация объекта в пространстве;
- взаимоположение точек, поверхностей, линий, фигур;
- форма линий, поверхностей, объемных фигур (например, земных эллипсоида и геоида).

Для измерения качественных свойств устанавливают по соглашению шкалы измерений — способы отображения измерительной информации. Поскольку пространственные свойства относятся к многомерным, то соответствующие шкалы измерений также многомерные, и их принято называть системами координат. Например: небесная система координат представляет собой шкалу измерений направлений в пространстве, земная система координат — шкалу местоположения относительно Земли. Линейные и угловые координаты в таких шкалах измеряют в соответствующих единицах измерений, допущенных к применению в Российской Федерации.

А.1.2 Измеряемые величины, как правило, выражают скалярными (одномерными) математическими величинами. Вектор или тензор, компоненты которого представляют собой величины, также рассматривают как величины. К одномерным измеряемым величинам, используемым в координатно-временных измерениях, относятся:
- расстояние, длина, отрезки на координатных осях;
- плоские углы;
- интервалы времени;
- время (моменты событий).

Шкалы измерений расстояния, плоских углов и интервалов времени опираются на стандартизованные единицы измерений. Определения различных шкал измерений текущего времени (ГОСТ 8.567) содержат, кроме единицы измерения интервалов времени, еще условные (принятые по соглашению) нули отсчета и регламентированные поправки. К шкалам с условным нулем принадлежит, например, шкала высот в геодезии, за нулевое значение которой принята отметка на Балтийском футштоке.

Направление в пространстве не считают вектором, так как оно не имеет размера — обязательного атрибута вектора. Измеряемые векторы следующие:
- скорость движения объекта (в заданной системе координат),
- ускорение движения объекта (в заданной системе координат),
- ускорение свободного падения (градиент гравитационного потенциала).

Шкалы измерений векторов опираются на трехмерные пространственные шкалы — системы координат для описания измеренного направления вектора в пространстве. Размеры модулей векторов выражают в соответствующих единицах измерений, допущенных к применению в Российской Федерации [2].

Своеобразную многомерную пространственно-временную шкалу образует система параметров вращения Земли — совокупность пяти угловых параметров, характеризующих взаимную ориентацию земной и небесной систем координат.

А.1.3 Местоположение (позиция), взаиморасположение, направление движения и ориентация объектов в пространстве могут быть описаны только комплексом определений, реализующих метод координат, т. е. способом определения положения точки (места нахождения объекта — навигационной аппаратуры потребителя) с помощью совокупности чисел или других символов — координат, присущих выбранной системе координат. Координаты — это величины, но совокупности координат конкретных точек в пространстве не относятся к величинам, поскольку они несопоставимы по обязательному для величин признаку одномерного упорядочения по размеру (больше или меньше). Поэтому совокупность координат точки в пространстве представляет собой обозначение проявления (значения) качественного измеряемого свойства — местоположения. Для измерения этих свойств должны быть установлены (стандартизованы) спецификации соответствующих конкретных пространственных многомерных шкал измерений — систем координат.

В соответствии с системой метрологических понятий [3]—[7] определения конкретных систем координат представляют как спецификации соответствующих координатных шкал измерений, реализации этих спецификаций (координатные основы) — как эталоны координатных шкал измерений, а реперы, опорные пункты (квазары, геодезические знаки, ККС) — как материальные меры направления и местоположения объектов в пространстве.

При косвенных измерениях местоположения потребителя в качестве одной из измеряемых величин принимают псевдодальность как разность между моментом приема сигнала по часам пользователя и моментом передачи его со спутника ГНСС по часам спутника, умноженную на скорость распространения радиоволн в пространстве.

А.2 Спецификации шкал измерений, относящихся к координатно-временным измерениям

А.2.1 Международная небесная опорная система координат (International Celectial Reference System, ICRS) — шкала измерений направлений в пространстве, определенная в виде полярной (сферической) системы координат, ориентация которой в пространстве установлена согласованной совокупностью угловых координат удаленных (точечных) источников радиоизлучения космических объектов (квазаров и других по ICRF).

Спецификация пространственной шкалы измерений направлений в пространстве определена в документе Международной службы вращения Земли (IERS) «IERS Conventions 2003» [14], содержащем каталог угловых координат квазаров (и других источников радиоизлучения) и порядок их уточнения.

А.2.2 Международная земная опорная система координат (International Terrestrial Reference System, ITRS) — шкала измерений местоположений (позиций) на Земле, векторов скорости движения и ускорения относительно Земли, определенная в виде трехмерной прямоугольной (декартовой) системы координат с началом в центре масс Земли (включая атмосферу и океаны) и основной плоскостью, перпендикулярной к геоцентрическому направлению на условное международное начало, с координатами среднего полюса Земли на эпоху 1984.0. При этом считают, что Международная земная опорная система координат не совершает глобального вращения относительно земной поверхности.

Спецификация ITRS определена документом Международной службы вращения Земли (IERS) «IERS Conventions 2003» [14], содержащим ссылку на каталог координат совокупности опорных международных станций на Земле (ITRF) и порядок их текущего уточнения.

А.2.3 Система параметров вращения Земли — шкала измерений совокупности пяти угловых параметров, характеризующих взаимную ориентацию земной и небесной систем координат.

Два угла определяют нутационное движение вращения Земной оси, два угла определяют положение мгновенного полюса (оси вращения в теле Земли), пятый параметр — Всемирное время, которому соответствует угол поворота Земли вокруг своей оси в данный момент времени.

А.2.4 Глобальная геоцентрическая координатная система отсчета Российской Федерации — государственная шкала измерений местоположений (позиций) на Земле, векторов скорости движения и ускорения относительно Земли, определенная в виде геоцентрической прямоугольной координатной системы отсчета, связанной с земной поверхностью набором геодезических пунктов.

Постановлением Правительства Российской Федерации [15] введена Глобальная геоцентрическая координатная система отсчета Российской Федерации «Параметры Земли» (ПЗ-90) для использования в целях геодезического обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач. Уточненная версия ПЗ-90.02 введена распоряжением Правительства Российской Федерации [16].

А.2.5 Геодезическая координатная система отсчета Российской Федерации — государственная шкала измерений местоположений (позиций) на поверхности Земли, определенная в виде референцной прямоугольной геоцентрической координатной системы отсчета на эллипсоиде Красовского. Местоположение в этой шкале обозначается тремя координатами: долготой (в угловых единицах в плоскости *xy*), геодезической широтой (в угловых единицах) и превышением (в метрах) относительно Балтийского футштока.

Постановлением Правительства Российской Федерации [15] введена Геодезическая координатная система отсчета Российской Федерации СК-95 для использования при осуществлении геодезических и картографических работ.

А.2.6 Местные системы координат — шкалы измерений местоположений (позиций) на Земле, определенные в виде условных систем координат, устанавливаемых на ограниченной территории, не превышающей территорию субъекта Российской Федерации, начало отсчета координат и ориентировка осей координат которой смещены по отношению к СК-95.

Правила установления местных систем координат введены постановлением Правительства Российской Федерации [17].

Примечание — К разновидности местных систем координат принадлежат системы координат навигаторов — шкалы измерений местоположений (позиций) на Земле, определенные в виде топографических карт различных масштабов, переведенных на цифровые носители и используемых в качестве картографических основ геоинформационных систем. На основе топографических карт создают мелкомасштабные и менее информативные карты-схемы, используемые в навигационной аппаратуре для отображения на них результатов измерения местоположения.

А.2.7 Шкала измерений длины в системах координат — шкала измерений расстояний между точками в пространстве, выражаемых в установленных единицах измерений. Длина является количественной характеристикой протяженности прямых и кривых отрезков линий (в том числе на осях координат) в пространстве.

В Российской Федерации принята единица длины метр — одна из основных единиц СИ. По определению метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени 1/299 792 458 с [1]. В этом определении принято, что скорость света в вакууме точно равна 299 792 458 м/с — фундаментальной физической константе.

Примечание — В Российской Федерации допущены к применению внесистемные единицы длины:

- астрономическая единица (а. е.), 1 а. е. ≈ $1{,}49598 \cdot 10^{11}$ м;
- световой год (св. год), 1 св. год ≈ $9{,}4607 \cdot 10^{15}$ м;

- морская миля (миля), 1 миля = 1852 м;
- фут (фут), 1 фут = 0,3048 м.

Морскую милю и фут используют в морской и авиационной навигации в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации [2].

А.2.8 Шкала измерений плоского угла в системах координат — шкала измерений величины, количественно характеризующей различие направлений в пространстве. Плоский угол — безразмерная величина, выражаемая в установленных единицах измерений.

В Российской Федерации принята единица плоского угла радиан — единица СИ. 1 рад = 1/2π части полного угла.

Примечание — В Российской Федерации допущены к применению внесистемные единицы плоского угла [2]:

- градус (угловой градус), 1° = 1/360 части полного угла;
- минута (угловая минута), 1′ = (1/60)°;
- секунда (угловая секунда), 1″ = (1/60)′;
- метрический градус (град, gon), 1 град = 1/400 части полного угла (используется в геодезии).

А.2.9 Шкалы измерения времени — шкалы всемирного времени (UT1 и UT2), международная шкала координированного времени (UTC) и национальная шкала координированного времени (UTC(SU)) по ГОСТ 8.567.

В Российской Федерации принята единица времени секунда — единица СИ.

Примечание — Наравне с единицей времени СИ в Российской Федерации допущены к применению внесистемные единиц времени [2]:

- минута, 1 мин = 60 с;
- час, 1 ч = 3600 с;
- сутки, 1 сут = 86400 с.

А.3 Международные эталоны систем координат местоположения

А.3.1 Международным исходным (опорным) эталоном шкалы направлений в пространстве фактически является совокупность пространственных реперов — направлений на квазары и другие удаленные источники радиоизлучения космических объектов, определенных в ICRF совместно с приписанными угловыми координатами. Такой естественный эталон представляет собой реализацию спецификации международной небесной опорной системы координат (ICRS).

А.3.2 Международным исходным (опорным) эталоном шкалы местоположений (позиций) на Земле, векторов скорости движения и ускорения относительно Земли фактически принята (см. Резолюцию 9 XXIV ГКМВ, 2011 г. [18]) совокупность пространственных реперов (мер) местоположения на Земле — опорных станций (Международная земная отсчетная основа), определенных в ITRF с приписанными декартовыми координатами.

А.3.3 Метод (процедура) определения параметров вращения Земли при совместном использовании результатов измерений по шкалам ICRS и ITRS фактически представляет собой Международную референтную методику измерений параметров вращения Земли. Значения параметров вращения Земли, полученные по этой методике, принимают в качестве исходных (опорных) для сравнения.

Реализация такой методики в государственной системе обеспечения единства измерений фактически представляет собой национальную первичную референтную методику измерений параметров вращения Земли.

Библиография

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

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

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

[4] Рекомендация КООМЕТ R/GM/20:2009 (Recommendation COOMET R/GM/20:2009) — Государственная система обеспечения единства измерений. Шкалы измерений. Термины и определения (State system for ensuring the uniformity of measurements. Scales of measurements. Terms and definitions)

[5] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29—99 — Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения (с Изменениями № 1 и 2)

[6] Словарь Объединенного комитета по руководствам в области метрологии (JCGM 200:2008 (E/F)) — Международный словарь по метрологии Основные и общие понятия и соответствующие термины (International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM))

[7] Рекомендации по метрологии Р 50.2.079—2011 — Государственная система обеспечения единства измерений. Координатно-временные измерения. Термины и определения

[8] Закон Российской Федерации от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[9] ISSN 1143-1393 BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. ORGANISATION INTERGOUVERNEMENTALE DE LA CONVENTION DU METRE. CIRCULAR T. PAVILLON DE BRETEUIL

[10] ISSN 0135-2415 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии «РОССТАНДАРТ». ГЛАВНЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГСВЧ. ФГУП «ВНИИФТРИ». БЮЛЛЕТЕНЬ Б. Сравнение эталонов времени и частоты

[11] ISSN 0135-2415 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии «РОССТАНДАРТ». ГЛАВНЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГСВЧ. ФГУП «ВНИИФТРИ». БЮЛЛЕТЕНЬ Т. Шкала координированного времени ГЭВЧ Российской Федерации — UTC(SU), ее локальные реализации — UTC(k), и шкала времени ГЭ ГСВЧ — FAT. Вычисленные величины и их неопределенности на время издания Бюллетеня

[12] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 91—2009 — Государственная система обеспечения единства измерений. Совместное использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерений». Общие принципы

[13] Рекомендация КООМЕТ R/GM/21:2011 (Recommendation COOMET R/GM/21:2011) — Использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерения». Общие принципы. (Use of concepts «errpr of measurement» and «uncertainty of measurement». General principles materials)

[14] Техническая запись МСВЗ, № 32 (IERS Technical Note, No 32) — Международная служба вращения Земли и опорных систем. Соглашения МСВЗ (2003) (International Earth Rotation and Reference Systems Service. IERS Conventions (2003))

[15] Постановление Правительства РФ от 28 июля 2000 г. № 568 — Об установлении единых государственных систем координат

[16] Распоряжение Правительства РФ от 20 июня 2007 г. № 797-р — Об использовании уточненной версии государственной геоцентрической системы координат «Параметры Земли 1990 г.» (ПЗ-90.02)

[17] Постановление Правительства РФ от 3 марта 2007 г. № 139 «Об утверждении правил установления местных систем координат»

[18] Резолюции 24-й ГКМВ, 2011 г. (Resolutions 24th CGPM, 2011) — Резолюция 9. О принятии общей земной системы координат (Resolution 9. On the adoption of a common terrestrial reference system)

УДК 389.53.089.686:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: эталоны, спецификации шкал измерений, системы координат, выражение погрешностей эталонов координатно-временных величин

Редактор *Е.В. Лукьянова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 04.03.2019. Подписано в печать 01.04.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,49.
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