**Приложение №1**

**ГОСТ 8.207-76** **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ С МНОГОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ.МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ**

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ** Москва

#####  МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

|  |  |
| --- | --- |
| Государственная система обеспечения единства измерений | **ГОСТ 8.207-76** |
| **ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ С МНОГОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ** |
| **Основные положения** |
| State system for ensuring the uniformity of measurements. Direct measurements with multiple observations. Methods of processing the results of observations. Basic principles |

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 15 марта 1976 г. № 619

|  |  |
| --- | --- |
| **срок введения установлен** | **с 01.01.77** |

*Переиздание. Октябрь 2001 г.*

Настоящий стандарт распространяется на нормативно-техническую документацию (НТД), предусмотренную [ГОСТ 8.010-90](33363.htm)1) и регламентирующую методику выполнения прямых измерений с многократными независимыми наблюдениями, и устанавливает основные положения методов обработки результатов наблюдений и оценивания погрешностей результатов измерений.

###### Содержание

|  |
| --- |
| [1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ](#_Toc135492347)[2. РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ И ОЦЕНКА ЕГО СРЕДНЕГО КВАДРАТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ](#_Toc135492348)[3. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ СЛУЧАЙНОЙ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ](#_Toc135492349)[4. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ НЕИСКЛЮЧЕННОЙ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ](#_Toc135492350)[5. ГРАНИЦА ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ](#_Toc135492351)[6. ФОРМА ЗАПИСИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ](#_Toc135492352)[*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*](#_Toc135492353) [*Справочное*](#_Toc135492354) [ПРОВЕРКА НОРМАЛЬНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ГРУППЫ](#_Toc135492355)[*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*](#_Toc135492356) [*Справочное*](#_Toc135492357) [Значение коэффициента *t* для случайной величины *Y*, имеющей распределение Стьюдента с *n*-1 степенями свободы](#_Toc135492358)[*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*](#_Toc135492359) [*Справочное*](#_Toc135492360) [ТЕРМИНЫ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В СТАНДАРТЕ.](#_Toc135492361)  |

# 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. При статистической обработке группы результатов наблюдений следует выполнить следующие операции:

исключить известные систематические погрешности из результатов наблюдений;

вычислить среднее арифметическое исправленных результатов наблюдений, принимаемое за результат измерения;

вычислить оценку среднего квадратического отклонения результата наблюдения;

вычислить оценку среднего квадратического отклонения результата измерения;

проверить гипотезу о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению;

вычислить доверительные границы случайной погрешности (случайной составляющей погрешности) результата измерения;

вычислить границы неисключенной систематической погрешности (неисключенных остатков систематической погрешности) результата измерения;

вычислить доверительные границы погрешности результата измерения.

1.2. Проверку гипотезы о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению, проводят с уровнем значимости *q* от 10 до 2 %. Конкретные значения уровней должны быть указаны в конкретной методике выполнения измерений.

1.3. Для определения доверительных границ погрешности результата измерения доверительную вероятность *Р* принимают равной 0,95.В тех случаях, когда измерение нельзя повторить, помимо границ, соответствующих доверительной вероятности *Р* = 0,95, допускается указывать границы для доверительной вероятности *Р* = 0,99.В особых случаях (здоровье людей) допускается вместо *Р* = 0,99 более высокая вероятность.

# 2. РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ И ОЦЕНКА ЕГО СРЕДНЕГО КВАДРАТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ

2.1. Способы обнаружения грубых погрешностей должны быть указаны в методике выполнения. Если результаты можно считать принадлежащими к нормальному распределению, грубые погрешности исключают в соответствии с указаниями НТД.

2.2. За результат измерения принимают среднее арифметическое результатов наблюдений, в которые введены поправки для исключения систематических погрешностей.

2.3. Среднее квадратическое отклонение *σ* результата наблюдения оценивают по НТД.

2.4. Среднее квадратическое отклонение  результата измерения оценивают

,

где *хi* - *i*-й результат наблюдения;

 - результат измерения (среднее арифметическое исправленных результатов);

*n* - число результатов наблюдений;

 - оценка среднего квадратического отклонения результата измерения.

# 3. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ СЛУЧАЙНОЙ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ

3.1.Доверительные границы случайной погрешности результата измерения устанавливают для результатов наблюдений, принадлежащих нормальному распределению.

Если это условие не выполняется, методы вычисления доверительных границ случайной погрешности должны быть указаны в методике выполнения измерений.

3.1.1. При числе результатов наблюдений *n* > 50 для проверки принадлежности их к нормальному распределению по НТД предпочтительным является один из критериев: χ2 Пирсона или ω2 Мизеса - Смирнова.

3.1.2. При числе результатов наблюдений 50 > *n* > 15 для проверки принадлежности их к нормальному распределению предпочтительным является составной критерий, приведенный в [приложении 1](#пр1). При числе результатов наблюдений *n* ≤ 15 принадлежность их к нормальному распределению не проверяют. При этом нахождение доверительных границ случайной погрешности результата измерения по методике, предусмотренной настоящим стандартом, возможно в том случае, если заранее известно, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению.

3.2. Доверительные границы *ε* (без учета знака) случайной погрешности результата измерения находят по формуле

,

где *t* - **коэффициент Стьюдента**, который в зависимости от доверительной вероятности *Р* и числа результатов наблюдений *n* находят по таблице [приложения 2](#пр2).

# 4. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ НЕИСКЛЮЧЕННОЙ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ

4.1. Неисключенная систематическая погрешность результата образуется из составляющих, в качестве которых могут быть неисключенные систематические погрешности: метода; средств измерений; вызванные другими источниками. В качестве границ составляющих неисключенной систематической погрешности принимают пределы допускаемых основных и дополнительных погрешностей средств измерений, если случайные составляющие погрешности пренебрежимо малы.

4.2. При суммировании составляющих неисключенной систематической погрешности результата измерения неисключенные систематические погрешности средств измерении каждого типа и погрешности поправок рассматривают как случайные величины. При отсутствии данных о виде распределения случайных величин их распределения принимают за равномерные.

4.3. Границы неисключенной систематической погрешности Θ результата измерения вычисляют путем построения композиции неисключенных систематических погрешностей средств измерений, метода и погрешностей, вызванных другими источниками. При равномерном распределении неисключенных систематических погрешностей эти границы (без учета знака) вычисляют по формуле

,

где Θ*i*- - граница *i*-й неисключенной систематической погрешности;

*k* - коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью. Коэффициент *k* принимают равным 1,1 при доверительной вероятности *Р* = 0,95.При доверительной вероятности *Р* = 0,99 коэффициент *k* принимают равным 1,4, если число суммируемых неисключенных систематических погрешностей более четырех (*m* > 4). Если число суммируемых погрешностей *m* ≤ 4, то *k* определяют по графику (см. чертеж).

*График зависимости k =f (m, l)*



*k =f (m, l)*

где *m* - число суммируемых погрешностей;

; кривая *1 - m* = 2; кривая *2 - m* = 3; кривая *3 - m* = 4.При трех или четырех слагаемых в качестве Θ1, принимают составляющую, по числовому значению наиболее отличающуюся от других, в качестве Θ2 следует принять ближайшую к Θ1 составляющую.

Доверительную вероятность для вычисления границ неисключенной систематической погрешности принимают той же, что при вычислении доверительных границ случайной погрешности результата измерения.

# 5. ГРАНИЦА ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ

5.1. В случае, если  < 0,8, то неисключенными систематическими погрешностями по сравнению со случайными пренебрегают и принимают, что граница погрешности результата Δ = ε.

Если  > 8, то случайной погрешностью по сравнению с систематическими пренебрегают и принимают, что граница погрешности результата Δ = Θ.

**Примечание.** Погрешность, из-за пренебрежения одной из составляющих не более 15 %.

5.2. В случае, если неравенства п. 5.1 не выполняются, границу погрешности результата измерения находят путем построения композиции распределений случайных и неисключенных систематических погрешностей, рассматриваемых как случайные величины в соответствии с [п. 4.3](#п43). Если доверительные границы случайных погрешностей найдены в соответствии с [разд. 3](#р3) настоящего стандарта, допускается границы погрешности результата измерения Δ (без учета знака) вычислить по формуле

,

где *K* - коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей;

*SΣ* - оценка суммарного среднего квадратического отклонения результата измерения.

Оценку суммарного среднего квадратического отклонения результата вычисляют

.

Коэффициент *K* вычисляют по эмпирической формуле

.

# 6. ФОРМА ЗАПИСИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Оформление результатов измерений - по [МИ 1317](44980.htm)-86.При симметричной доверительной погрешности результаты измерений представляют в форме,

где  - результат измерения. Числовое значение результата измерения должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение погрешности Δ.

6.2. При отсутствии данных о виде функций распределений составляющих погрешности результата и необходимости дальнейшей обработки результатов или анализа погрешностей результаты измерений представляют в формеВ случае, если границы неисключенной систематической погрешности вычислены в соответствии с [п. 4.3](#п43), следует дополнительно указывать доверительную вероятность *Р*.

**Примечания:** Оценка  и Θ могут выражены в абсолютной и относительной формах.

# *ПРИЛОЖЕНИЕ 1*ПРОВЕРКА НОРМАЛЬНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ГРУППЫ

При числе результатов наблюдений *n* < 50 нормальность их распределения проверяют при помощи составного критерия.

Критерий 1. Вычисляют отношение 

,

где *S\** - смещенная оценка среднего квадратического отклонения по формуле



Результаты наблюдений группы можно считать распределенными нормально, если

,

где  и  - квантили распределения, получаемые из табл. 1 по *n*, *q*1/2 и (1 – *q*1/2), причем *q*1 - заранее выбранный уровень значимости критерия.

 **Статистика *d*** Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *n* | *q*1/2 100% | (1-*q*1/2) 100% |
| 1 % | 5 % | 95 % | 99 % |
| 16 | 0,9137 | 0,8884 | 0,7236 | 0,6829 |
| 21 | 0,9001 | 0,8768 | 0,7304 | 0,6950 |
| 26 | 0,8901 | 0,8686 | 0,7360 | 0,7040 |
| 31 | 0,8826 | 0,8625 | 0,7404 | 0,7110 |
| 36 | 0,8769 | 0,8578 | 0,7440 | 0,7167 |
| 41 | 0,8722 | 0,8540 | 0,7470 | 0,7216 |
| 46 | 0,8682 | 0,8508 | 0,7496 | 0,7256 |
| 51 | 0,8648 | 0,8481 | 0,7518 | 0,7291 |

Критерий 2. Можно считать, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению, если не более *m* разностей  превзошли значение *zp/2 S*, где *S* - оценка среднего квадратического отклонения, вычисляемая по формуле

,

где *zp/2* - верхний квантиль распределения нормированной функции Лапласа, отвечающий вероятности *Р/2*. Значения *Р* определяются из табл. 2 по выбранному уровню значимости *q2* и числу результатов наблюдений *n*. При уровне значимости, отличном от предусмотренных в табл. 2, значение *Р* находят путем линейной интерполяции. В случае, если при проверке нормальности распределения результатов наблюдений группы для критерия 1 выбран уровень значимости *q*1, а для критерия 2 - *q*2, то результирующий уровень значимости составного критерия *q* ≤ *q*1 + *q*2.

В случае, если хотя бы один из критериев не соблюдается, то считают, что распределение результатов наблюдений группы не соответствует нормальному.

 **Значения Р для вычисления** Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *n* | *m* | *q2·*100 % |
| 1 % | 2 % | 5 % |
| 10 | 1 | 0,98 | 0,98 | 0,96 |
| 11-14 | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,97 |
| 15-20 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,98 |
| 21-22 | 2 | 0,98 | 0,97 | 0,96 |
| 23 | 2 | 0,98 | 0,98 | 0,96 |
| 24-27 | 2 | 0,98 | 0,98 | 0,97 |
| 28-32 | 2 | 0,99 | 0,98 | 0,97 |
| 33-35 | 2 | 0,99 | 0,98 | 0,98 |
| 36-49 | 2 | 0,99 | 0,99 | 0,98 |

# *ПРИЛОЖЕНИЕ 2*Значение коэффициента *t* для случайной величины *Y*, имеющей распределение Стьюдента с *n*-1 степенями свободы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *n*-1 | *Р*=0,95 | *Р*=0,99 | *n*-1 | *Р*=0,95 | *Р*=0,99 |
| 3 | 3,182 | 5,841 | 16 | 2,120 | 2,921 |
| 4 | 2,776 | 4,604 | 18 | 2,101 | 2,878 |
| 5 | 2,571 | 4,032 | 20 | 2,086 | 2,845 |
| 6 | 2,447 | 3,707 | 22 | 2,074 | 2,819 |
| 7 | 2,365 | 3,499 | 24 | 2,064 | 2,797 |
| 8 | 2,306 | 3,355 | 26 | 2,056 | 2,779 |
| 9 | 2,262 | 3,250 | 28 | 2,048 | 2,763 |
| 10 | 2,228 | 3,169 | 30 | 2,043 | 2,750 |
| 12 | 2,179 | 3,055 | **∞** | 1,960 | 2,576 |
| 14 | 2,145 | 2,977 |  |  |  |

# *ПРИЛОЖЕНИЕ 3*ТЕРМИНЫ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В СТАНДАРТЕ, И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Неисправленный результат наблюдения** - до введения поправок.

**Исправленный результат наблюдения** - после внесения поправок .

**Неисправленный результат измерения** - среднее арифметическое результатов. наблюдений до введения поправок с целью устранения систематических погрешностей.

**Исправленный результат измерений** - получаемый после внесения поправок.

**Группа результатов наблюдений** - полученные при условиях, которые в соответствии с целью измерения необходимы для получения результата измерения с заданной точностью.

**Исключенная систематическая погрешность результата измерения** - систематическая погрешность, которая остается неустраненной из результата измерения.