

*Изменением N 1, утвержденным постановлением Госстроя СССР от 27 июня 1986 г. N 88, в текст настоящего ГОСТ внесены изменения  
См. текст ГОСТ в предыдущей редакции*

**Государственный стандарт СССР ГОСТ 23615-79 (СТ СЭВ 5061-85)  
"Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Статистический анализ точности"  
(утв. постановлением Госстроя СССР от 12 апреля 1979 г. N 55)  
(с изменениями от 27 июня 1986 г.)**

**System of ensuring of geometrical parameters accuracy in construction. Statistical analysis of accuracy**

Срок введения с 1 января 1980 г.

- [1. Общие положения](#)
- [2. Образование выборок](#)
- [3. Расчет статистических характеристик точности](#)
- [4. Проверка статистической однородности процесса](#)
- [5. Оценка точности процесса](#)

- [Приложение 1. Порядок расчета статистических характеристик и проверки статической однородности процесса упрощенным способом](#)
- [Приложение 2. Пример проверки статистической однородности технологического процесса](#)

Настоящий стандарт устанавливает общие правила статистического анализа точности геометрических параметров при изготовлении строительных элементов (деталей, изделий, конструкций), выполнении разбивочных работ в процессе строительства и установке элементов в конструкциях зданий и сооружений.

Стандарт распространяется на технологические процессы и операции массового и серийного производства.

Принимаемые в стандарте термины по статистическому анализу и контролю соответствуют приведенным в ГОСТ 15895-77 (СТ СЭВ 547-77).

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 5061-85.

## **1. Общие положения**

1.1. Статистическим анализом устанавливают закономерности распределения действительных значений геометрических параметров конструкций зданий и сооружений и их элементов и определяют статистические характеристики точности этих параметров.

1.2. На основе результатов статистического анализа:

производят оценку действительной точности и устанавливают возможности технологических процессов и операций по ее обеспечению;

определяют возможность применения статистических методов регулирования точности по ГОСТ 15893-77 и контроля точности по ГОСТ 23616-79;

проверяют эффективность применяемых методов регулирования и контроля точности при управлении технологическими процессами.

1.3. Статистический анализ точности выполняют отдельно по каждому геометрическому параметру в следующей последовательности:

в зависимости от характера производства образуют необходимые выборки и определяют действительные отклонения параметра от номинального;

рассчитывают статистические характеристики действительной точности параметра в выборках;

проверяют статистическую однородность процесса - согласие опытного распределения действительных отклонений параметра с теоретическим и стабильность статистических характеристик в выборках;

оценивают точность технологического процесса и, в зависимости от цели анализа, принимают решение о порядке применения его результатов.

1.4. Статистический анализ точности следует проводить после предварительного изучения состояния технологического процесса в соответствии с требованиями ГОСТ 15893-77 и его наладки по полученным результатам.

1.5. Действительные отклонения геометрического параметра в выборках определяют в результате его измерений в соответствии с требованиями ГОСТ 23616-79 и ГОСТ 26433.0-85.

## 2. Образование выборок

2.1. В качестве исследуемой генеральной совокупности принимают объем продукции или работ (например, разбивочных), производимый на технологической линии (потоке, участке и т.п.) при неизменных типовых условиях производства в течение определенного времени, достаточного для характеристики данного процесса.

2.2. Статистический анализ точности выполняют по действительным отклонениям параметра в представительной объединенной выборке, состоящей из не менее чем 100 объектов контроля и получаемой путем последовательного отбора из исследуемой совокупности серии выборок малого объема.

Эти выборки отбирают через равные промежутки времени, определяемые в зависимости от объема производства и особенностей технологического процесса.

2.3. При анализе точности процессов изготовления элементов массового производства, когда на каждой единице или комплекте технологического оборудования постоянно в достаточно большом объеме производится однотипная продукция (например, кирпич, асбестоцементные листы), отбирают серию мгновенных выборок одинакового объема  $n = 5 - 10$  единицам.

2.4. При анализе точности изготовления элементов серийного производства, когда достаточный объем продукции может быть получен с нескольких однотипных единиц технологического оборудования (например, производство ряда видов железобетонных изделий, сборка металлоконструкций и т.п.) отбирают серию выборок одинакового объема  $n \geq 30$  единицам. Эти выборки могут быть составлены из изделий, отбираемых при приемочном контроле нескольких последовательных или параллельных партий продукции.

2.5. При анализе точности разбивки осей и установки элементов образуют серию выборок одинакового объема из  $n \geq 30$  закрепленных в натуре ориентиров или элементов, установленных на одном или нескольких монтажных горизонтах.

2.6. Порядок формирования выборки для обеспечения ее представительности и случайности определяют в соответствии с характером объекта исследований и требованиями ГОСТ 18321-73.

## 3. Расчет статистических характеристик точности

3.1. При проведении статистического анализа вычисляют выборочные средние отклонения, а также выборочные средние квадратические отклонения или размахи действительных отклонений в выборках.

**Примечание.** При анализе точности конфигурации элементов выборочные средние отклонения не вычисляют.

3.2. Выборочное среднее отклонение  $\delta x_m$  в выборках малого объема и в объединенной выборке вычисляют по формуле

$$\delta x_m = \frac{\sum_{i=1}^n \delta x_i}{n} \quad (1)$$

"Формула (1)"

где

дельта  $\delta x_i$  - действительное отклонение;

$n$  - объем выборки.

3.3. Выборочное среднее квадратическое отклонение  $S_x$  в выборках малого объема  $n \geq 30$  единицам и в объединенной выборке вычисляют по формуле

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta x_i^2}{n} - \delta x_m^2}. \quad (2)$$

"Формула (2)"

В случаях, когда выборочное среднее отклонение в соответствии с примечанием к [п.3.1](#) не вычисляют, значение  $\delta x_m$  в [формуле \(2\)](#) принимают равным нулю.

3.4. Размахи  $R_x$  действительных отклонений параметра определяют в выборках малого объема из  $n = 5 - 10$  единицам по формуле

$$R_x = \delta x_{i \max} - \delta x_{i \min}, \quad (3)$$

где

$\delta x_{i \max}$  и  $\delta x_{i \min}$  - наибольшие и наименьшие значения  $\delta x_i$  в выборке.

3.5. Порядок расчета статистических характеристик приведен в рекомендуемом [приложении 1](#).

3.6. В качестве статистических характеристик точности процесса принимают значения  $\delta x_m$  и  $S_x$  в объединенной выборке, если результаты проведенной в соответствии с [разд. 4](#) проверки подтвердили статистическую однородность процесса.

Значения  $\delta x_n$ ,  $S_x$  и  $R_x$  в выборках малого объема используют при проверке однородности процесса.

#### 4. Проверка статистической однородности процесса

4.1. При проверке статистической однородности процесса устанавливают: согласие распределения действительных отклонений параметра в объединенной выборке с теоретическим;

стабильность выборочного среднего отклонения  $\delta x_m$ , величина которой характеризует систематические погрешности процесса;

стабильность выборочного среднего квадратического отклонения  $S_x$  или размах  $R_x$ , величина которых характеризует случайные погрешности процесса.

4.2. Согласие распределения действительных отклонений с теоретическим устанавливают по ГОСТ 11.006-74.

Допускается использование других методов, принятых в математической статистике (например, построение ряда отклонений на вероятностной бумаге и т.д.).

4.3. При нормальном распределении геометрического параметра стабильность статистических характеристик в мгновенных выборках и выборках малого объема  $n \geq 30$  единицам проверяют по попаданию их значений в доверительные интервалы, границы которых вычисляют для доверительной вероятности не менее 0,95.

В случае, если гипотеза о нормальном распределении геометрического параметра не может быть принята, применяют другие методы математической статистики.

4.4. Исключен

4.5. Проверку статистической однородности технологических процессов изготовления строительных элементов, а также геометрических параметров зданий и сооружений допускается выполнять упрощенным способом в соответствии с рекомендуемым [приложением 1](#).

Пример проверки приведен в справочном [приложении 2](#).

4.6. Процесс считается статистически однородным по данному геометрическому параметру, если распределение действительных отклонений в объединенной выборке приближается к нормальному и характеристики точности в серии выборок, составивших объединенную выборку, стабильны во времени.

4.7. В случае, если распределение действительных отклонений не соответствует нормальному, а характеристики точности в серии выборок малого объема не стабильны, процесс не может считаться налаженным и установившимся. В этом случае следует ввести операционный контроль, установить причины нестабильности точности и произвести соответствующую настройку оборудования, после чего повторить анализ.

В любом случае систематическая погрешность, по абсолютной величине превышающая значение  $1,643 S_x / \sqrt{n}$ , должна быть устранена регулированием.

## 5. Оценка точности процесса

5.1. На основании результатов статистического анализа устанавливают возможность процесса обеспечивать точность параметра в соответствии с определенным классом точности по ГОСТ 21779-82.

5.2. Класс точности определяют из условия

$$\Delta > 2tS_x, \quad (4)$$

где

$\Delta$  - ближайшее большее к значению  $2tS_x$  значение допуска для данного интервала номинального размера в соответствующих таблицах ГОСТ 21779-82;

$t$  - коэффициент, принимаемый по таблице настоящего стандарта в зависимости от значения приемочного уровня дефектности AQL, принятого при контроле точности по ГОСТ 23616-79.

AQL, %	0,25	1,5	4,0	10,0
t	3,0	2,4	2,4	1,6

5.3. Для сопоставления уровня точности различных производств или в различные промежутки времени следует использовать показатель уровня точности  $h$ , характеризующий запас точности по отношению к допуску  $\Delta$  и определяемый по формуле

$$h = \frac{\Delta - 2tS_x}{\Delta}, \quad (5)$$

где

$S_x$  - выборочное среднее квадратическое отклонение, определяемое для статистически однородного процесса в случайных выборках объемом не менее 30 единиц

5.4. Если  $h$  по абсолютному значению оказывается меньше, чем 0,14, то следует считать, что запас точности отсутствует.

Если  $h$  отрицательна и по своему абсолютному значению превышает 0,14, то это означает, что процесс перешел в более низкий класс точности.

При значении  $h$ , приближающемся к 0,5, следует проверить возможность отнесения процесса к более высокому классу точности.

**Приложение 1**  
**Рекомендуемое**

**Порядок расчета статистических характеристик и проверки статической однородности процесса упрощенным способом**

1. Действительные отклонения в выборках объемом  $n = 5 - 10$  единиц заносят в хронологическом порядке в [табл.1](#).

Характеристики  $\delta_{x_n}$  и  $R_x$  вычисляют по [формулам \(1\) и \(3\)](#) настоящего стандарта.

2. Действительное отклонение в каждой из выборок объема  $n \geq 30$  единицам заносят в [табл.2](#).

В каждой строчке вычисляют значения  $\delta_{x_i}(2)$ ,  $\delta_{x_i} + 1$ ,  $(\delta_{x_i} + 1)(2)$ , складывают результаты вычислений по каждой графе и проверяют их правильность тождеством.

$$\sum_{i=1}^n (\delta_{x_i} + 1)^2 \equiv \sum_{i=1}^n \delta_{x_i}^2 + 2 \sum_{i=1}^n \delta_{x_i} + n .$$

Характеристики  $\delta_{x_m}$  и  $S_x$  вычисляют по формула ставляя в них подсчитанные по табл. 2 значения  $\sum_{i=1}^n$

"Тождество к пункту 2 приложения 1"

3. Для расчета характеристик точности в объединенной выборке и проверки согласия действительного распределения с теоретическим, действительные отклонения из всех выборок малого объема выписывают в порядке их возрастания и полученное поле рассеяния между наименьшим и наибольшим отклонениями разбивают на интервалы распределения, равные цене деления измерительного инструмента, принимая целые числа за середины интервалов  $\delta_{x_j}$ , ( $j = 1, 2, \dots, m$  - количество интервалов).

4. Подсчитывают количество отклонений, относящихся к каждому интервалу (частоты  $f_j$ ) и по форме [табл.3](#) (левая часть) строят гистограмму действительных отклонений, откладывая по вертикали интервалы распределения, а по горизонтали - соответствующие им частоты.

**Форма таблицы для построения гистограммы и расчета характеристик  $\delta_{x_m}$  и  $S_x$  в объединенной выборке**

Центры интервалов распределения $\delta_{x_j}$ , мм	Частота отклонений в интервалах $f_j$												$f_j$	$\delta_{x_j}^2$	$\delta_{x_j} + 1$	$(\delta_{x_j} + 1)^2$	$f_j \delta_{x_j}$	$f_j \delta_{x_j}^2$	$f_j (\delta_{x_j} + 1)^2$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
1	2												3	4	5	6	7	8	9
$\delta_{x_{jmax}}$																			
...																			
+1																			
0																			
-1																			
...																			
$\delta_{x_{jmin}}$																			
													$\sum_{j=1}^m f_j =$	-	-	-	$\sum_{j=1}^m f_j \delta_{x_j} =$	$\sum_{j=1}^m f_j \delta_{x_j}^2 =$	$\sum_{j=1}^m f_j (\delta_{x_j} + 1)^2 =$

"Форма таблицы для построения гистограммы и расчета характеристик  $\delta_{x_m}$  и  $S_x$  в объединенной выборке"

При построении гистограммы следует учитывать, что отклонения конфигурации элементов всегда имеют положительный знак.

Таблица 1

Форма таблицы для расчета характеристик  $\delta_{x_m}$  и  $R_x$  в мгновенных выборках объемом  $n = 5 \div 10$

Дата измерений					
Номер выборки	1	2	3	...	...
$\delta_{x_j}$	1				
	2				
	3				
	4				
	·				
	·				
	·				
	$n$				
$\sum_{i=1}^n \delta_{x_i}$					
$\delta_{x_m} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{x_i}}{n}$					
$\delta_{x_{max}}$					
$\delta_{x_{min}}$					
$R_x = \delta_{x_{max}} - \delta_{x_{min}}$					

"Форма таблицы для расчета характеристик дельта\_x\_m и R\_x в мгновенных выборках объемом n = 5 - 10"

В правую часть табл. 3 заносят значения дельта(2)\_x\_j, дельта\_x\_j + 1, (дельта\_x\_j + 1)(2), f\_j дельта\_j, f\_j дельта(2)\_x\_j, f\_j(дельта\_x\_j + 1)(2), вычисленные для каждого значения дельта\_x\_j, принятого за середину интервала, и проверяют правильность вычислений тождеством

$$\sum_{j=1}^m f_j (\delta_{x_j} + 1)^2 \equiv \sum_{j=1}^m f_j \delta_{x_j}^2 + 2 \sum_{j=1}^m f_j \delta_{x_j} + \sum_{j=1}^m f_j$$

"Тождество к пункту 4 приложения 1"

Значения дельта\_x\_m и S\_x вычисляют по преобразованным формулам (1) и (2):

Таблица 2

**Форма таблицы для расчета характеристик  $\delta_{x_m}$  и  $S_x$  в выборках объемом  $n \geq 30$**

№ п/п	$\delta x_j$	$\delta x_j^2$	$\delta x_j + 1$	$(\delta x_j + 1)^2$
1				
2				
3				
·				
·				
·				
$n$				
	$\sum_{i=1}^n \delta x_i =$	$\sum_{i=1}^n \delta x_i^2 =$		$\sum_{i=1}^n (\delta x_i + 1)^2 =$

"Форма таблицы для расчета характеристик дельта\_x\_m и S\_x в выборках объемом n >= 30"

$$= \frac{\sum_{j=1}^m f_j \delta x_j}{\sum_{j=1}^m f_j}; \quad (1a)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m f_j \delta x_j^2}{\sum_{j=1}^m f_j} - \delta x_m^2} \quad (2a)$$

"Формулы (1a) и (2a) к приложению 1"

подставляя в них соответствующие суммы чисел из таблицы.

После вычисления дельта\_x\_m и S\_x действительные отклонения ср.зн. дельта\_x\_j, выходящие за пределы интервалов, в которые попадают значения дельта\_x\_m +/- 3S\_x, исключают из гистограммы и [табл.3](#) как грубые ошибки, после чего уточняют значения дельта\_x\_m и S\_x.

5. На полученной гистограмме по характеристикам дельта\_x\_m и S\_x строят кривую нормального распределения. С этой целью в соответствии с [табл.4](#) вычисляют значения дельта и частоты f,

соответствующие нормальному распределению, и, отложив эти значения на вертикальной и горизонтальной шкале левой части табл.3, по полученным на гистограмме точкам с координатами дельта и f строят плавную кривую.

Таблица 3

Форма таблицы для построения гистограммы и расчета характеристик  $\delta_{x_m}$  и  $S_x$  в объединенной выборке

Центры интервалов распределения $\delta_{x_j}$ , мм	Частота отклонений в интервалах $f_j$												$f_j$	$\delta_{x_j}^2$	$\delta_{x_j+1}$	$(\delta_{x_j+1})^2$	$f_j \delta_{x_j}$	$f_j \delta_{x_j}^2$	$f_j (\delta_{x_j+1})^2$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								...
1	2												3	4	5	6	7	8	9	
$\delta_{x_j/\max}$																				
...																				
+1																				
0																				
-1																				
...																				
$\delta_{x_j/\min}$																				
													$\sum_{j=1}^m f_j =$	-	-	-	$\sum_{j=1}^m f_j \delta_{x_j} =$	$\sum_{j=1}^m f_j \delta_{x_j}^2 =$	$\sum_{j=1}^m f_j (\delta_{x_j+1})^2 =$	

"Форма таблицы для построения гистограммы и расчета характеристик дельта\_x\_m и S\_x в объединенной выборке"

Т а б л и ц а

$\delta$	$\delta_{x_m}$	$\delta_{x_m} \pm S_x$	$\delta_{x_m} \pm 2S_x$	$\delta_{x_m} \pm 3S_x$
$f$	$f_{\max}$	$\frac{5}{8} f_{\max}$	$\frac{1}{8} f_{\max}$	$\frac{1}{80} f_{\max}$

Значение  $f_{\max}$  определяют по формуле  $f_{\max} = \frac{\sum_{j=1}^m f_j}{S_x \sqrt{2\pi}}$ , а д  
отклонений конфигурации — по формуле  $f_{\max} = \frac{2 \sum_{j=1}^m f_j}{S_x \sqrt{2\pi}}$ .



6. При отсутствии на гистограмме резких отличий от построенной кривой (пиков распределения у ее границ, явно выраженных нескольких вершин и т.п.), по интервалам распределения, расположенным за пределами дельта  $\Delta x_m \pm tS_x$  при  $t = 2; 2,4$  и  $3$ , определяют сумму частот действительных отклонений  $m_t$

сумма  $W_j$ ,  
 $j=1 \dots j$

в процентах по формуле

$$\sum_{j=1}^{m_t} W_j = \frac{\sum_{j=1}^{m_t} f_j}{n} \cdot 100$$

где  $m_t$  — число интервалов за предела

"Формула к пункту 6 приложения 1"

Распределение считают приближающимся к нормальному, если найденные суммы частот не превышают соответствующих значений, приведенных в табл.5.

Таблица 5

t	2,0	2,4	3,0
сумма $W_j$ , %	12,5	8,6	5,55

7. Стабильность выборочного среднего отклонения дельта  $\Delta x_m$  и размахов  $R_x$  в серии мгновенных выборок проверяют условиями:

$$\Delta x_m - A_1 S_x \leq \Delta x_n \leq \Delta x_m + A_1 S_x ;$$

$$R_x \leq A_2 S_x ,$$

где

$A_1$  и  $A_2$  — коэффициенты, принимаемые по табл.6 в зависимости от объема мгновенных выборок  $n$ .

Таблица 6

n	$A_1$	$A_2$	n	$A_1$	$A_2$
5	1,34	4,89	8	1,06	5,25
6	1,22	5,04	9	1,00	5,34

7	1,13	5,16	10	0,95	5,43
---	------	------	----	------	------

При устойчивом технологическом процессе не менее 95% значений  $\delta x_m$  и  $R_x$  должны соответствовать указанным условиям.

8. Стабильность характеристик  $S_x$  и  $\delta x_m$  в серии выборок объемом  $n \geq 30$  проверяется вычислением показателей  $F_{\varepsilon}$  и  $t_{\varepsilon}$  по формулам:

$$F_{\varepsilon} = \frac{S_{x \max}^2}{S_{x \min}^2},$$

где

$S_{x \max}$  и  $S_{x \min}$  — соответственно наибольшее и наименьшее значения характеристики  $S_x$  в серии выборок;

Характеристики  $S_x$  и  $\delta x_m$  в серии выборок считаются стабильными, если  $F_{\varepsilon} \leq 1,5$ ,  $t_{\varepsilon} \leq 2,0$ .

$$t_{\varepsilon} = \frac{\delta x_{m \max} - \delta x_{m \min}}{\sqrt{S_{x1}^2 + S_{x2}^2}} \sqrt{n+1},$$

где  $\delta x_{m \max}$  и  $\delta x_{m \min}$  — соответственно наибольшее и наименьшие значения характеристики  $\delta x_m$  в серии выборок;  
 $S_{x1}$  и  $S_{x2}$  — значения характеристики  $S_x$  в серии выборок с характеристиками  $\delta x_{m \max}$  и  $\delta x_{m \min}$

"Формула к пункту 8 приложения 1"

Приложение 2  
Справочное

### Пример проверки статистической однородности технологического процесса

Необходимо произвести проверку статистической однородности технологического процесса изготовления панелей наружных стен. Анализируемый параметр - длина. Номинальные длины всех марок панелей находятся в интервале от 2500 до 4000 мм. Панели изготавливаются в горизонтальных формах, объем выпуска - 25 панелей в смену. Парк форм для изготовления панелей - 96 шт., каждая из которых имеет свои действительные внутренние размеры, влияющие на точность соответствующих размеров панелей. Подобный технологический процесс относится к процессам серийного производства.

1. Для составления выборки объемом  $n \geq 30$  изделий ежедневно в течение трех дней записывались действительные отклонения длины панелей, которые контролировались в соответствии с ГОСТ 11024-84 (по 5 изделий в каждую смену). Из накопленных 45 действительных отклонений были исключены пять отклонений длины изделий из форм, которые попали в контроль повторно.

Результаты измерений были округлены до целых значений в мм и занесены в [табл. 1](#), составленную по форме [табл.2 приложения 1](#), после чего в [табл.1](#) были выполнены необходимые вычисления.

Правильность заполнения таблицы в соответствии с [п.1 приложения 1](#) была проверена тождеством

$$\sum_{i=1}^n (\delta x_i + 1)^2 \equiv \sum_{i=1}^n \delta x_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \delta x_i + n,$$

"Тождество к пункту 1 приложения 2"

$$535 \equiv 369 + 2 \times 63 + 40,$$

после чего по формулам (1) и (2) определены

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta x_i^2}{n}} - \delta x_m = \sqrt{\frac{369}{40}} - 1,57^2 = 2,60 \text{ мм}$$

$$\text{дельта } x = \frac{\sum_{j=1}^n \text{сумма дельта } x_i}{n} = \frac{63}{40} = 1,57 \text{ мм};$$

"Формула к пункту 1 приложения 2"

Т а б л и ц а 1

№ п/п	$\delta x_i$	$\delta x_i^2$	$\delta x_i + 1$	$(\delta x_i + 1)^2$	№ п/п	$\delta x_i$	$\delta x_i^2$	$\delta x_i + 1$	$(\delta x_i + 1)^2$
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	+4	16	+5	25	22	+2	4	+3	9
2	-3	9	-2	4	23	+2	1	+2	4
3	1	1	0	0	24	+7	49	+8	64
4	+2	4	+3	9	25	+3	9	+4	16
5	-1	1	0	0	26	+2	4	+3	9
6	0	0	+1	1	27	+1	1	+2	4
7	-4	16	-3	9	28	0	0	+1	1
8	-1	1	0	0	29	+3	9	+4	16
9	+2	4	+3	9	30	+2	4	+3	9
10	+1	1	+2	4	31	0	0	+1	1
11	+4	16	+5	25	32	+5	25	+6	36
12	+1	1	+2	4	33	+6	36	+7	49
13	+1	1	+2	4	34	+2	4	+3	9
14	+3	9	+4	16	35	+1	1	+2	4
15	+2	4	+3	9	36	-3	9	-2	4
16	0	0	+1	1	37	+2	4	+3	9
17	+5	25	+6	36	38	+3	9	+4	16
18	+3	9	+4	16	39	+4	16	+5	25
19	+1	1	+2	4	40	-5	25	-4	16
20	+2	4	+3	9					
21	+6	36	+7	49					
						$\sum_{i=1}^{40} \delta x_i = 63$	$\sum_{i=1}^{40} \delta x_i^2 = 369$		$\sum_{i=1}^{40} (\delta x_i + 1)^2 = 535$

"Таблица 1 к приложению 2"

2. В течение последующих пяти месяцев в аналогичном порядке были образованы еще пять выборок того же объема  $n = 40$ , для каждой из которых были вычислены те же статистические характеристики дельта<sub>п</sub> и S<sub>х</sub>.

Сроки отбора выборок устанавливались таким образом, чтобы время между соседними выборками было больше, чем время формирования выборки.

Результаты вычислений статистических характеристик по всем выборкам приведены в табл.2.

Таблица 2

$$\sum_{j=1}^m f_j (\delta x_j + 1)^2 \equiv \sum_{j=1}^m f_j \delta x_j^2 + 2 \sum_{j=1}^m f_j \delta x_j + \sum_{j=1}^m f_j;$$

№ п/п	Месяц, год	n	дельта x, мм n	S, мм x
1	05.78 г.	40	1,57	2,60
1	06.78 г.	40	1,43	2,13
3	07.78 г.	40	0,92	2,22
4	08.78 г.	40	1,05	2,35
5	09.78 г.	40	1,36	2,18
6	10.78 г.	40	0,87	2,57

"Формула к пункту 2 приложения 2"

3. Из действительных отклонений во всех выборках были выбраны наибольшее дельта\_x\_j max = +10 мм и наименьшее дельта\_x\_j min = -7 мм значения и поле рассеяния между ними разделено на 18 интервалов по 1 мм с границами, равными 10,5; 9,5; 8,5; 7,5 мм и т.д. Центры интервалов, выраженные целыми числами (дельта\_x\_j = 10, 9, 8, 7 мм и т.д.), были занесены в графу 2 [табл.3](#).

Действительные отклонения дельта\_j из всех выборок были распределены по интервалам, после чего было подсчитано количество отклонений в каждом интервале (частоты), построена гистограмма и выполнены все промежуточные вычисления в таблице. Правильность заполнения таблицы в соответствии с [п.4 приложения 1](#) была проверена тождеством

$$2777 = 1935 + 2 \times 301 + 240.$$

Характеристики дельта\_x\_m и S\_x были вычислены по формулам (1а) и (2а) рекомендуемого приложения 1:

$$\delta_{x_m} = \frac{\sum_{j=1}^m f_j \delta x_j}{\sum_{j=1}^m f_j} = \frac{301}{240} = 1,254 \text{ мм};$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m f_j \delta x_j^2}{\sum_{j=1}^m f_j} - \delta_{x_m}^2} = \sqrt{\frac{1935}{240} - 1,254^2} = 2,54 \text{ мм}.$$

"Формулы к пункту 3 приложения 2"

Далее вычислены значения

$$\delta_{x_m} + 3S_x = 8,87 \text{ мм};$$

$$\delta_{x_m} - 3S_x = -6,36 \text{ мм}.$$

Отклонения, вышедшие за пределы, ограниченные вычисленными значениями и равные +10 мм, +9 мм и -7 мм, были исключены из объединенной выборки как грубые ошибки, после чего в двух последних графах [табл.3](#) были произведены соответствующие вычисления, определены новые значения сумм

$$\sum_{j=1}^m f_j \delta x_j$$

$$\sum_{j=1}^m f_j \delta x_j$$

$$\sum_{j=1}^m f_j \delta x_j^2$$

уточнены характеристики

$$\delta_{x_m} = \frac{289}{237} = 1,22 \sim 1,2 \text{ мм};$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^m x_j^2 - \bar{x}^2} = \sqrt{1,202 - 1,202^2} = 2,397 \sim 2,4 \text{ мм.}$$

4. Для построения на чертеже гистограммы кривой нормального распределения в соответствии с [п.4 приложения 1](#) были вычислены координаты точек кривой - отклонения дельта и соответствующие им частоты f.

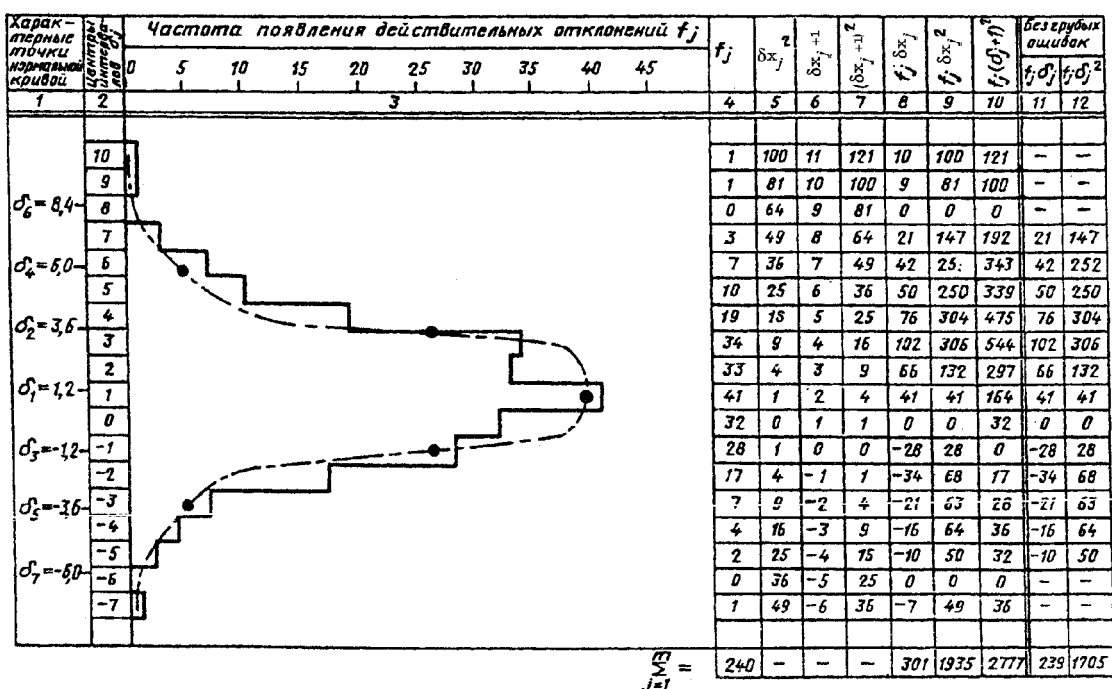
По полученным координатам дельта и f на гистограмме были найдены характеристики точки, по которым была построена теоретическая кривая нормального распределения.

Очертания гистограммы практически можно считать совпадающими с кривой нормального распределения.

Для завершения проверки по гистограмме были суммированы частоты f<sub>j</sub> по интервалам, расположенным за границами дельта<sub>x\_m</sub> + tS<sub>x</sub> при t = 2,0; 2,4; 3,0, и определены соответствующие им суммы частостей.

Таблица 3

Гистограмма действительных отклонений и таблица расчета статистических характеристик



"Гистограмма действительных отклонений и таблица расчета статистических характеристик"

Т а б л и ц а 4

Границы $\delta_{x_m} \pm tS_x$	Сумма частот $\sum_{j=1}^{m_i} f_j$ за границами	Сумма частостей, % $\sum_{j=1}^{m_i} W_j = \frac{\sum_{i=1}^{m_i} f}{n} \cdot 100$	Допустимые суммы частостей по табл. 5 приложе- ния 1
$t = 3,0; 1,2 \pm 7,2$ мм	3	$\frac{3}{240} \cdot 100 = 1,2658$	5,55
$t = 2,4; 1,2 \pm 5,8$ мм	8	$\frac{8}{240} \cdot 100 = 3,3755$	8,60
$t = 2,0; 1,2 \pm 4,8$ мм	19	$\frac{19}{240} \cdot 100 = 8,0168$	12,50

дельта <sub>1</sub> = дельта x = 1,2 мм m	$f_1 = f_{\max} = \frac{237}{2,2 \text{ кв. корень } 2 \text{ пи}} = 39,5$
дельта <sub>2</sub> = дельта x + S = 1,2 + 2,4 = 3,6 мм m x	$f_{2,3} = - f_8 = 24,68$
дельта <sub>3</sub> = дельта x - S = 1,2 - 2,4 = -1,2 мм m x	
дельта <sub>4</sub> = дельта x + 2S = 1,2 + 4,8 = 6,0 мм m x	$f_{4,5} = - f_8 = 4,93$
дельта <sub>5</sub> = дельта x - 2S = 1,2 - 4,8 = -3,6 мм m x	
дельта <sub>6</sub> = дельта x + 3S = 1,2 + 7,2 = 8,4 мм m x	$f_{6,7} = - f_8 = 0,49$
дельта <sub>7</sub> = дельта x - 3S = 1,2 - 7,2 = -6,0 мм m x	

"Таблица 4 к приложению 2"

Сравнение сумм частостей в табл. 4 и с допустимыми значениями в [табл.5 приложения 1](#) показывает, что исследуемое распределение можно считать приближающимся к нормальному.

5. Для проверки стабильности характеристик  $S_x$  из [табл.2](#) были выбраны наибольшее и наименьшее значения  $S_x \max = 2,6$  мм и  $S_x \min = 2,13$  мм, и вычислена характеристика

$$F = \frac{S_x \max^2}{S_x \min^2} = \frac{2,60^2}{2,13^2} = \frac{6,76}{4,53} = 1,49.$$

Характеристика  $S_x$  в серии выборок стабильна, так как  $F_{\text{э}} = 1,49 < 1,50$  (см. [п.8 приложения 1](#)).

Для проверки стабильности характеристики  $\delta x_m$  из [табл.2](#) были выбраны наибольшее и наименьшее значения  $\delta x_m \max = 1,57$  мм и ср.зн.  $\delta x_m \min = 0,87$  мм, соответствующие им значения  $S_{x_1} = 2,6$  мм и  $S_{x_2} = 2,57$  и вычислена характеристика

$$t_{\text{э}} = \frac{\delta x_{m \max} - \delta x_{m \min}}{\sqrt{S_{x_1}^2 + S_{x_2}^2}} \sqrt{n-1} = \frac{1,57 - 0,87}{\sqrt{2,6^2 + 2,57^2}}$$

"Формула к пункту 5 приложения 2"

Характеристика  $\delta x_m$  в серии выборок стабильна, так как  $t_{\text{э}} = 1,26 < 2$  (см. [п.8 приложения 1](#)).

6. На основании проверки технологический процесс изготовления панелей наружных стен по параметру "длина панелей" можно считать статистически однородным.

Так как систематическая погрешность, равная найденному выборочному среднему отклонению  $\delta x_m = 1,2$  мм, превышает значение

$$1,643 \frac{S_x}{\sqrt{n}} = \frac{1,643 \times 2,4}{\sqrt{237}} = 0,256 \text{ мм},$$

то в соответствии с [п.4.7](#) настоящего стандарта, она должна быть устранена регулированием внутренних размеров форм

7. Для определения класса точности по длине панелей в соответствии с [п.5.2](#) настоящего стандарта определяем значение

$$2t_s = 2 \times 2,1 \times 2,4 = 10,1 \text{ мм}.$$

Значение  $t = 2,1$  принято по таблице [п.5.2](#) настоящего стандарта для приемочного уровня дефектности AQL = 4,0%, выбранного по ГОСТ 23616-79.

В соответствии с [табл.1](#) ГОСТ 21779-82 ближайшее большее значение допуска для интервала номинальных размеров от 2500 до 4000 мм равняется 10 мм, что соответствует 5-му классу точности.

По [формуле \(7\)](#) настоящего стандарта вычисляем значение

$$h = \frac{\delta x - 2t_s}{\delta x} = \frac{10 - 10,1}{10} = -0,01.$$



