ГОСТ 23615-79\*

(СТ СЭВ 5061-85)

УДК 69.001.2:006.354 Группа Ж02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Система обеспечения точности геометрических

параметров в строительстве

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ

System for ensuring the accuracy of geometrical parameters

in construction. Statistical analysis of accuracy

Дата введения 1980-01-01

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 12 апреля 1979 г. N 55.

ПЕРЕИЗДАНИЕ. Июнь 1992г. с Изменением № 1, утвержденным в июне 1986 г. (ИУС-11-86).

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.

Применяемые в стандарте термины по статистическому анализу и контролю соответствуют приведенным в ГОСТ 15895-77.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 5061-85.

**(Измененная редакция, Изм. N 1).**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Статистическим анализом устанавливают закономерность 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 СТ СЭВ 2835-80 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 СТ СЭВ 2835-80 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.

1.2 -1.5 **(Измененная редакция, Изм. N 1).**

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.

**(Измененная редакция, Изм. N 1).**

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 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 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 30 закрепленных в натуре ориентиров или элементов, установленных на одном или нескольких монтажных горизонтах.

2.4, 2.5 **(Измененная редакция, Изм. N 1).**

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 в выборках малого объема и в объединенной выборке вычисляют по формуле

 (1)

где - действительное отклонение;

- объем выборки.

3.3. Выборочное среднее квадратическое отклонение в выборках малого объема 30 единицам и в объединенной выборке вычисляют по формуле

 (2)

В случаях, когда выборочное среднее отклонение в соответствии с примечанием к п.3.1 не вычисляют, значение в формуле (2) принимают равным нулю.

3.4. Размахи действительных отклонений параметра определяют в выборках малого объема из 510 единицам по формуле

 (3)

где и -наибольшие и наименьшие значения в выборке.

3.1 -3.4 **(Измененная редакция, Изм. N 1).**

3.5. Порядок расчета статистических характеристик приведен в рекомендуемом приложении 1.

3.6. В качестве статистических характеристик точности процесса принимают значения и в объединенной выборке, если результаты проведенной в соответствии с разд.4 проверки подтвердили статистическую однородность процесса.

Значения и в выборках малого объема используют при проверке однородности процесса.

**(Измененная редакция, Изм. N 1).**

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 , значение которого характеризует систематические погрешности прогресса;

стабильность выборочного среднего квадратического отклонения или размаха , значения которых характеризуют случайные погрешности прогресса.

4.2. Согласие распределения действительных отклонений параметра с теоретическим устанавливают по нормативно-технической документации.

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 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.

4.1-4.3 **(Измененная редакция, Изм. N 1).**

4.4. **(Исключен, Изм.N 1).**

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

Пример проверки приведен в приложении 2.

**(Измененная редакция, Изм. N 1).**

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, должна быть устранена регулированием.

**(Измененная редакция, Изм. N 1).**

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

 (4)

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

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



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| , % | 0,25 | 1,5 | 4,0 | 10,0 |
|  | 3,0 | 2,4 | 2,1 | 1,6 |

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

 (5)

где - выборочное среднее квадратическое отклонение, определяемое для статиcтически однородного процесса в случайных выборках объемом не менее 30 единиц.

5.1-5.3 **(Измененная редакция, Изм. N1).**

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

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

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

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*

*Рекомендуемое*

ПОРЯДОК РАСЧЕТА

статистических характеристик и проверки статистической однородности

процесса упрощенным способом

1. Действительные отклонения в выборках объемом 510 единиц заносят в хронологическом порядке в табл. 1.

Характеристики и вычисляют по формулам (1) и (3) настоящего стандарта.

Таблица 1

Форма таблицы для расчета характеристик и в мгновенных

выборках объемом 510



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата измерений  |  |  |  |  |  |
| Номер выборки | 1 | 2 | 3 | ... | ... |
|  |  = 1 2 3 4 . . .  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

2. Действительные отклонения в каждой из выборок объема 30 единицам заносят в табл. 2.

Таблица 2

Форма таблицы для расчета характеристик и

в выборках объемом 30



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п |  |  |  |  |
| 123.. |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

В каждой строчке вычисляют значения , , , складывают результаты вычислений по каждой графе и проверяют их правильность тождеством.

Характеристики и вычисляют по формулам (1) и (2), подставляя в них подсчитанные по табл.2 значения и .

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 (1, 2, 3, ..., - количество интервалов).

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

Таблица 3

Форма таблицы для построения гистограммы и расчета характеристик и в объединенной выборке



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Центры интервалов распределения  | Частота отклонений в интервалах  |  |  |  |  |  |   |  |
| ,мм | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | ... |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| +1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| -1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | - | - | - |  |  |  |

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

В правую часть табл. 3 заносят значения **, , , , , ,** вычисленные для каждого значения , принятого за середину интервала, и проверяют правильность вычислений тождеством

Значения и вычисляют по преобразованным формулам (1) и (2):

 (1а)

 (2а)

подставляя в них соответствующие суммы чисел из таблицы.

После вычисления и действительные отклонения , выходящие за пределы интервалов, в которые попадают значения , исключают из гистограммы и табл. 3 как грубые ошибки, после чего уточняют значения и .

5. На полученной гистограмме по характеристикам и строят кривую нормального распределения. С этой целью в соответствии с табл.4 вычисляют значения и частоты , соответствующие нормальному распределению, и, отложив эти значения на вертикальной и горизонтальной шкале левой части табл.3, по полученным на гистограмме точкам с координатами и строят плавную кривую.

Таблица 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Значение определяют по формуле , а для отклонений конфигурации - по формуле .

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 при 2; 2,4 и 3 определяют сумму частостей действительных отклонений в процентах по формуле

где - число интервалов за пределами .

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

Таблица 5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 2,0 | 2,4 | 3,0 |
|  | 12,5 | 8,6 | 5,55 |

7. Стабильность выборочного среднего отклонения и размахов в серии мгновенных выборок проверяют условиями:

где и - коэффициенты, принимаемые по табл.6 в зависимости от объема мгновенных выборок .

Таблица 6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 5 | 1,34 | 4,89 |
| 6 | 1,22 | 5,04 |
| 7 | 1,13 | 5,16 |
| 8 | 1,06 | 5,25 |
| 9 | 1,00 | 5,34 |
| 10 | 0,95 | 5,43 |

При устойчивом технологическом процессе не менее 95% значений и должны соответствовать указанным условиям.

8. Стабильность характеристик и в серии выборок объемом 30 проверяется вычислением показателей и по формулам:

где и - соответственно наибольшее и наименьшее значения характеристики в серии выборок;

где и - соответственно наибольшее и наименьшее значения характеристики в серии выборок;

 и - значения характеристики в выборках с характеристиками и .

Характеристики и в серии выборок считаются стабильными, если 1.5, 2,0.

1-8 **(Измененная редакция, Изм. N 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 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.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | +4 | 16 | +5 | 25 |
| 2 | -3 | 9 | -2 | 4 |
| 3 | -1 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | +2 | 4 | +3 | 9 |
| 5 | -1 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | +1 | 1 |
| 7 | -4 | 16 | -3 | 9 |
| 8 | -1 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | +2 | 4 | +3 | 9 |
| 10 | +1 | 1 | +2 | 4 |
| 11 | +4 | 16 | +5 | 25 |
| 12 | +1 | 1 | +2 | 4 |
| 13 | +1 | 1 | +2 | 4 |
| 14 | +3 | 9 | +4 | 16 |
| 15 | +2 | 4 | +3 | 9 |
| 16 | 0 | 0 | +1 | 1 |
| 17 | +5 | 25 | +6 | 36 |
| 18 | +3 | 9 | +4 | 16 |
| 19 | +1 | 1 | +2 | 4 |
| 20 | +2 | 4 | +3 | 9 |
| 21 | +6 | 36 | +7 | 49 |
| 22 | +2 | 4 | +3 | 9 |
| 23 | +2 | 1 | +2 | 4 |
| 24 | +7 | 49 | +8 | 64 |
| 25 | +3 | 9 | +4 | 16 |
| 26 | +2 | 4 | +3 | 9 |
| 27 | +1 | 1 | +2 | 4 |
| 28 | 0 | 0 | +1 | 1 |
| 29 | +3 | 9 | +4 | 16 |
| 30 | +2 | 4 | +3 | 9 |
| 31 | 0 | 0 | +1 | 1 |
| 32 | +5 | 25 | +6 | 36 |
| 33 | +6 | 36 | +7 | 49 |
| 34 | +2 | 4 | +3 | 9 |
| 35 | +1 | 1 | +2 | 4 |
| 36 | -3 | 9 | -2 | 4 |
| 37 | +2 | 4 | +3 | 9 |
| 38 | +3 | 9 | +4 | 16 |
| 39 | +4 | 16 | +5 | 25 |
| 40 | -5 | 25 | -4 | 16 |
|   |  |  |  |   |  |

Правильность заполнения таблицы в соответствии с п. 1 приложения 1 была проверена тождеством

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

2. В течение последующих пяти месяцев в аналогичном порядке были образованы еще пять выборок того же объема 40, для каждой из которых были вычислены те же статистические характеристики и .

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п\п | Месяц, год |  |  |  |
| 1 | 05.78 | 40 | 1,57 | 2,60 |
| 2 | 06.78 | 40 | 1,43 | 2,13 |
| 3 | 07.78 | 40 | 0,92 | 2,22 |
| 4 | 08.78 | 40 | 1,05 | 2,35 |
| 5 | 09.78 | 40 | 1,36 | 2,18 |
| 6 | 10.78 |  | 0,87 | 2,57 |

3. Из действительных отклонений во всех выборках были выбраны наибольшее мм и наименьшее 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 ( 10, 9, 8, 7 мм и т.д.), были занесены в графу 2 табл. 3.

Таблица 3

Гистограмма действительных отклонений и таблица расчета статистических характеристик



Действительные отклонения 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

;

Характеристики и были вычислены по формулам (1а) и (2а) рекомендуемого приложения 1:

Далее вычислены значения

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 и и уточнены характеристики

4. Для построения на чертеже гистограммы кривой нормального распределения в соответствии с п. 4 приложения 1 были вычислены координаты точек кривой - отклонения и соответствующие им частоты .



|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

По полученным координатам и на гистограмме были найдены характерные 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 по интервалам, расположенным за границами при 2,0; 2,4; 3,0 и определены соответствующие им суммы частостей.

Сравнение сумм частостей в табл. 4 с допустимыми значениями в табл. 5 приложения 1 показывает, что исследуемое распределение можно считать приближающимся к нормальному.

Таблица 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Границы | Cумма частотза границами | Сумма частостей | Допустимые суммы частостей по табл.5 приложения 1 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

5. Для проверки стабильности характеристики из табл. 2 были выбраны наибольшее и наименьшее значения мм и мм и вычислена характеристика

Характеристика в серии выборок стабильна, так как 1,49 < 1,50 (см. п. 8 приложения 1).

Для проверки стабильности характеристики из табл. 2 были выбраны наибольшее и наименьшее значения мм и мм, соответствующие им значения мм и , и вычислена характеристика

Характеристика в серии выборок стабильна, так как 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 =1,2 мм, превышает значениемм, 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

Значение 2,1 принято по таблице п.5.2 настоящего стандарта для приемочного уровня дефектности 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 (5) настоящего стандарта вычисляем значение

В соответствии с п. 5.4 настоящего стандарта можно сделать вывод, что запас точности отсутствует, так как 0,01 < 0,14.

**1-7 (Измененная редакция, Изм. N 1).**