

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
ИСО 17123-1—  
2011

---

Государственная система обеспечения  
единства измерений

## ОПТИКА И ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Методики полевых испытаний геодезических  
и топографических приборов

Часть 1

### Теория

(ISO 17123-1:2002, Optics and optical instruments— Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 1: Theory, IDT)

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2019

## Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ФГУП «ВНИИФТРИ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

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 22 августа 2011 г. № 234-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 17123-1:2002 «Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 1. Теория» (ISO 17123-1:2002 «Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 1: Theory», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 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 ([www.gost.ru](http://www.gost.ru))*

© ISO, 2002 — Все права сохраняются  
© Стандартинформ, оформление, 2012, 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 .....	1
4 Выражение прецизионности геодезических и топографических приборов .....	2
5 Уравнения.....	2
5.1 Общие положения .....	2
5.2 Расчет среднеквадратического отклонения для $i$ -й серии измерений с использованием значений, принятых как истинные значения .....	3
5.3 Расчет экспериментального среднеквадратического отклонения для $i$ -й серии измерений с использованием средних значений.....	3
5.4 Расчет экспериментального среднеквадратического отклонения для $i$ -й серии измерений методом наименьших квадратов .....	4
5.5 Расчет экспериментального среднеквадратического отклонения для $i$ -й серии измерений методом двойных измерений .....	4
5.6 Расчет общего (суммарного) экспериментального среднеквадратического отклонения для $m$ серий измерений .....	4
5.7 Статистические испытания .....	5
Приложение А (справочное) Распределение $\chi^2$ , распределения Фишера, распределение Стьюдента.....	7
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам .....	8

## Предисловие к международному стандарту ИСО 17123

ИСО (Международная организация по стандартизации) представляет собой Всемирную федерацию, состоящую из национальных органов по стандартизации (комитеты — члены ИСО). Работа по разработке международных стандартов обычно ведется техническими комитетами ИСО. Каждый комитет-член, заинтересованный в теме, для решения которой образован данный технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные организации, правительственные и неправительственные, поддерживающие связь с ИСО, также принимают участие в работе. ИСО тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (МЭК) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Проекты международных стандартов разрабатываются в соответствии с правилами, установленными Директивами ИСО/МЭК, часть 3.

Основной задачей технических комитетов является разработка международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, направляются комитетам-членам на голосование. Для их опубликования в качестве международных стандартов требуется одобрение не менее 75 % комитетов-членов, участвовавших в голосовании.

Отдельные элементы данного документа могут составлять предмет патентных прав. ИСО не должна нести ответственности за идентификацию этих патентных прав.

ИСО 17123-1 разработан Техническим комитетом ИСО/ТК 172 «Оптика и оптические приборы», подкомитетом ПК 6 «Геодезические и топографические приборы».

ИСО 17123 под общим наименованием «Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов» включает в себя следующие части:

- часть 1. Теория;
- часть 2. Нивелиры;
- часть 3. Теодолиты;
- часть 4. Электрооптические дальномеры (приборы EDM);
- часть 5. Электронные тахеометры;
- часть 6. Вращающиеся лазеры;
- часть 7. Оптические приборы для установки по отвесу;
- часть 8. Полевые испытания GNSS-аппаратуры в режиме «Кинематика в реальном времени» (RTK).

Приложение А приведено только для информации.

## Введение к международному стандарту ИСО 17123

ИСО 17123 устанавливает методики полевых испытаний для определения и оценки прецизионности геодезических приборов и вспомогательного оборудования, используемых для измерений в строительстве и геодезии. Эти испытания, в первую очередь, предназначены для полевых поверок на пригодность конкретного прибора для выполнения близких неотложных задач и на соответствие требованиям других стандартов. Данные задачи не предлагаются как испытания для приемки или выполнения оценок, более комплексных по характеру.

ИСО 17123 можно рассматривать как один из первых шагов в процессе оценки неопределенности измерения (а именно —измеряемой величины). Неопределенность результата измерения зависит от ряда факторов. Эти факторы включают, помимо прочих, повторяемость (сходимость), воспроизводимость (повторяемость в разные дни) и тщательную оценку всех возможных источников погрешности в соответствии с руководством ИСО по выражению неопределенности в измерении (GUM).

Настоящие методики полевых испытаний разработаны специально для применения *in situ* без потребности в специальном вспомогательном оборудовании и для сведения к минимуму воздействий атмосферы.

## **Предисловие к настоящему стандарту**

Целью разработки Государственных стандартов Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 17123-1 — ГОСТ Р ИСО 17123-8 является прямое применение в Российской Федерации восьми частей ИСО 17123-1:2002 — ИСО 17123-8:2007 под общим наименованием «Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов» в практической деятельности по метрологии в области геодезических измерений: при разработке и применении методик выполнения измерений, испытаниях (в том числе при испытаниях для целей утверждения типа средства измерений), поверке и калибровке геодезических приборов.

Большинство действующих в Российской Федерации стандартов и методик, регламентирующих методы испытаний геодезической аппаратуры, разработаны в 90-е годы прошлого века применительно к аппаратуре отечественного производства, разработанной ранее. Эти методы не охватывают все современные виды измерений в геодезии и не всегда соответствуют метрологическим и техническим характеристикам современной аппаратуры. К тому же некоторые методы испытаний неприменимы к импортным средствам измерений (далее — СИ), составляющим в настоящее время от 90 % до 95 % используемой в Российской Федерации геодезической аппаратуры. Данные обстоятельства приводят к необходимости разработки методов испытаний, соответствующих современному уровню.

Применение серии стандартов ГОСТ Р ИСО 17123 в геодезической и топографической практике позволит выполнять оценку метрологических характеристик всех современных видов СИ в полевых условиях, аналогичных условиям эксплуатации. Такой подход дает более достоверные значения метрологических характеристик, поскольку лабораторные испытания, как правило, дают более высокие значения прецизионности, чем те, которые можно получить в реальных условиях эксплуатации. Для импортных СИ применение этих стандартов дает возможность оценить метрологические характеристики по тем методикам, которые используются фирмами-изготовителями в процессе заводских испытаний и тестирования.

Оценки метрологических характеристик соответствуют ГОСТ Р ИСО 5725-1—2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1.Основные положения и определения».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ОПТИКА И ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов

Часть 1

Теория

State system for ensuring the uniformity of measurements. Optics and optical instruments. Field procedures for testing geodetic and surveying instruments. Part 1. Theory

Дата введения — 2012—07—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает теоретическую базу для методик полевых испытаний геодезических и топографических приборов по ИСО 17123-2 — ИСО 17123-8. Эти методики предполагают методы измерений, в которых систематические воздействия можно, в основном, скомпенсировать или не учитывать.

## 2 Нормативные ссылки

Ниже следующие ссылочные документы являются обязательными при применении настоящего стандарта. Для датированных ссылок действительно только указанное издание. Для недатированных — последнее издание (включая любые изменения).

ISO 3534-1:1993<sup>1)</sup> Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: Probability and general statistical terms (Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Термины, используемые в теории вероятности, и общие статистические термины)

ISO 4463-1:1989 Measurement methods for building; setting-out and measurement — Part 1: Planning and organization, measuring procedures, acceptance criteria (Методы измерения в строительстве. Монтаж и измерение. Часть 1. Планирование и организация, методики измерений, критерии приемки)

ISO 7077:1981 Measuring methods for building — General principles and procedures for the verification of dimensional compliance (Методы измерения в строительстве. Общие принципы и методы контроля соответствия размеров)

ISO 7078:1985 Building construction — Procedures for setting out, measurement and surveying — Vocabulary and guidance notes Bilingual edition (Строительство зданий. Процедуры для разбивки, измерения и топографической съемки. Словарь и примечания)

ISO 9849:2000<sup>2)</sup> Optics and optical instruments — Geodetic and surveying instruments — Vocabulary (Оптика и оптические приборы. Геодезические приборы и топографические приборы. Словарь)

GUM Guide to the expression of uncertainty in measurement [Руководство по выражению погрешности (неопределенности) в измерении]

VIM International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины)

## 3 Термины

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 3534-1, ИСО 4463-1, ИСО 7077, ИСО 7078, GUM и VIM.

<sup>1)</sup> Заменен на ISO 3534-1:2006.

<sup>2)</sup> Заменен на ISO 9849:2017.

## 4 Выражение прецизионности геодезических и топографических приборов

Критерий прецизионности прибора для геодезической и топографической съемки выражается в пересчете на экспериментальное среднее квадратическое отклонение  $s$  (среднеквадратическая погрешность) или дисперсию  $s^2$ , генеральной совокупности. Дисперсия  $s^2$  выборки является оценкой функцией для (теоретической) дисперсии  $\sigma^2$  генеральной совокупности. Базисами для оценки  $s^2$  являются:

- а) Отклонения  $\varepsilon$  измеренных значений от соответствующих истинных значений (или значений, считающихся истинными)

$$s^2 = \frac{\sum_{j=1}^n \varepsilon_j^2}{n}, \quad (1)$$

где  $n$  — число измеренных значений.

- б) Отклонения  $r$  (невязка) измеренных значений от соответствующих расчетных параметров (оценок)

$$s^2 = \frac{\sum_{j=1}^n r_j^2}{v}, \quad (2)$$

где  $v$  — число степеней свободы, то есть число измерений минус число расчетных параметров (оценок). В простейшем случае это только средние арифметические значения измерений. Иногда поправки на нуль или другие параметры задают дополнительно.

- с) Разности  $d$  двойных измерений (два измерения одной и той же измеряемой величины)

$$s^2 = \frac{\sum_{j=1}^n d_j^2}{2n}, \quad (3)$$

где  $n$  — число пар измерений.

Если в контрактной документации установлено допустимое отклонение для задачи измерения, то рекомендуется, чтобы экспериментальное среднеквадратическое отклонение в соответствии с ИСО 4463-1 удовлетворяло условию

$$s \leq \frac{|p|}{2,5}, \quad (4)$$

где  $\pm p$  — допустимое отклонение (по ИСО 4463-1);

$s$  — экспериментальное среднеквадратическое отклонение, используемое в качестве критерия прецизионности.

Допустимое отклонение  $p$  сравнивают с мерой прецизионности при применении, полученной либо из предыдущих испытаний прецизионности при применении, либо из общих данных, которые показывают ожидаемую прецизионность при применении данного измерительного оборудования. В таких случаях экспериментальное среднеквадратическое отклонение  $s$ , представляющее критерий прецизионности при применении, связанное с данным измерительным оборудованием, превышает заданное допустимое отклонение в задаче измерения. Следует либо выбрать другую методику и/или более точный прибор, либо оценить необходимость таких малых допустимых отклонений  $p$ .

Другие части ИСО 17123, в основном, описывают упрощенную и полную методику полевых испытаний геодезических и топографических приборов.

## 5 Уравнения

### 5.1 Общие положения

Следующие уравнения необходимы для применения на этапе оценки большинства методик, приведенных в настоящем стандарте. Они показывают, каким образом достигнутый критерий прецизионности, выраженной в пересчете на среднеквадратическое отклонение (среднеквадратическую погрешность) оценивают сначала вычислением отдельных среднеквадратических отклонений для каждой

серии измерений и затем методом статистического суммирования этих отклонений. Уравнения приведены в общих условиях, так что число  $m$  серий измерений, число  $n$  отдельных измерений в каждой серии и число  $v$  степеней свободы не определяют особо (см. ИСО 3534-1).

### 5.2 Расчет среднеквадратического отклонения для $i$ -й серии измерений с использованием значений, принятых как истинные значения

$$\varepsilon_{i,j} = \bar{x} - x_{i,j} \quad (5)$$

где  $\varepsilon_{i,j}$  — отклонение  $j$ -го измерения  $i$ -й серии от истинного значения или соответствующего значения, принятого как истинное;

$x$  — истинное значение или значение, принятое как истинное,  $i$ -й серии, выведенное по другой методике с такой незначительной неопределенностью (погрешностью), что ею можно пренебречь;

$x_{i,j}$  —  $j$ -е измерение  $i$ -й серии.

$$\sum \varepsilon_i^2 = \sum_{j=1}^n \varepsilon_{i,j}^2 = \varepsilon_{i,1}^2 + \varepsilon_{i,2}^2 + \dots + \varepsilon_{i,n}^2, \quad (6)$$

где  $n$  — число измерений в  $i$ -й серии;

$\sum \varepsilon_i^2$  — сумма квадратов всех истинных отклонений  $\varepsilon_{i,j}$  (или соответствующих значений, принятых как истинные) в пределах  $i$ -й серии измерений.

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_i^2}{v_i}}, \quad (7)$$

где  $v_i$  — число степеней свободы ( $v_i = n$ ) для  $i$ -й серии измерений;

$s_i$  — экспериментальное среднеквадратическое отклонение для  $i$ -й серии измерений.

### 5.3 Расчет экспериментального среднеквадратического отклонения для $i$ -й серии измерений с использованием средних значений

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{i,j}, \quad (8)$$

где  $n$  — число измерений в  $i$ -й серии;

$x_{i,j}$  —  $j$ -е измерение  $i$ -й серии;

$\bar{x}_i$  — среднеарифметическое значение измерений  $x_{i,j}$  в пределах  $i$ -й серии измерений.

$$r_{i,j} = \bar{x}_i - x_{i,j} \quad (9)$$

где  $r_{i,j}$  — отклонение (разность) измерения  $x_{i,j}$  от среднеарифметического  $\bar{x}_i$ .

Для сведения к минимуму влияния погрешностей округления расчет каждого деления следует выполнять с точностью до 0,1 значения последней наблюдаемой цифры.

Для арифметической проверки сумма отклонений  $r_{i,j}$  должна быть равна нулю, за исключением погрешностей округления.

$$\sum r_i^2 = \sum_{j=1}^n r_{i,j}^2 = r_{i,1}^2 + r_{i,2}^2 + \dots + r_{i,n}^2, \quad (10)$$

где  $\sum r_i^2$  — сумма квадратов всех отклонений  $r_{i,j}$  в пределах  $i$ -й серии измерений.

$$v_i = n - 1, \quad (11)$$

где  $v_i$  — число степеней свободы для  $i$ -й серии измерений, где среднеарифметическое измеренных значений является единственным параметром, который необходимо оценить.

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}}, \quad (12)$$

где  $s_i$  — экспериментальное среднее квадратическое отклонение для  $i$ -й серии измерений.

**5.4 Расчет экспериментального среднеквадратического отклонения для  $i$ -й серии измерений методом наименьших квадратов**

$$\sum r_i^2 = \sum_{j=1}^n r_{i,j}^2 = r_{i,1}^2 + r_{i,2}^2 + \dots + r_{i,n}^2, \quad (13)$$

где  $n$  — число измерений в  $i$ -серии;

$r_{i,j}$  — отклонение (разность) значения  $x_{i,j}$ , полученное в результате вычислений (методом наименьших квадратов)  $i$ -й серии измерений (см. другие части ИСО 17123). Чтобы уменьшить погрешности при округлении, это вычисление следует выполнять с достаточной числовой прецизионностью;

$\sum r_i^2$  — сумма квадратов всех разностей  $r_{i,j}$  в пределах  $i$ -й серии измерений.

$$v_i = n - u, \quad (14)$$

где  $u$  — число параметров, которые необходимо оценить (неизвестных параметров);

$v_i$  — число степеней свободы для  $i$ -й серии измерений.

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}}, \quad (15)$$

где  $s_i$  — экспериментальное среднеквадратическое отклонение для  $i$ -й серии измерений.

**5.5 Расчет экспериментального среднеквадратического отклонения для  $i$ -й серии измерений методом двойных измерений**

$$d_{i,j} = x_{ij,1} - x_{ij,2}, \quad (16)$$

где  $x_{ij,1}$  и  $x_{ij,2}$  — значения  $j$ -го множества двойных измерений в пределах  $i$ -й серии двойных измерений;

$d_{i,j}$  — разность двух соответствующих значений двойных измерений  $j$ -го множества двойных измерений в пределах  $i$ -й серии двойных измерений.

$$\sum d_i^2 = \sum_{j=1}^n d_{i,j}^2 = d_{i,1}^2 + d_{i,2}^2 + \dots + d_{i,n}^2, \quad (17)$$

где  $n$  — число измерений  $j$ -го множества в пределах  $i$ -й серии двойных измерений;

$\sum d_i^2$  — сумма квадратов всех разностей  $d_{i,j}$  в пределах  $i$ -й серии двойных измерений.

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2v_i}}, \quad (18)$$

где  $v_i$  — число степеней свободы для  $i$ -серии измерений ( $v_i = n$ );

$s_i$  — экспериментальное среднеквадратическое отклонение отдельного измеренного значения  $i$ -й серии двойных измерений.

**5.6 Расчет общего (суммарного) экспериментального среднеквадратического отклонения для  $m$  серий измерений**

Экспериментальное среднеквадратическое отклонение, полученное для каждой из  $m$  серий измерений, рассматривают как отдельную оценку общего экспериментального среднеквадратического отклонения измерений. Предполагают, что каждая из таких оценок имеет один и тот же порядок надежности,  $v_i = v_1 = v_2 = \dots = v_m$ . Следующие уравнения показывают, каким образом отдельные среднеквадратические отклонения суммируются для получения одного общего экспериментального среднеквадратического отклонения, которое равным образом учитывает экспериментальные среднеквадратические отклонения, рассчитанные для каждой серии измерений.

$$\sum s_i^2 = \sum_{i=1}^m s_i^2 = s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_m^2, \quad (19)$$

где  $m$  — число серий измерений;

$s_i$  — экспериментальное среднеквадратическое отклонение отдельного измеренного значения в пределах  $i$ -й серии измерений;

$\sum s^2$  — сумма квадратов всех среднеквадратических отклонений  $s_i$  числа  $m$  серий измерений.

$$s = \sqrt{\frac{\sum s^2}{m}}, \quad (20)$$

где  $s$  — экспериментальное среднеквадратическое отклонение  $m$  серий измерений.

$$v = \sum_{i=1}^m v_i = mv_i, \quad (21)$$

где  $v$  — число степеней свободы всех  $m$  серий измерений.

## 5.7 Статистические испытания

### 5.7.1 Общие положения

Статистические испытания рекомендованы только для полной методики испытаний.

Для интерпретации результатов при проведении статистических испытаний используют общее экспериментальное среднеквадратическое отклонение  $s$ , чтобы ответить на следующие вопросы (см. таблицу 1):

а) меньше или равно рассчитанное экспериментальное среднеквадратическое отклонение  $s$  значению  $\sigma$ , представленному изготовителем, или какому-либо другому предварительно определенному значению  $\sigma$ ;

б) принадлежат ли два экспериментальных среднеквадратических отклонения  $s$  и  $\bar{s}$ , определенных для двух различных рядов измерений, одной и той же генеральной совокупности, принимая, что оба ряда имеют одно и то же число степеней свободы  $v$  (при  $v$ , равном числу степеней свободы всех серий измерений)?

Экспериментальные среднеквадратические отклонения  $s$  и  $\bar{s}$  могут быть определены:

- из двух выборок измерений, выполненных на одном и том же приборе, но разными наблюдателями;
- двух выборок измерений, выполненных на одном и том же приборе, но в разное время;
- двух выборок измерений, выполненных на разных приборах.

с) и, соответственно,

д) равен ли нулю некоторый параметр  $a_\mu$ , полученный путем вычислений?

Таблица 1 — Статистические испытания

Вопрос	Нулевая гипотеза	Альтернативная гипотеза
а)	$s \leq \sigma$	$s > \sigma$
б)	$\sigma = \bar{\sigma}$	$\sigma \neq \bar{\sigma}$
с) соответственно д)	$a_\mu = 0$	$a_\mu \neq 0$

Примечание — Значение  $\sigma$  используется вместо  $s$  ввиду того, что нуль-гипотеза проверяет, принадлежат ли два экспериментальных среднеквадратических отклонения к одной и той же генеральной совокупности.

### 5.7.2 Вопрос а): меньше или равно рассчитанное экспериментальное среднеквадратическое отклонение $s$ данному значению $\sigma$ ?

Предыдущие уравнения позволяют определить только (экспериментальное) среднеквадратическое отклонение  $s$  измерений  $x_{i,j}$ . Из-за малого размера выборки это значение будет отличаться в большей или меньшей степени от теоретического среднеквадратического отклонения  $\sigma$  генеральной совокупности в целом в соответствии с заявленным изготовителем прибора или определенным предварительно каким-либо другим способом.

Методы математической статистики позволяют решить, меньше или равно рассчитанное экспериментальное среднеквадратическое отклонение  $s$  данному теоретическому среднеквадратическому отклонению  $\sigma$  на доверительном уровне  $1 - \alpha$ .

Нуль — гипотезу  $s < \sigma$  не отвергают, если выполняется условие:

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{1-\alpha}(v)}{v}} . \quad (22)$$

В противном случае нуль-гипотезу отвергают. Значение  $\chi^2_{1-\alpha}(v)$  можно взять из таблицы А.1 приложения А.

Согласно уравнениям для полной методики, экспериментальное среднеквадратическое отклонение  $s$  и число степеней свободы  $v$  необходимо рассчитать. Теоретическое среднеквадратическое отклонение  $\sigma$  является предварительно определенным значением.

### 5.7.3 Вопрос б): принадлежат ли две выборки к одной и той же генеральной совокупности?

Методы математической статистики позволяют решить, принадлежат ли два экспериментальных среднеквадратических отклонений  $s$  и  $\bar{s}$ , определенных от двух различных выборок измерений, одной и той же генеральной совокупности на доверительном уровне  $(1 - \alpha)$ . Нуль-гипотезу  $\sigma = \bar{\sigma}$  не отвергают, если выполняется условие:

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(v, v)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{1-\alpha/2}(v, v) . \quad (23)$$

В противном случае нуль-гипотезу отвергают.

Согласно уравнениям для полной методики испытания для определения экспериментальных среднеквадратических отклонений  $s$  и  $\bar{s}$  берут две выборки измерений с одним и тем же диапазоном  $n = \bar{n}$ . Эти экспериментальные среднеквадратические отклонения  $s$  и  $\bar{s}$  можно получить:

- из двух выборок измерений, выполненных на одном и том же приборе, но разными наблюдателями;
- двух выборок измерений, выполненных на одном и том же приборе, но в разное время;
- двух выборок измерений, выполненных на разных приборах.

Значение  $F_{1-\alpha/2}(v, v)$  можно взять из таблицы А.1 приложения А.

### 5.7.4 Вопрос с) [соответственно вопрос д]): испытание значимости параметра

Вычисления методом наименьших квадратов позволяют определить параметры  $a_\mu$  и их экспериментальные среднеквадратические отклонения  $s_{a_\mu}$ . Методы математической статистики позволяют принять решение, равен или нет параметр  $a_\mu$  нулю на доверительном уровне  $(1 - \alpha)$ . Нуль-гипотезу  $a_\mu = 0$  не отвергают, если выполняется условие

$$|a_\mu| \leq s_{a_\mu} \cdot t_{1-\alpha/2}(v) . \quad (24)$$

В противном случае нуль-гипотезу отвергают.

Значение  $a_\mu$  является испытуемым параметром, действительным для всех серий измерений. Если  $m > 1$ ,  $a_\mu$  рассчитывают по соответствующим значениям  $a_{\mu,i}$  для  $m$  серий измерений:

$$a_\mu = \frac{\sum_{i=1}^m a_{\mu,i}}{m} . \quad (25)$$

Значение  $a_{\mu,i}$  оценивают согласно уравнениям для полной методики испытания.

$$s_{a_\mu} = \frac{s}{\sqrt{v}} . \quad (26)$$

Значение  $s_{a_\mu}$  является экспериментальным среднеквадратическим отклонением параметра  $a_\mu$ , действительного для всех серий измерений, где  $v$  постоянна согласно уравнениям для полной методики испытаний. Если  $m > 1$ ,  $s_{a_\mu}$  рассчитывают по соответствующим значениям  $s_{a_{\mu,i}}$  для  $m$  серий измерений:

$$s_{a_\mu} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m s_{a_{\mu,i}}^2}{m}} = \frac{s}{\sqrt{vm}} . \quad (27)$$

Значение  $t_{1-\alpha/2}(v)$  можно взять из таблицы А.1 приложения А.

**Приложение А**  
**(справочное)**

**Распределение  $\chi^2$ , распределение Фишера, распределение Стьюдента**

Т а б л и ц а А.1 — Распределение  $\chi^2$ , распределение Фишера, распределение Стьюдента

v	$\chi^2_{0,90}(v)$	$F_{0,95}(v, v)$	$t_{0,95}(v)$	$\chi^2_{0,95}(v)$	$F_{0,975}(v, v)$	$t_{0,975}(v)$	$\chi^2_{0,99}(v)$	$F_{0,995}(v, v)$	$t_{0,995}(v)$
2	4,61	19,00	2,92	5,99	39,00	4,30	9,21	199,01	9,92
3	6,25	9,28	2,35	7,81	15,44	3,18	11,34	47,47	5,84
4	7,78	6,39	2,13	9,49	9,60	2,78	13,28	23,15	4,60
5	9,24	5,05	2,02	11,07	7,15	2,57	15,09	14,94	4,03
6	10,64	4,28	1,94	12,59	5,82	2,45	16,81	11,07	3,71
7	12,02	3,79	1,89	14,07	4,99	2,36	16,48	8,89	3,50
8	13,36	3,44	1,86	15,51	4,43	2,31	20,09	7,50	3,36
9	14,68	3,18	1,83	16,92	4,03	2,26	21,67	6,54	3,25
10	15,99	2,98	1,81	18,31	3,72	2,23	23,21	5,85	3,17
14	21,06	2,48	1,76	23,68	2,98	2,14	29,14	4,30	2,98
15	21,31	2,40	1,75	25,00	2,86	2,13	30,58	4,07	2,95
16	23,54	2,33	1,75	26,30	2,76	2,12	32,00	3,87	2,92
18	25,99	2,22	1,73	28,87	2,60	2,10	34,81	3,56	2,88
19	27,20	2,17	1,73	30,14	2,53	2,09	36,19	3,43	2,86
24	33,20	1,98	1,71	36,42	2,27	2,06	42,98	2,97	2,80
27	36,74	1,90	1,70	40,11	2,16	2,05	46,96	2,78	2,77
28	37,92	1,88	1,70	41,34	2,13	2,05	48,28	2,72	2,76
30	40,26	1,86	1,70	43,77	2,07	2,04	50,89	2,63	2,75
32	42,58	1,80	1,69	46,19	2,02	2,04	53,49	2,54	2,74
36	47,21	1,74	1,69	51,00	1,94	2,03	58,62	2,41	2,72
38	49,51	1,72	1,69	53,38	1,91	2,02	61,16	2,36	2,71
42	54,09	1,67	1,68	58,12	1,85	2,02	66,21	2,25	2,70
54	67,67	1,57	1,67	72,15	1,71	2,00	81,07	2,04	2,67
72	87,74	1,48	1,67	92,81	1,59	1,99	102,82	1,85	2,65
108	127,21	1,37	1,66	133,26	1,46	1,98	145,10	1,65	2,62

**П р и м е ч а н и е** — Испытательные значения  $\chi^2_{1-\alpha}(v)$ ,  $F_{1-\alpha/2}(v, v)$  и  $t_{1-\alpha/2}(v)$  применяют к полным методикам испытания других частей ИСО 17123, даже если число серий измерений меньше, чем представлено здесь. Если анализируют другое число измерений, число степеней свободы изменится, и вышеуказанные значения испытания следует брать из справочника по статистике.

Приложение ДА  
(справочное)

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам**

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 3534-1:1993	MOD	ГОСТ Р 50779.10—2000 (ИСО 3534-1—93) «Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения»
ISO 4463-1:1989	—	*
ISO 7077:1981	—	*
ISO 7078:1985	—	*
ISO 9849:2000	—	*

\* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:

- MOD — модифицированный стандарт.

УДК 528.5.528.02:006.354

OKC 17.180.30

Ключевые слова: геодезия, геодезические измерения, испытания геодезических приборов

---

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

Сдано в набор 20.03.2019. Подписано в печать 20.05.2019. Формат 60×84 $\frac{1}{8}$ . Гарнитура Ариал.  
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,25.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

---

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