ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 12491—2011

МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ СТРОИТЕЛЬНЫЕ

Статистические методы контроля качества

ISO 12491:1997
Statistical methods for quality control of building materials and components
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2011

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Некоммерческим партнерством «Производители современной минеральной изоляции «Росизол»» на основе аутентичного перевода на русский язык указанного в пункте 4 международного стандарта, выполненного Открытым акционерным обществом «Центр методологии нормирования и стандартизации в строительстве» (ОАО «ЦНС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 апреля 2011 г. № 48-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 12491:1997 «Статистические методы контроля качества строительных материалов и изделий» (ISO 1249:1997 «Statistical methods for quality control of building materials and components»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (пункт 3.5).

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной сети общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

Содержание

Введение

Контроль качества строительных материалов и изделий является неотъемлемой частью системы обеспечения надежности конструкций зданий и сооружений.

Применение статистических методов позволяет обеспечить эффективность, результативность и экономичность контроля качества и испытаний, особенно в случае дорогостоящих испытаний, связанных с разрушающими методами.

Описанные в настоящем стандарте методы включают в себя преимущественно классические статистические методы, представляющие интерес для всех участников строительного процесса.

Настоящий стандарт подготовлен на основе международного стандарта ИСО 12491:1997 «Статистические методы контроля качества строительных материалов и изделий», разработанного подкомитетом 2 «Надежность конструкций» Технического комитета ИСО/ТК 98 «Основы расчета конструкций».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ СТРОИТЕЛЬНЫЕ

Статистические методы контроля качества

Building materials and components. Statistical methods for quality control

Дата введения — 2012—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на строительные материалы и изделия и устанавливает общие принципы применения статистических методов контроля качества строительных материалов и изделий, предназначенных для всех видов зданий и сооружений, которые уже построены или находятся в стадии строительства, независимо от вида и сочетания используемых материалов, например, бетон, сталь, дерево, кирпич, в соответствии с требованиями безопасности и эксплуатационной пригодности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие международные стандарты:

ИСО 2394:1998 Общие принципы обеспечения надежности конструкций (ISO 2394:1998 «General principles on reliability for structures»)

ИСО 3534-1:1993[1] Статистика — Словарь и условные обозначения — Часть 1: Вероятность и общие статистические термины (ISO 3534-1:1993 «Statistics — Vocabulary and symbol — Part 1: Probability and general statistical terms»)

ИСО 3534-2:1993[2] Статистика — Словарь и условные обозначения — Часть 2: Статистическое управление качеством (ISO 3534-2:1993 «Statistics — Vocabulary and symbol — Part 2: Statistical quality control»)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины в соответствии с ИСО 3534-1 и ИСО 3534-2, а также следующие термины с соответствующими определениями.

Примечание — Термины и определения к ним приведены в порядке их применения в тексте настоящего стандарта. Термины с указанием номеров подразделов и пунктов, в которых они применяются, приведены в алфавитном указателе.

3.1 **контроль качества** (quality control): Технологические процедуры и технические средства, используемые для проверки выполнения требований к качеству продукции.

3.2 **статистическое управление качеством** (statistical quality control): Часть контроля качества, в рамках которой применяют статистические методы (например, оценка и проверка параметров распределения, выборочный контроль).

3.3 **единица (продукции)** (unit): Определенное количество строительного материала, изделие, элемент или часть здания, сооружения, которые можно рассматривать и испытывать самостоятельно.

3.4 **совокупность** (population): Множество рассматриваемых единиц продукции.

---

[1] Заменен. Действует ИСО 3534-1:2006.

[2] Заменен. Действует ИСО 3534-2:2006.

Издание официальное

3.5 **случайная величина** [(random) variable] ***X*:** Переменная, которая может принимать любое значение из заданного множества значений и с которой связано распределение вероятностей.

Примечание — Случайную величину, которая может принимать только отдельные значения, называют дискретной. Случайную величину, которая может принимать любые значения из ограниченного или неограниченного интервала, называют непрерывной.

3.6 **распределение (вероятностей)** [(probability) distribution]: Функция, определяющая вероятность того, что случайная величина X примет заданное значение (в случае дискретной переменной) или будет принадлежать заданному множеству значений (в случае непрерывной переменной).

3.7 **функция распределения** (distribution function) ***F*(*x*):** Функция, задающая для любого значения x вероятность того, что случайная величина X будет меньше или равна x:

$$\Pi(x) = P_r(X \le x).$$

3.8 **плотность распределения (вероятностей)** [(probability density function] ***f*(*x*):** Первая производная, если она существует, функции распределения непрерывной случайной величины

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}.$$

3.9 **параметр (совокупности)** [(population) parameter]: Величина, используемая в описании распределения вероятностей случайной величины.

3.10 **квантиль** (fractile) $\boldsymbol{x_p}$**:** Для непрерывной случайной величины X и действительного числа p, принимающего значения в интервале от 0 до 1 p-квантиль, — значение случайной величины X, для которого функция распределения равна p, т. е. x_p является p-квантилем, если $P_r(X \le x_p) = p$.

3.11 **математическое ожидание (совокупности)** [(population) mean] $\boldsymbol{\mu}$**:** Для непрерывной случайной величины X с плотностью распределения $f(x)$ математическое ожидание (среднее) равно интегралу от x по области определения переменной X:

$$\mu = \int x f(x) dx.$$

3.12 **дисперсия (совокупности)** (population) variance $\boldsymbol{\sigma^2}$**:** Для непрерывной случайной величины X с плотностью распределения $f(x)$ дисперсия равна интегралу по области определения случайной величины X от квадрата стандартизованной случайной величины

$$\sigma^2 = \int (x - \mu)^2 f(x) dx.$$

3.13 **среднеквадратическое отклонение (совокупности), стандартное отклонение (совокупности)** [(population) standard deviation] $\boldsymbol{\sigma}$**:** Положительный квадратный корень из дисперсии совокупности σ^2.

3.14 **стандартизованная случайная величина** (standardized variable): Случайная величина, математическое ожидание которой равно нулю, а среднеквадратическое отклонение — единице.

Если случайная величина X имеет математическое ожидание μ, а среднеквадратическое отклонение — σ, то соответствующая стандартизованная случайная величина имеет вид $(X - \mu)/\sigma$.

Примечание — Распределение стандартизованной случайной величины называют «стандартным распределением».

3.15 **нормальное распределение** (normal distribution): Распределение вероятностей непрерывной случайной величины X, плотность распределения которой для $-\infty < x < +\infty$ принимает действительное значение

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right].$$

3.16 **логарифмически нормальное распределение** (log-normal distribution): Распределение вероятностей непрерывной случайной величины X, которая может принимать любые значения от x_0 до $+\infty$ или от $-\infty$ до x_0. В первом случае, наиболее часто встречающемся, плотность распределения имеет вид

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sigma_Y\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x - x_0) - \mu_Y}{\sigma}\right)^2\right],$$

где $x \geq x_0$;

μ_Y и σ_Y — соответственно математическое ожидание (среднее) и среднеквадратическое отклонение случайной величины $Y = \ln (X - x_0)$.

Во втором случае, встречающемся реже, выражения в скобках $(X - x_0)$ и $(x - x_0)$ должны быть заменены на противоположные $(x_0 - X)$ и $(x_0 - x)$. При этом случайная величина Y имеет нормальное распределение.

3.17 **случайная выборка** [(random) sample]: Одна или более единиц продукции, взятых из совокупности так, что каждая единица совокупности имеет одинаковую вероятность быть отобранной в выборку.

3.18 **объем (выборки)** (sample size) $\boldsymbol{n}$**:** Число выборочных единиц в выборке.

3.19 **выборочное среднее** (sample mean) $\bar{x}$: Сумма n значений x_i выборочных единиц, деленная на объем выборки n

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum x_i .$$

3.20 **выборочная дисперсия** (sample variance) $\boldsymbol{s^2}$**:** Сумма n квадратов отклонений от выборочного среднего $\bar{x}$, деленная на разность объема выборки n и 1

$$s^2 = \frac{1}{n-1}\sum (x_i - \bar{x})^2.$$

3.21 **выборочное среднеквадратическое отклонение (выборочное стандартное отклонение)** (sample standard deviation) $\boldsymbol{s}$**:** Положительный квадратный корень из выборочной дисперсии s^2.

3.22 **определение оценки, оценивание** (estimation): Процедура определения на основе выборочных данных числовых значений параметров распределения, принятого в качестве статистической модели совокупности, из которой отобрана выборка.

3.23 **оценка** (estimator): Функция выборочных значений, используемая для определения значений параметра совокупности.

3.24 **значение оценки** (estimate): Значение параметра, полученное в результате процедуры определения оценки.

3.25 **доверительная вероятность** (confidence level) γ**:** Заданное значение вероятности, соответствующей доверительному интервалу*.

Примечание — В ИСО 3534-1 принято обозначение $(1 - \alpha)$.

3.26 **двусторонний доверительный интервал** (two-sided confidence level): Если T_1 и T_2 — две функции от наблюдаемых значений таких, что для оценки параметра распределения совокупности θ вероятность $P_r (T_1 \leq \theta \leq T_2)$ равна γ (где γ – константа положительная и меньше 1), то интервал между T_1 и T_2 является двусторонним доверительным интервалом для θ с доверительной вероятностью γ.

3.27 **односторонний доверительный интервал** (one-sided confidence level): Если T — функция от наблюдаемых значений такова, что для оценки параметра распределения совокупности θ вероятность $P_r (T \geq \theta)$ или вероятность $P_r (T \leq \theta)$ равна γ (где γ — положительная константа и меньше 1), то интервал от наименьшего возможного значения θ до T или интервал от T до наибольшего возможного значения θ является односторонним доверительным интервалом для θ с доверительной вероятностью γ.

3.28 **выбросы** (outliers): Наблюдения в выборке, значительно отличающиеся от остальных наблюдений по величине, когда можно предположить, что эти наблюдения принадлежат другой совокупности.

3.29 **(статистический) критерий** [(statistical) test]: Статистическая процедура, предназначенная для решения о принятии или отклонении гипотезы о распределении одной или нескольких совокупностей.

3.30 **(статистическая) гипотеза** [(statistical) hypothesis]: Утверждение относительно распределения совокупности, которое принимают или отклоняют на основе данных выборки в соответствии со статистическим критерием.

---

* Вероятность того, что доверительный интервал накроет истинное значение оцениваемого параметра.

3.31 **уровень значимости** (significance level) α: Заданное значение, представляющее собой верхний предел вероятности отвергнуть статистическую гипотезу, когда эта гипотеза верна.

3.32 **число степеней свободы** (number of degrees of freedom) ν: В общем случае число слагаемых за вычетом числа ограничений, налагаемых на них.

3.33 **χ^2-распределение** (χ^2-distribution): Распределение вероятностей непрерывной случайной величины, принимающей значения от 0 до + ∞, плотность распределения которой имеет вид

$$f(\chi^2;\nu) = \frac{(\chi^2)^{(\nu/2)^{-1}}}{2^{(\nu/2)}\Gamma(\nu/2)}\exp\left(-\frac{\chi^2}{2}\right), [\leftarrow \chi^2, \Gamma, \nu],$$

где $\chi^2 \geq 0$ с числом степеней свободы, ν = 1, 2, 3,...;

Γ — гамма-функция.

3.34 **t-распределение*** (t-distribution): Распределение вероятностей непрерывной случайной величины t, принимающей значения от $-\infty$ до $+\infty$, плотность распределения которой имеет вид

$$f(t;\nu) = \frac{1}{\sqrt{\pi\nu}}\frac{\Gamma[(\nu+1)/2]}{\Gamma(\nu/2)}\frac{1}{(1+t^2/\nu)^{(\nu+1)/2}},$$

где $-\infty < t < +\infty$ с числом степеней свободы ν = 1, 2, 3,...;

Γ — гамма-функция.

3.35 **нецентральное t-распределение** (noncentral t-distribution): Распределение вероятностей непрерывной случайной величины t, принимающей значения от $-\infty$ до $+\infty$, плотность распределения которой имеет вид

$$f(t;\nu,\delta) = \frac{1}{\sqrt{\pi\nu}}\frac{1}{2^{(\nu-1)/2}\Gamma(\nu/2)(1+t^2/\nu)^{(\nu+1)/2}}\exp\left(-\frac{\nu\delta^2}{2(\nu+t^2)}\right)\int_0^\infty z^\nu \exp\left(-\frac{1}{2}\left(z-\frac{\delta t}{\sqrt{\nu+t^2}}\right)^2\right)dz,$$

где $-\infty < t < +\infty$ с числом степеней свободы ν и параметром нецентральности δ.

3.36 **F-распределение** (F-distribution): Распределение вероятностей непрерывной случайной величины F, принимающей значения от 0 до $+\infty$, плотность распределения которой имеет вид

$$f(F;\nu_1,\nu_2) = \frac{\Gamma[(\nu_1+\nu_2)/2]}{\Gamma(\nu_1/2)\Gamma(\nu_2/2)}(\nu_1)^{\nu_1/2}(\nu_2)^{\nu_2/2}\frac{F^{(\nu_1/2)-1}}{(\nu_1 F+\nu_2)^{(\nu_1+\nu_2)/2}},$$

где $F \geq 0$ — параметр с числами степеней свободы ν_1, ν_2; ν_1 = 1, 2, 3,...; ν_2 = 1, 2, 3,...;

Γ — гамма-функция.

3.37 **партия** (lot): Определенное число единиц продукции, изготовленных в одно время и при условиях, которые можно считать постоянными.

Примечание — При статистическом контроле качества продукции в строительстве партию рассматривают как серию продукции и считают ее совокупностью продукции.

3.38 **отдельная партия** (isolated lot): Партия, выделенная из последовательности партий, в которой она была произведена или собрана, и не составляющая части текущей последовательности проверяемых партий.

Примечание — При статистическом контроле качества в строительстве партии обычно рассматривают как отдельные партии.

3.39 **соответствующая единица** (conforming unit): Единица продукции, которая соответствует всем установленным требованиям.

3.40 **несоответствующая единица** (nonconforming unit): Единица продукции, имеющая, по крайней мере, хотя бы одно несоответствие, т. е. не соответствующая установленным требованиям хотя бы по одной контролируемой характеристике.

3.41 **выборочный контроль** (sampling inspection): Контроль, при котором решение о приемке или отклонении партии принимают на основе результатов контроля выборки, отобранной из этой партии.

---

* Распределение Стьюдента.

3.42 **выборочный контроль по количественному признаку** (sampling inspection by variables): Метод выборочного контроля, предусматривающий измерение количественной характеристики качества X для каждой единицы выборки.

3.43 **выборочный контроль по альтернативному признаку** (sampling inspection by attributes): Метод выборочного контроля, основанный на делении единиц продукции в выборке на соответствующие и несоответствующие.

3.44 **план выборочного контроля** (sampling plan): План, в соответствии с которым из партии в установленном порядке отбирают одну или несколько выборок для получения информации и принятия решения о приемке данной партии.

Примечание — План выборочного контроля по количественному признаку включает в себя объем выборки n и приемочные показатели k_σ, k_s, план выборочного контроля по альтернативному признаку также включает в себя объем выборки n и приемочное число Ac.

3.45 **кривая оперативной характеристики (кривая ОС)** [operating characteristic (OC curve)]: Кривая, показывающая для данного плана выборочного контроля вероятность выполнения критерия приемки в зависимости от уровня качества партии.

3.46 **поставщик (изготовитель)** (producer): Любой участник строительного процесса, поставляющий партию продукции для дальнейшей ее переработки или использования.

3.47 **потребитель** (consumer): Участник строительного процесса, приобретающий партию продукции для дальнейшей ее переработки или использования.

3.48 **точка риска поставщика (изготовителя) PRP** (producer's risk point PRP): Точка на кривой оперативной характеристики, соответствующая предварительно установленной и, как правило, низкой вероятности отклонения партии.

Примечание — Данная вероятность является риском поставщика (PR) при рассмотрении отдельной партии.

3.49 **точка риска потребителя CRP** (consumer's risk point CRP): Точка на кривой оперативной характеристики, соответствующая предварительно установленной и, как правило, низкой вероятности приемки партии.

Примечание — Данная вероятность является риском потребителя (CR) при рассмотрении отдельной партии.

3.50 **риск поставщика PR** (producer's risk, PR): Для данного плана выборочного контроля вероятность отклонения партии, когда характеристика качества партии имеет значение, признаваемое в соответствии с планом приемлемым.

Примечание — Данное значение характеристики качества является качеством, связанным с риском поставщика (PRQ) при рассмотрении отдельной партии.

3.51 **риск потребителя CR** (consumer's risk, CR): Для данного плана выборочного контроля вероятность приемки партии, когда характеристика качества этой партии имеет значение, признаваемое в соответствии с планом неудовлетворительным.

Примечание — Данное значение характеристики качества является качеством, связанным с риском потребителя (CRQ) при рассмотрении отдельной партии.

3.52 **качество, связанное с риском поставщика PRQ** (producer's risk quality, PRQ): Уровень качества партии, который соответствует заданному риску поставщика (PR) в соответствии с планом выборочного контроля отдельной партии.

Примечание — В случае непрерывного контроля вместо качества, связанного с риском поставщика (PRQ), применяют предельно допустимый уровень несоответствия (AQL).

3.53 **качество, связанное с риском потребителя CRQ** (consumer's risk quality, CRQ): Уровень качества партии, который соответствует заданному риску потребителя (CR) в соответствии с планом выборочного контроля отдельной партии.

Примечание — В случае непрерывного контроля вместо качества, связанного с риском потребителя (CRQ), применяют предельный уровень качества (LQL).

3.54 **приемочные показатели (константы)** (acceptance constants) k_σ, k_s: Показатели плана выборочного контроля по количественному признаку, применяемые в качестве критерия приемки партии.

Примечание — Константы k_σ и k_s применяют также в качестве коэффициентов при определении оценок квантилей совокупности.

3.55 **приемочное число Ac** (acceptance number Ac): При выборочном контроле по альтернативному признаку наибольшее число несоответствующих единиц продукции в выборке, позволяющее принять партию в соответствии с установленным планом контроля.

3.56 **нижняя граница поля допуска** (lower specification limit) ***L*:** Установленное значение наблюдаемой случайной величины X, задающее нижнюю границу области ее допустимых значений.

3.57 **верхняя граница поля допуска** (upper specification limit) ***U*:** Установленное значение наблюдаемой случайной величины X, задающее верхнюю границу области ее допустимых значений.

3.58 **число несоответствующих единиц (продукции)** (number of nonconforming units) ***z*:** Фактическое число несоответствующих единиц продукции в выборке.

4 Совокупность и выборка

4.1 Общие положения

Физико-механические свойства и размеры строительных материалов и изделий характеризуют случайными величинами (в настоящем стандарте – переменные), подчиняющимися распределениям вероятностей определенного вида.

Для аппроксимации многих симметричных распределений может быть использовано нормальное распределение (распределение Лапласа — Гаусса). Если наблюдается значительная асимметрия, применяют трехпараметрическое логарифмически нормальное распределение (см. 4.3).

Для упрощения вычислений применяют стандартизованные переменные (см. 3.14) с нулевым средним значением и единичной дисперсией, для распределения которых составлены таблицы чисел.

Как правило, применяют ограниченное число наблюдений x_1, x_2, x_3,..., x_n, составляющих случайную выборку объемом n, отбираемую из совокупности (партии).

Целью статистических методов контроля качества является принятие решения относительно уровня качества совокупности на основе данных, извлеченных из одной или нескольких случайных выборок.

4.2 Нормальное распределение

Нормальное распределение непрерывной случайной величины X представляет собой основной вид симметричного распределения, определенного на неограниченном интервале, которое характеризуется двумя параметрами: средним математическим ожиданием μ и дисперсией σ^2. Любая нормальная переменная может быть преобразована в стандартизованную переменную $U = (X - \mu)/\sigma$, для которой имеются таблицы плотности вероятностей и функции распределений.

При проведении контроля качества строительных материалов и изделий применяют квантили u_p при вероятности p. Наиболее используемыми являются следующие значения вероятности p: 0,950; 0,975; 0,990; 0,995. Соответствующие значения квантилей u_p приведены в таблице 1.

Если соотношение σ/μ принимает бóльшие значения, существует вероятность получения отрицательных значений переменной X, которыми не следует пренебрегать. Если значение X должно быть положительным (в соответствии с физическими свойствами контролируемой характеристики), то для распределения вероятностей следует применять другие теоретические модели.

Данные, полученные для случайной выборки x_1, x_2,..., x_n объемом n, взятой из нормальной совокупности, характеризуются двумя параметрами: средним значением выборки $\bar{x}$ и дисперсией выборки s^2 (значения оценок среднего значения $\bar{X}$ и дисперсии совокупности $\bar{S}^2$). Оценкой среднего значения $\bar{X}$ является случайная переменная, подчиняющаяся нормальному распределению со средним μ и дисперсией σ^2/n.

Оценка дисперсии S^2 является случайной величиной, подчиняющейся χ^2-распределению с ν степенями свободы, $\nu = (n - 1)$

$$S^2 = \sigma^2 \chi^2/(n - 1).$$

Описанное преобразование может быть использовано для определения любого квантиля S^2 на основе соответствующего квантиля χ^2. Нижние квантили χ^2_{p1} и верхние квантили χ^2_{p2} для ассиметричного χ^2-распределения приведены в таблице 2. В строительстве рекомендуется использовать следующие значения вероятности: p_1 = 0,050; 0,025; 0,010; 0,005 и p_2 = 0,950; 0,975; 0,990; 0,995.

4.3 Логарифмически нормальное распределение

Асимметричное логарифмически нормальное распределение, определенное на полубесконечном интервале, характеризуется тремя параметрами: средним значением μ, дисперсией σ^2 и нижним или верхним предельным значением x_0, соответствующим некоторой положительной или отрицательной асимметрии. В строительстве, как правило, применяют логарифмически нормальное распределение с нижним предельным значением x_0 (положительная асимметрия). При этом, как указано в 3.16, случайная величина X может быть преобразована в случайную величину с нормальным распределением Y: $Y = \ln (X - x_0)$.

Аналогичным способом случайная величина Y может быть преобразована в стандартизованную случайную величину (как правило, вместо X и x используют Y и y).

В области строительства допускается, что $x_0 = 0$, при этом применяют два параметра: μ и σ^2 и для перехода к нормальной случайной величине Y применяют преобразование $Y = \ln X$. Допускается, что первоначальная случайная величина X имеет положительную асимметрию, которая определяется отношением σ/μ, где σ и μ — стандартное отклонение и среднее случайной величины X соответственно.

4.4 Критерии нормальности

Предположение о нормальном распределении случайной величины X (или Y, если случайная величина X имеет логарифмически нормальное распределение) может быть проверено следующим методом: случайную выборку сравнивают с теоретическим нормальным распределением и определяют, являются ли наблюдаемые отклонения значимыми. При отсутствии значимых отклонений предположение о нормальном распределении принимают, в противном случае предположение отклоняют. Рекомендуемый уровень значимости α в области строительства 0,05 или 0,01.

5 Методы статистического контроля качества

5.1 Требования к качеству

Для контроля качества строительных материалов и изделий в стандартах на эти материалы и изделия должны быть установлены требования к наблюдаемым характеристикам, которые включают в себя следующие параметры совокупности: среднее совокупности μ и/или дисперсия совокупности σ^2, или квантиль x_p. Наиболее часто требования к качеству задают в виде допустимых нижней и верхней границ среднего и/или верхней границы дисперсии, или границ квантиля. В этом случае должны применяться методы оценки и контроля параметров совокупности и квантилей. В случае специальных видов контроля качества применяют методы выборочного контроля, цель которых — принятие решения о приемке на основе данных выборки без определения параметров совокупности.

В большей части методов, описанных в настоящем стандарте, предполагается, что случайная величина X (или Y, если случайная величина X имеет логарифмически нормальное распределение) подчиняется нормальному распределению.

5.2 Основные статистические методы

Основные статистические методы, применяемые при контроле качества строительных материалов и изделий, включают в себя методы оценки параметров распределения, проверки статистических гипотез и выборочный контроль.

В области строительства, как правило, применяют два метода оценки параметров совокупности (классический подход):

- определение точечных оценок (см. 6.2);
- определение интервальных оценок (см. 6.3).

Методы проверок статистических гипотез о параметрах совокупности, применяемые в области строительства, подразделяют на две группы:

- сопоставление выборочных оценок параметров с соответствующими теоретическими параметрами совокупности (см. 6.4);
- определение интервальных оценок (см. 6.5).

Статистический метод, часто применяемый при контроле качества строительных материалов и изделий, включает в себя оценку или прогнозирование квантилей нормального распределения (см. 6.6 и 6.7).

Методы выборочного контроля применяют в случаях, когда решение о качестве продукции должно быть принято без точного определения параметров совокупности. В области строительства рекомендуется объединять методы выборочного контроля с систематическим отбором данных в целях их дальнейшей оценки параметров распределения.

Для контроля качества строительных материалов и изделий применяют ряд выборочных планов и критериев. При этом мощность выбранного плана рекомендуется проверять с помощью кривой оперативной характеристики (кривая ОС). На практике достаточно знать две точки этой кривой: точку риска изготовителя (PRP) и точку риска потребителя (CRP), соответствующие установленным риску изготовителя (PR) и риску потребителя (CR).

Рекомендуемые методы выборочного контроля, которые, как правило, приемлемы для контроля качества строительных материалов и изделий, описаны в разделе 7.

5.3 Байесовский подход

Байесовский подход является альтернативой основным методам оценки и проверок, применяемым при контроле качества, и может быть использован при проведении контроля в случае массового непрерывного производства строительных материалов и изделий.

Основные принципы байесовского подхода к контролю качества отличаются от принципов классических статистических методов, описанных в настоящем стандарте. Если наблюдаемая случайная величина $Y = h(X, \Theta)$ является функцией случайной X выборки и вектора параметров распределения Θ (μ и σ), то байесовский подход рассматривает Θ как случайную величину, а не как вектор детерминированных параметров, что имеет место в классических методах. Согласно статистическим методам, приведенным в разделе 6, оценку вектора параметров распределения Θ определяют для каждой партии с помощью данных, полученных на основе результатов испытания выборки. В байесовском подходе исследуют распределение вероятностей для вектора параметров распределения Θ с помощью его априорного распределения, а также данных выборки, отобранной из рассматриваемой партии.

Различают два вида функции распределения вектора параметров Θ: функция априорного распределения $\Pi'(\Theta)$, основанная на априорной информации, и функция апостериорного распределения "$\Pi''(\Theta/x_1, x_2,..., x_n)$, полученная на основе реальных данных $x_1, x_2,..., x_n$ после отбора выборки. Байесовский подход позволяет получить сопряженные функции распределений $\Pi'(\Theta)$ и "$\Pi''(\Theta/x_1, x_2,..., x_n)$, а также прогнозируемую функцию распределения наблюдаемой переменной Y. Функция апостериорного распределения $\Pi''(\Theta)$ имеет вид

$$\Pi''(\Theta/x_1, x_2,..., x_n) = C\Pi'(\Theta)f(x_1/\Theta)\, f(x_2/\Theta)...\, f(x_n/\Theta),$$

где C — нормируемый коэффициент;

$f(x_1/\Theta)$, $i = 1, 2,...., n$ — плотность распределения вероятностей случайной величины X, если параметры Θ известны.

Важным этапом байесовского подхода является выбор функции априорного распределения $\Pi'(\Theta)$. Выбор функции априорного распределения должен опираться на знании соответствующих физических и технических процессов. В некоторых случаях для построения $\Pi'(\Theta)$ могут быть использованы результаты испытаний аналогичных изделий.

При непрерывном производственном процессе, в котором единицы продукции относятся к последовательным партиям, в качестве априорного распределения новой выборки может быть использовано апостериорное распределение предыдущей выборки. Если необходимая информация отсутствует, следует использовать априорные распределения, характеризующие неопределенность предположений относительно возможных значений параметра.

Прогнозируемая плотность вероятностей для наблюдаемой случайной величины X с заданной функцией априорного распределения $\Pi'(\Theta)$ для выборки $x_1, x_2,..., x_n$ имеет вид

$$f^*(x/x_1, x_2,..., x_n) = \int_\Theta f(x/\Theta)\Pi''(\Theta/x_1, x_2,..., x_n)\, d\Theta,$$

где $f^*(x/x_1, x_2,..., x_n)$ — прогнозируемая плотность вероятностей случайной величины X, соответствующей данным выборки $x_1, x_2,.., x_n$, в отличие от плотности вероятностей случайной величины с известными параметрами распределения $f(x/\Theta)$.

На основе указанных общих принципов могут быть получены эффективные и экономичные методы выборочного контроля, основанные на сравнении априорных и апостериорных распределений случайного вектора Θ. Если, например, в результате контроля партии возникает сомнение относительно принятия соответствующего решения, то выборка $x_1, x_2,..., x_n$ может быть увеличена до большего объема x_1, x_2,..., x_n,..., x_m, на основе которой требования к качеству могут быть проверены повторно с использованием байесовского подхода.

Указанная процедура позволяет сократить затраты на выборочный контроль при сохранении точности результатов.

5.4 Дополнительные методы

В области строительства, кроме методов, описанных в настоящем стандарте, могут быть применены статистические методы, включающие в себя:

a) определение объема выборки, обеспечивающего требуемую точность оценки параметров совокупности;

b) проверки наличия значительно отклоняющихся значений (выбросов);

c) сравнение характеристик трех или более выборок;

d) проверки, касающиеся точности, правильности и прецизионности измерений;

e) контроль статистического процесса;

f) определение толерантных интервалов.

При использовании перечисленных методов следует применять уровни доверия и значимости, рекомендуемые в настоящем стандарте.

6 Процедуры оценки и проверки гипотез о параметрах распределения

6.1 Правила оценки и проверки гипотез

Точечная оценка параметра совокупности представляет собой значение, полученное по данным выборки. Наилучшей точечной оценкой параметра совокупности является несмещенная оценка (математическое ожидание оценки равно соответствующему теоретическому значению параметра совокупности) и эффективная оценка (дисперсия эффективной оценки минимальная).

Интервальная оценка параметра совокупности представляет собой два числа: значения границ интервала, который накрывает оцениваемый параметр с заданной доверительной вероятностью γ. Для контроля качества в области строительства в зависимости от вида контролируемой характеристики и возможных последствий ошибочных решений рекомендуется применять следующие значения доверительной вероятности γ: 0,90; 0,95 или 0,99, в отдельных случаях 0,75.

Проверка статистических гипотез — это процедура, позволяющая принять или отклонить гипотезу о распределении одной или более совокупностей. Если результаты, полученные после обработки случайной выборки, незначительно отличаются от ожидаемых при условии истинности гипотезы, то наблюдаемое расхождение считают несущественным и гипотезу принимают. В противном случае гипотезу отклоняют. Рекомендуемый уровень значимости α (0,1 или 0,05) гарантирует, что риск ошибочного принятия гипотезы не превышает допустимого.

Методы оценки и проверки средних значений и дисперсий рассматриваются в общем виде в ИСО 2854 [2] и ИСО 2602 [1].

Наиболее приемлемые методы контроля качества строительных материалов и изделий описаны в 6.2 — 6.5, классический подход к оценке квантилей — в 6.6, байесовский подход к прогнозированию квантилей (точечная оценка) — в 6.7.

6.2 Оценка математического ожидания (среднего)

Наилучшей точечной оценкой среднего совокупности μ является среднее значение выборки $\bar{x}$.

Интервальная оценка среднего μ зависит от того, известно стандартное отклонение совокупности σ или нет.

Если значение σ известно, то двусторонний доверительный интервал, соответствующий доверительной вероятности $\gamma = (2p - 1)$, имеет вид

$$\bar{x} = u_p\sigma/\sqrt{n} \le \mu \le \bar{x} + u_p\sigma/\sqrt{n},$$

где u_p — квантиль нормированного нормального распределения уровня p. Значение p близко к единице (см. таблицу 1). (Дополнительную информацию см. в ИСО 2854 [2]).

Если стандартное отклонение σ совокупности неизвестно, то двусторонний доверительный интервал, соответствующий доверительной вероятности $\gamma = (2p - 1)$, имеет вид

$$\bar{x} - t_p s/\sqrt{n} \le \mu \le \bar{x} + t_p s/\sqrt{n},$$

где s — стандартное отклонение выборки;

t_p — квантиль t-распределения уровня p с $\nu = (n - 1)$ степенями свободы;

p — вероятность (близкая к единице), указанная в таблице 3.

(Дополнительную информацию см. в ИСО 2854 [2]).

Из приведенных выше формул может быть получен односторонний доверительный интервал доверительной вероятности $\gamma = p$, имеющий только нижнюю или только верхнюю границу.

6.3 Оценка дисперсии

Наилучшей точечной оценкой дисперсии совокупности σ^2 является дисперсия выборки s^2.

Двусторонний доверительный интервал для дисперсии σ^2, соответствующий доверительной вероятности $\gamma = (p_2 - p_1)$, имеет вид

$$(n-1)s^2/\chi^2_{p2} \le \sigma^2 \le (n-1)s^2/\chi^2_{p1},$$

где χ^2_{p2} и χ^2_{p1} — квантили χ^2-распределения уровней p_1 и p_2 с $\nu = (n - 1)$ степенями свободы (вероятности p_1 и p_2 приведены в таблице 2).

(Дополнительную информацию см. в ИСО 2854 [2]).

Из приведенной формулы может быть получена граница одностороннего доверительного интервала для σ^2 только с верхней доверительной границей (нижняя граница равна нулю). В этом случае соответствующая доверительная вероятность γ равна $(1 - p_1)$.

Оценки стандартного отклонения σ можно получить путем извлечения квадратного корня из оценок дисперсии σ^2.

6.4 Проверка гипотез о среднем

Для проверки гипотезы о том, что выборка принадлежит совокупности с математическим ожиданием μ, если известно стандартное отклонение σ, на основе выборочных данных рассчитывают значение $u_0 = |\bar{x} - \mu|\sqrt{n}/\sigma$ и сравнивают его с критическим значением u_p (см. таблицу 1), которое является квантилем нормированного нормального распределения для уровня $\alpha = (p - 1)$, близкого к нулю. Если $u_0 \le u_p$, то гипотезу принимают, в противном случае гипотезу отклоняют.

Если стандартное отклонение совокупности σ неизвестно, то для проверки той же гипотезы на основе выборочных данных рассчитывают значение t_0: $t_0 = |\bar{x} - \mu|\sqrt{n}/s$ и сравнивают его с критическим значением t_p (см. таблицу 3), которое является квантилем t-распределения для уровня $\alpha = (1 - p)$ (близкого к нулю) с $\nu = (n - 1)$ степенями свободы. Если $t_0 \le t_p$, то гипотезу о том, что выборка принадлежит совокупности со средним μ, принимают, в противном случае гипотезу отклоняют.

Для проверки гипотезы о том, что две выборки объемами n_1 и n_2 принадлежат совокупностям с одинаковым (неизвестным) средним μ, если дисперсии совокупностей одинаковы и известны (σ^2), на основе выборочных данных вычисляют значение $u_0 = |\bar{x}_1 - \bar{x}_2|\sqrt{n_1 n_2}/\left(\sigma\sqrt{n_1 + n_2}\right)$ и сравнивают его с критическим значением u_p (см. таблицу 1), которое является квантилем нормированного нормального распределения уровня $\alpha = (p - 1)$ (близкого к нулю). Если $u_0 \le u_p$, то гипотезу принимают, в противном случае гипотезу отклоняют. Если стандартные отклонения σ обеих совокупностей одинаковы, но неизвестны, то для проверки той же гипотезы на основе выборочных данных вычисляют t_0 по формуле

$$t_0 = |x_1 - \bar{x}_2|\sqrt{(n_1 + n_2 - 2)n_1 n_2}\Big/\sqrt{\left[(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2\right](n_1 + n_2)}.$$

Полученное значение сравнивают с критическим значением t_p (см. таблицу 3), являющимся квантилем t-распределения уровня $\alpha = (1 - p)$ (близкого к нулю) с $\nu = (n_1 + n_2 - 2)$ степенями свободы.

Если $t_0 \le t$, то гипотезу о том, что выборки принадлежат совокупностям с одинаковым средним μ (неизвестным), принимают, в противном случае гипотезу отклоняют. Для двух выборок одинакового объема $n_1 = n_2 = n$ наблюдаемые значения могут быть объединены в пары (парные наблюдения) $w_1 = (x_{1i} - x_{2i})$, для которых определяют выборочное среднее w и выборочное стандартное отклонение s_w, затем вычисляют $t_0 = |\overline{w}|\sqrt{n}/s_w$ и сравнивают его с критическим значением t_p (см. таблицу 3), являющимся квантилем t-распределения уровня $\alpha = (1 - p)$ (близкого к нулю) с $\nu = (n - 1)$ степенями свободы. Если $t_0 \le t_p$, то гипотезу о том, что обе выборки принадлежат совокупностям с одинаковым (неизвестным) средним μ, принимают, в противном случае эту гипотезу отклоняют. (Дополнительную информацию см. в ИСО 3301 [6]).

6.5 Проверка гипотез о дисперсии

Для проверки гипотезы о том, что выборка принадлежит совокупности с дисперсией σ^2, на основе выборочных данных вычисляют дисперсию выборки s^2 и значение χ_0^2 заданное в виде $\chi_0^2 = (n-1)s^2/\sigma^2$.

Если $s^2 \le \sigma^2$, то значение χ_0^2 сравнивают с критическим значением χ_{p1}^2 (см. таблицу 2), которое является квантилем с $\nu = (n - 1)$ степенями свободы и уровня $\alpha = p_1$. Если $\chi_0^2 \ge \chi_{p1}^2$, то гипотезу о том, что выборка взята из совокупности с дисперсией σ^2, принимают, в противном случае эту гипотезу отклоняют.

Если $s^2 \ge \sigma^2$, то значение χ_0^2 сравнивают с критическим значением χ_{p2}^2 (см. таблицу 2), которое является квантилем χ^2-распределения с $\nu = (n - 1)$ степенями уровня $\alpha = (1 - p_1)$. Если $\chi_0^2 \ge \chi_{p2}^2$, то гипотезу о том, что выборка принадлежит совокупности с дисперсией σ^2, принимают, в противном случае эту гипотезу отклоняют.

Для проверки гипотезы о том, что две выборки с объемами n_1 и n_2 принадлежат совокупностям с одинаковой (неизвестной) дисперсией σ^2, вычисляют дисперсии выборок s_1^2 и s_2^2 (подстрочные индексы выбирают так, чтобы $s_2^2 \le s_1^2$), значение $F_0 = s_1^2/s_2^2$ и сравнивают его с критическим значением F_p, являющимся квантилем F-распределения (см. таблицу 4) (дополнительную информацию см. в ИСО 2854 [2]) с $\nu_1 = (n_1 - 1)$ и $\nu_2 = (n_2 - 1)$ степенями свободы уровня $\alpha = (1 - p)$. Если $F_0 \le F_p$, то гипотезу принимают, в противном случае эту гипотезу отклоняют.

6.6 Оценка квантилей

При различных предположениях относительно вида распределения вероятностей применяют различные методы оценки квантилей. Наиболее эффективными методами оценки квантилей x_p, не зависящими от вида распределения, являются методы, основанные на порядковых статистиках. В соответствии с наиболее простой процедурой выборку $x_1, x_2, \ldots, x_n$ преобразуют в порядке ее убывания, получая выборку $x_1' \le x_2' \le \ldots, \le x_n'$, а затем определяют оценку квантиля в виде $x_{p,\,est} = x_{k+1}'$, где k — целое число, удовлетворяющее неравенству $k \le np < k+1$.

Плотность распределения этой оценки $X_{p,\ est}$ p-квантиля имеет вид

$$g(x_{p,\,est}) = \binom{n}{k}(n-k)\left[\Pi(x_{p,\,est})\right]^k\left[1 - \Pi(x_{p,\,est})\right]^{n-k-1} f(x_{p,\,est}),$$

где $\Pi(x)$ — функция распределения совокупности;

$f(x)$ — плотность распределения совокупности.

При увеличении объема выборки n плотность $g(x_{p,\ est})$ стремится к нормальной плотности распределения со средним x_p и стандартным отклонением $(\sqrt{p(1-p)}/n)/f(x_p)$.

Для совокупности, имеющей нормальное распределение, следует использовать приведенный ниже метод в зависимости от того, известно или неизвестно стандартное отклонение совокупности σ.

Если стандартное отклонение совокупности σ известно, то оценка p-квантиля имеет вид $x_{p,est} = \overline{x} + k_\sigma \sigma$.

Если значение σ неизвестно, то $x_{p,est} = \overline{x} + k_s \sigma$.

Константы k_σ и k_s зависят от объема выборки n, заданной вероятности p, соответствующей квантилю x_p, и γ.

Константы k_σ и k_s, полученные на основе нормального и нецентрального t-распределения соответственно (дополнительную информацию см. в ИСО 3207 [5]), приведены в таблицах 5 и 6 для вероятностей p, равных 0,90; 0,95 или 0,99 (верхние квантили), и доверительной вероятности γ, равной 0,05; 0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 0,90 и 0,95. Для вероятностей p, равных 0,10; 0,05 и 0,01 (нижние квантили), допускается также использовать данные таблиц 5 и 6; в этом случае p следует заменить на $(1 - p)$, а коэффициенты k_σ и k_s брать со знаком «минус».

Доверительная вероятность γ, при которой оценка $x_{p,\,est}$ будет принадлежать безопасной области правильных значений x_p, должна превышать 0,50. Для учета статистической неопределенности рекомендуется принимать γ = 0,75.

6.7 Прогнозирование квантилей при использовании байесовского подхода

Байесовский подход, описанный в 5.3, может быть применен для нормальной случайной величины X, при этом функция априорного распределения $\Pi'(\mu, \sigma)$ для μ и σ имеет вид

$$\Pi'(\mu, \sigma) = C_\sigma^{-(1 + \nu' + \delta(n'))} exx \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \left[\nu'(s')^2 + n'(\mu - m')^2 \right] \right\},$$

где C — корректирующая постоянная;

$\delta(n') = 0$ при $n' = 0$, для других значений n: $\delta(n') = 1$;

m', s', n', ν' — параметры, имеющие следующие асимптотические свойства:

$$E(\mu) = m'^*;$$

$$E(\sigma) = s'^*;$$

$$V(\mu) = \frac{s'}{m'\sqrt{n'}};$$

$$V(\sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\nu'}}.$$

Параметры n' и ν' могут быть выбраны произвольно.

$E(\cdot)$, $V(\cdot)$ — математическое ожидание и коэффициент вариации переменной, указанной в скобках.

Функция апостериорного распределения $\Pi''(\mu, \sigma)$ для μ и σ также является нормальной, а ее параметры m'', s'', n'' и ν'' задаются следующими уравнениями:

$$n'' = n' + n;$$

$$\nu'' = \nu' + \nu + \delta(n');$$

$$m''n'' = n'm' + n\bar{x};$$

$$\nu''(s'')^2 + n''(m'')^2 = \nu'(s')^2 + n'(m')^2 + \nu s^2 + n(\bar{x})^2,$$

где $\bar{x}$ и s — среднее значение выборки и стандартное отклонение соответственно;

n — объем выборки;

$\nu = n - 1$.

Прогнозируемое значение $x_{p,\,pred}$ квантиля x_p имеет вид

$$x_{p,\,pred} = m'' + t_p s'' \sqrt{1 + 1/n''},$$

где t_p — квантиль t-распределения (см. таблицу 3) со степенями свободы ν''.

Значения t_p следует определять по таблице 3 для $\nu = \nu''$ и соответствующих вероятностей p, например, для 0,90; 0,95 или 0,99 (верхние квантили). Данные таблицы 3 могут быть использованы для вероятностей p, равных 0,10; 0,05 или 0,01 (нижние квантили), при этом p следует заменить на $(1 - p)$, а значения t_p должны быть взяты со знаком «минус».

Если отсутствуют априорные данные, то $n' = \nu' = 0$, а параметры m'', n'', s'', ν'' равны параметрам $\bar{x}$, n, s, ν соответственно. В этом случае прогнозируемый квантиль имеет вид

$$x_{p,\,pred} = \bar{x} + t_p s \sqrt{1 + 1/n},$$

где t_p — квантиль t-распределения (см. таблицу 3) со степенями свободы ν.

Если стандартное отклонение σ известно, то $\nu = \infty$, а s следует заменить на σ.

---

* m' — математическое ожидание параметра μ, s' — математическое ожидание параметра σ.

7 Выборочный контроль

7.1 Контроль по количественному и альтернативному признакам

Для проведения контроля качества в области строительства применяют два метода выборочного контроля: контроль по количественному признаку и контроль по альтернативному признаку. Описание указанных методов (независимо от области их применения) приведено в ИСО 3951 [7] (контроль по количественному признаку) и в ИСО 2859-1 [3], ИСО 2859-2 [4] (контроль по альтернативному признаку). В приведенных выше стандартах рассматривается выборочный контроль последовательных партий. Для выборочного контроля отдельной партии изделий указанные стандарты допускается применять с ограничениями, не всегда приемлемыми как для изготовителя, так и для потребителя.

Контроль по количественному признаку предполагает, что наблюдаемая переменная может быть описана (после соответствующего преобразования, если необходимо) нормальным распределением (см. 4.4). Указанное допущение может быть также проверено методами, приведенными в ИСО 5479 [8]. Проведение контроля по количественному признаку зависит от того, известно или неизвестно стандартное отклонение совокупности.

Если предположение о нормальном распределении не может быть принято, то следует применять контроль по альтернативному признаку. В этом случае необходимо различать соответствующие и не соответствующие требованиям единицы продукции в партии.

Контроль по количественному признаку в ряде случаев, включая экономические аспекты, является более предпочтительным, чем контроль по альтернативному признаку. Поэтому, насколько это возможно, следует применять контроль по количественному признаку.

7.2 Контроль отдельной партии

Из отдельной партии отбирают одну выборку и в соответствии с планом контроля принимают решение о приемке или отклонении партии. При этом необходимо проверить эффективность любого плана с помощью кривой оперативной характеристики (кривая ОС) или, по крайней мере, двух ее характеристических точек: точки риска изготовителя (PRP) и точки риска потребителя (CRP).

Планы контроля, рекомендованные в настоящем стандарте, основаны на равном учете интересов изготовителя и потребителя, допуская, что риск изготовителя (PR) и риск потребителя (CR) составляют 5 % каждый. Качество, связанное с риском изготовителя (PRQ), соответствующее риску производителя (PR), и качество, связанное с риском потребителя (CRQ), соответствующее риску потребителя (CR), обеспечивают одновременно, что должно гарантировать, чтобы при использовании рекомендуемых планов контроля партия с заданным PRQ не будет принята только с вероятностью PR, а партия с заданным CRQ (более PRQ) будет принята только с вероятностью CR.

В настоящем стандарте приведены следующие рекомендуемые методы выборочного контроля (см. 7.3 — 7.5):

a) контроль по количественному признаку, когда стандартное отклонение партии σ известно;

b) контроль по количественному признаку, когда стандартное отклонение σ неизвестно;

c) контроль по альтернативному признаку.

Для проведения выборочного контроля в области строительства рекомендуется устанавливать следующие значения PRQ и CRQ, %:

PRQ: 0,15; 0,25; 0,40; 0,65; 1,00; 1,50; 2,50; 4,00;

CRQ: 0,65; 1,00; 1,50; 2,50; 4,00; 6,50; 10,00; 15,00.

В области строительства для контролируемой переменной X должны быть учтены нижняя граница поля допуска L и верхняя граница поля допуска U.

Примечание — В области строительства во многих случаях устанавливают только одну из указанных границ поля допуска. Поэтому в случае выборочного контроля по количественному признаку значения PRQ и CRQ следует устанавливать отдельно для каждой границы поля допуска: L и U.

При выборочном контроле должно быть принято предварительное решение в отношении партий, не прошедших приемку. Например, изготовитель и потребитель могут договориться о том, чтобы не соответствующие требованиям единицы продукции были удалены из партии или был проведен новый контроль продукции с предъявлением менее жестких требований.

7.3 Выборочный контроль по количественному признаку, если σ известно

Для проведения выборочного контроля отдельной партии по количественному признаку, когда стандартное отклонение σ для контролируемой переменной X известно, должны быть известны следующие входные данные:

a) нижняя граница поля допуска *L* и/или верхняя граница поля допуска *U*;

b) качество, связанное с риском производителя (PRQ), и качество, связанное с риском потребителя (CRQ) для *L* и/или *U*.

При наличии перечисленных входных данных следует определить соответствующий план контроля: требуемый объем выборки *n* и приемочный параметр k_σ для заданных значений PRQ и CRQ), используя таблицу 7, данные которой получены для нормального распределения.

Из партии отбирают выборку, состоящую из *n* единиц продукции, и на основе наблюдаемых значений x_1, x_2, ...x_n определяют среднее значение выборки $\bar{x}$.

Если задана только нижняя граница поля допуска *L*, то партию принимают при условии, если $\bar{x} - k_\sigma\sigma \geq L$, и отклоняют, если данное неравенство не выполняется.

Если задана только верхняя граница поля допуска *U*, то партию принимают при условии, что $\bar{x} + k_\sigma\sigma \leq U$, и отклоняют, если данное неравенство не выполняется.

Если заданы обе границы поля допуска (*L* и *U*), то для приемки партии должны быть выполнены оба неравенства; если одно или оба неравенства не выполняются, партию не принимают.

При принятии решения о качестве продукции в партии для предварительной оценки может быть использована следующая упрощенная процедура: для произвольного значения *n* рассматривают оба приведенных выше неравенства с использованием параметра k_σ, значения которого приведены в таблице 5 для установленной вероятности *p* (как правило $p = 0{,}95$), приемлемого появления значений *X* менее нижней границы допуска *L* и/или более верхней границы допуска *U*, а также для выбранной доверительной вероятности γ (рекомендуемое значение 0,75).

Эффективность данной процедуры всегда следует проверять с помощью кривой оперативной характеристики (кривая ОС).

7.4 Выборочный контроль по количественному признаку, если σ неизвестно

Если применяют выборочный контроль отдельной партии по количественному признаку, когда стандартное отклонение партии σ для контролируемой переменной *X* неизвестно, должны быть известны следующие данные:

a) нижняя граница поля допуска *L* и/или верхняя граница поля допуска *U*;

b) качество, связанное с риском изготовителя (PRQ), и качество, связанное с риском потребителя (CRQ), для *L* и/или *U*.

При наличии перечисленных выше входных данных следует определить соответствующий план контроля (требуемый объем выборки *n* и приемочный параметр k_s для заданных значений PRQ и CRQ), используя данные таблицы 8, которые получены для нецентрального *t*-распределения.

Из партии отбирают выборку, состоящую из *n* единиц продукции, и на основе наблюдаемых значений x_1, x_2, ...x_n определяют среднее значение выборки $\bar{x}$ и стандартное отклонение *s*.

Если задана только нижняя граница поля допуска *L*, то партию принимают при условии, что $\bar{x} - k_s$, $s \geq L$, и не принимают, если данное неравенство не выполняется.

Если задана только верхняя граница поля допуска *L*, то партию принимают при условии, что $\bar{x} + k_s$, $s \leq U$, и не принимают, если данное неравенство не выполняется.

Если заданы обе границы поля допуска *L* и *U*, то для приемки партии должны выполняться оба вышеуказанных неравенства; если одно или оба неравенства не выполняются, партию не принимают.

При принятии решения о качестве продукции в партии для предварительной оценки может быть использована следующая упрощенная процедура: для произвольного значения *n* рассматривают оба приведенных выше неравенства с использованием параметра k_s, значения которого приведены в таблице 6, для установленной вероятности *p* (обычно $p = 0{,}95$), приемлемого появления значений меньше *L* и/или больше *U*, а также для выбранной доверительной вероятности γ (рекомендуемое значение 0,75). Эффективность данной процедуры всегда следует проверять с помощью кривой оперативной характеристики (кривая ОС).

7.5 Выборочный контроль по альтернативному признаку

Для проведения выборочного контроля отдельной партии по альтернативному признаку должны быть известны следующие входные данные:

a) описание соответствующей и не соответствующей требованиям единиц продукции;

b) качество, связанное с риском производителя PRQ, и качество, связанное с риском потребителя CRQ.

При наличии перечисленных выше входных данных следует определить соответствующий план контроля (требуемый объем выборки n и приемочное число Ac для заданных значений PRQ и CRQ), используя данные таблицы 9, которые получены на основе соответствующих требованиям дискретных распределений.

Из партии отбирают выборку, состоящую из n единиц продукции, и определяют число несоответствующих единиц z в выборке. Партию принимают, если $z \leq$ Ac, и не принимают, если данное неравенство не выполняется.

Таблица 1 — Квантили u_p для нормированного нормального распределения

p	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995
u_p	1,28	1,64	1,96	2,33	2,58

Таблица 2 — Квантили χ^2_{p1} и χ^2_{p2} для χ^2-распределения с ν степенями свободы

ν	χ^2_{p1}					χ^2_{p2}				
	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
3	0,58	0,35	0,22	0,12	0,72	6,25	7,82	9,35	11,35	12,84
4	1,06	0,71	0,48	0,30	0,21	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	1,61	1,15	0,83	0,55	0,41	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	2,20	1,64	1,24	0,87	0,68	10,65	12,59	14,45	16,81	18,55
7	2,83	2,17	1,69	1,24	0,99	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	3,49	2,73	2,18	1,65	1,34	13,36	15,51	17,54	20,09	21,96
9	4,17	3,33	2,70	2,09	1,74	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	4,86	3,94	3,25	2,56	2,16	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19
12	6,30	5,23	4,40	3,57	3,07	18,55	21,03	23,34	26,22	28,30
14	7,79	6,57	5,63	4,66	4,08	21,06	23,69	26,12	29,14	31,32
16	9,31	7,96	6,91	5,81	5,14	23,54	26,30	28,85	32,00	34,27
18	10,87	9,39	8,23	7,02	6,27	25,99	28,87	31,53	34,87	37,16
20	12,44	10,85	9,59	8,26	7,43	28,41	31,41	34,17	37,57	40,00
22	14,04	12,34	10,98	9,54	8,64	30,81	33,92	36,78	40,29	42,80
24	15,66	13,85	12,40	10,86	9,89	33,20	36,42	39,36	42,98	45,56
26	17,29	15,38	13,84	12,20	11,16	35,56	38,89	41,92	45,64	48,29
28	18,94	16,93	15,31	13,57	12,46	37,92	41,34	44,46	48,28	50,99
30	20,60	18,49	16,79	14,95	13,79	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67

Таблица 3 — Квантили t_p для t-распределения со степенями свободы ν

ν	t_p				
	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
3	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84
4	1,53	2,13	2,78	3,75	4,60
5	1,48	2,02	2,57	3,37	4,03
6	1,44	1,94	2,45	3,14	3,71
7	1,42	1,89	2,36	3,00	3,50
8	1,40	1,86	2,31	2,90	3,36
9	1,38	1,83	2,26	2,82	3,25
10	1,37	1,81	2,23	2,76	3,17
12	1,36	1,78	2,18	2,68	3,06
14	1,35	1,76	2,14	2,62	2,98
16	1,34	1,75	2,12	2,58	2,92
18	1,33	1,73	2,10	2,55	2,88
20	1,32	1,72	2,09	2,53	2,85
25	1,32	1,71	2,06	2,49	2,79
30	1,31	1,70	2,04	2,46	2,75
∞	1,28	1,64	1,96	2,33	2,58

Т а б л и ц а 4 — Квантили F_p для F-распределения со степенями свободы ν_1 и ν_2 для p = 0,950 (верхние значения) и p = 0,990 (нижние значения)

ν_2	ν_1								
	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
3	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,79	8,66	8,62	8,53
	29,46	28,71	28,24	27,91	27,49	27,23	29,69	26,50	26,12
4	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,96	5,80	5,75	5,63
	16,69	15,98	15,52	15,21	14,80	14,55	14,02	13,84	13,46
5	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,74	4,56	4,50	4,36
	12,06	11,39	10,97	10,67	10,29	10,05	9,55	9,38	9,02
6	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,06	3,87	3,81	3,67
	9,78	9,15	8,75	8,47	8,10	7,87	7,40	7,23	6,88
7	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,64	3,44	3,38	3,23
	8,45	7,85	7,46	7,19	6,84	6,62	6,16	5,99	5,65
8	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,35	3,15	3,08	2,93
	7,59	7,01	6,63	6,37	6,03	5,82	5,36	5,20	4,86
9	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,14	2,94	2,86	2,71
	6,99	6,42	6,06	5,80	5,47	5,26	4,81	4,65	4,31
10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,98	2,77	2,70	2,54
	6,55	5,99	5,64	5,39	5,06	4,85	4,41	4,25	3,91
12	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,75	2,54	2,47	2,30
	5,95	5,41	5,06	4,82	4,50	4,30	3,86	3,70	3,36
14	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,60	2,39	2,31	2,13
	5,56	5,04	4,69	4,46	4,14	3,94	3,51	3,35	3,00
16	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,49	2,28	2,19	2,01
	5,29	4,77	4,44	4,20	3,89	3,69	3,26	3,10	2,75
18	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,41	2,19	2,11	1,96
	5,09	4,58	4,25	4,01	3,71	3,51	3,08	2,92	2,57
20	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,35	2,12	2,04	1,84
	4,94	4,43	4,10	3,87	3,56	3,37	2,94	2,78	2,42
30	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,16	1,93	1,84	1,62
	4,51	4,02	3,70	3,47	3,17	2,98	2,55	2,39	2,01
40	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,08	1,84	1,74	1,51
	4,31	3,83	3,51	3,29	2,99	2,80	2,37	2,20	1,80
50	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	2,03	1,78	1,69	1,44
	4,20	3,72	3,41	3,19	2,89	2,70	2,27	2,10	1,68
100	2,70	2,46	2,31	2,19	2,03	1,93	1,68	1,57	1,28
	3,98	3,51	3,21	2,99	2,69	2,50	2,07	1,89	1,43
∞	2,60	2,37	2,21	2,10	1,94	1,83	1,57	1,46	1,00
	3,78	3,32	3,02	2,80	2,51	2,32	1,88	1,70	1,00

Таблица 5 — Константа k_σ для определения оценки квантиля, если стандартное отклонение совокупности σ известно

n	γ = 0,05			γ = 0,10			γ = 0,25			γ = 0,50		
	p = 0,90	*p* = 0,95	*p* = 0,99	*p* = 0,90	*p* = 0,95	*p* = 0,99	*p* = 0,90	*p* = 0,95	*p* = 0,99	*p* = 0,90	*p* = 0,95	*p* = 0,99
3	0,33	0,70	1,30	0,54	0,91	1,59	0,89	1,26	1,94	1,28	1,64	2,33
4	0,46	0,82	1,50	0,64	1,00	1,69	0,94	1,31	1,99	1,28	1,64	2,33
5	0,55	0,91	1,59	0,71	1,07	1,75	0,98	1,34	2,02	1,28	1,64	2,33
6	0,61	0,97	1,65	0,76	1,12	1,80	1,01	1,37	2,05	1,28	1,64	2,33
7	0,66	1,02	1,70	0,80	1,16	1,84	1,03	1,39	2,07	1,28	1,64	2,33
8	0,70	1,06	1,74	0,83	1,19	1,87	1,04	1,41	2,09	1,28	1,64	2,33
9	0,73	1,10	1,70	0,85	1,22	1,90	1,06	1,42	2,10	1,28	1,64	2,33
10	0,76	1,12	1,01	0,90	1,24	1,92	1,07	1,43	2,11	1,28	1,64	2,33
12	0,81	1,17	1,05	0,91	1,27	1,96	1,09	1,45	2,13	1,28	1,64	2,33
14	0,84	1,20	1,09	0,94	1,30	1,98	1,10	1,46	2,15	1,28	1,64	2,33
16	0,87	1,23	1,92	0,96	1,32	2,00	1,11	1,48	2,16	1,28	1,64	2,33
18	0,89	1,26	1,94	0,98	1,34	2,02	1,12	1,49	2,17	1,28	1,64	2,33
20	0,91	1,28	1,96	1,00	1,36	2,04	1,13	1,58	2,18	1,28	1,64	2,33
25	0,95	1,32	2,00	1,03	1,39	2,07	1,15	1,51	2,19	1,28	1,64	2,33
30	0,90	1,34	2,03	1,05	1,41	2,09	1,16	1,52	2,20	1,28	1,64	2,33
40	1,02	1,39	2,07	1,08	1,44	2,12	1,17	1,54	2,22	1,28	1,64	2,33
50	1,05	1,41	2,09	1,10	1,46	2,15	1,19	1,55	2,23	1,28	1,64	2,33
100	1,12	1,40	2,16	1,15	1,52	2,20	1,21	1,58	2,26	1,28	1,64	2,33

Окончание таблицы 5

n	γ = 0,75			γ = 0,90			γ = 0,95		
	p = 0,90	*p* = 0,95	*p* = 0,99	*p* = 0,90	*p* = 0,95	*p* = 0,99	*p* = 0,90	*p* = 0,95	*p* = 0,99
3	1,67	2,03	2,72	2,02	2,39	3,07	2,23	2,60	3,28
4	1,62	1,90	2,66	1,92	2,29	2,97	2,11	2,47	3,15
5	1,58	1,95	2,63	1,86	2,22	2,90	2,02	2,38	3,06
6	1,56	1,92	2,60	1,81	2,17	2,85	1,95	2,32	3,00
7	1,54	1,90	2,58	1,77	2,13	2,81	1,90	2,27	2,95
8	1,52	1,88	2,56	1,74	2,10	2,78	1,86	2,23	2,91
9	1,51	1,87	2,55	1,71	2,07	2,75	1,83	2,19	2,87
10	1,50	1,86	2,54	1,69	2,05	2,73	1,80	2,17	2,85
12	1,48	1,84	2,52	1,65	2,02	2,70	1,76	2,12	2,80
14	1,46	1,83	2,51	1,63	1,99	2,67	1,72	2,09	2,77
16	1,45	1,81	2,50	1,60	1,97	2,65	1,69	2,06	2,74
18	1,44	1,80	2,49	1,58	1,95	2,63	1,67	2,03	2,71
20	1,43	1,79	2,48	1,57	1,93	2,61	1,63	2,01	2,69
25	1,41	1,87	2,46	1,54	1,90	2,58	1,61	1,97	2,66
30	1,40	1,77	2,45	1,52	1,88	2,56	1,58	1,95	2,63
40	1,39	1,75	2,43	1,49	1,85	2,53	1,54	1,91	2,59
50	1,30	1,74	2,42	1,46	1,83	2,51	1,52	1,88	2,56
100	1,35	1,71	2,39	1,41	1,77	2,45	1,45	1,81	2,46

Таблица 6 — Константа k_s для определения оценки квантиля, если стандартное отклонение совокупности σ неизвестно

n	$\gamma = 0{,}05$			$\gamma = 0{,}10$			$\gamma = 0{,}25$			$\gamma = 0{,}50$		
	$p = 0{,}90$	$p = 0{,}95$	$p = 0{,}99$	$p = 0{,}90$	$p = 0{,}95$	$p = 0{,}99$	$p = 0{,}90$	$p = 0{,}95$	$p = 0{,}99$	$p = 0{,}90$	$p = 0{,}95$	$p = 0{,}99$
3	0,33	0,64	1,13	0,53	0,84	1,36	0,91	1,25	1,87	1,50	1,94	2,76
4	0,44	0,74	1,25	0,62	0,92	1,45	0,94	1,28	1,90	1,42	1,83	2,60
5	0,52	0,82	1,33	0,68	0,98	1,52	0,97	1,30	1,92	1,38	1,78	2,53
6	0,58	0,87	1,40	0,72	1,03	1,58	0,99	1,33	1,94	1,36	1,75	2,48
7	0,62	0,92	1,45	0,75	1,05	1,62	1,01	1,34	1,96	1,35	1,73	2,46
8	0,65	0,96	1,49	0,78	1,10	1,66	1,02	1,36	1,98	1,34	1,72	2,44
9	0,69	0,99	1,53	0,81	1,12	1,69	1,03	1,37	1,99	1,33	1,71	2,42
10	0,71	1,02	1,56	0,83	1,14	1,71	1,04	1,38	2,01	1,32	1,70	2,41
12	0,75	1,06	1,62	0,86	1,19	1,76	1,06	1,40	2,03	1,32	1,69	2,39
14	0,79	1,10	1,66	0,89	1,21	1,79	1,07	1,42	2,05	1,31	1,68	2,38
16	0,82	1,13	1,69	0,91	1,23	1,82	1,09	1,43	2,06	1,31	1,68	2,38
18	0,84	1,15	1,72	0,93	1,25	1,85	1,10	1,44	2,07	1,30	1,67	2,37
20	0,86	1,17	1,75	0,95	1,27	1,87	1,11	1,45	2,08	1,30	1,67	2,37
25	0,90	1,22	1,80	0,98	1,30	1,91	1,12	1,46	2,11	1,30	1,66	2,36
30	0,93	1,25	1,84	1,00	1,33	1,94	1,13	1,48	2,12	1,29	1,66	2,35
40	0,97	1,30	1,90	1,03	1,37	1,99	1,15	1,50	2,15	1,29	1,66	2,35
50	1,00	1,33	1,94	1,06	1,39	2,02	1,16	1,51	2,16	1,29	1,65	2,34
100	1,07	1,41	2,04	1,12	1,46	2,10	1,19	1,54	2,20	1,28	1,64	2,33

Окончание таблицы 6

n	$\gamma = 0{,}75$			$\gamma = 0{,}90$			$\gamma = 0{,}95$		
	$p = 0{,}90$	$p = 0{,}95$	$p = 0{,}99$	$p = 0{,}90$	$p = 0{,}95$	$p = 0{,}99$	$p = 0{,}90$	$p = 0{,}95$	$p = 0{,}99$
3	2,50	3,15	4,40	4,26	5,31	7,34	6,16	7,66	10,55
4	2,13	2,68	3,73	3,19	3,96	5,44	4,16	5,14	7,04
5	1,96	2,46	3,53	2,74	3,40	4,67	3,41	4,20	5,74
6	1,86	2,34	3,24	2,49	3,09	4,24	3,01	3,71	5,06
7	1,79	2,25	3,13	2,33	2,89	3,97	2,76	3,40	4,64
8	1,74	2,19	3,04	2,22	2,75	3,78	2,58	3,19	4,35
9	1,70	2,14	2,98	2,13	2,65	3,64	2,45	3,03	4,14
10	1,67	2,10	2,93	2,07	2,57	3,53	2,36	2,91	3,98
12	1,62	2,05	2,85	1,97	2,45	3,37	2,21	2,74	3,75
14	1,59	2,00	2,80	1,90	2,36	3,26	2,11	2,61	3,59
16	1,57	1,98	2,76	1,84	2,30	3,17	2,03	2,52	3,46
18	1,55	1,95	2,72	1,80	2,25	3,11	1,97	2,45	3,37
20	1,53	1,93	2,70	1,77	2,21	3,05	1,93	2,40	3,30
25	1,50	1,90	2,65	1,70	2,13	2,95	1,84	2,29	3,16
30	1,47	1,87	2,61	1,66	2,08	2,88	1,78	2,22	3,06
40	1,44	1,83	2,57	1,60	2,01	2,79	1,70	2,13	2,94
50	1,43	1,81	2,54	1,56	1,97	2,74	1,65	2,07	2,86
100	1,38	1,76	2,46	1,47	1,86	2,60	1,53	1,93	2,68

Таблица 7 — Параметры плана выборочного контроля по количественному признаку, если стандартное отклонение партии σ известно[1)]

CRQ, %	PRQ, %							
	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00
0,65	47 2,73	100 2,65	* *	* *	* *	* *	* *	* *
1,00	27 2,65	47 2,57	100 2,49	* *	* *	* *	* *	* *
1,50	18 2,57	27 2,49	47 2,41	100 2,33	* *	* *	* *	* *
2,50	11 2,46	16 2,38	23 2,31	40 2,22	100 2,14	* *	* *	* *
4,00	8 2,36	10 2,28	14 2,20	21 2,12	33 2,04	60 1,96	* *	* *
6,50	6 2,24	7 2,16	9 2,08	12 2,00	17 1,92	26 1,84	55 1,74	* *
10,00	* *	5 2,04	6 1,97	8 1,88	10 1,80	14 1,73	24 1,62	50 1,52
15,00	* *	* *	5 1,84	6 1,76	7 1,68	9 1,60	13 1,50	22 1,39
*Значения отсутствуют.								

Таблица 8 — Параметры плана выборочного контроля по количественному признаку, если стандартное отклонение партии σ неизвестно[1)]

CRQ, %	PRQ, %							
	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00
0,65	100 2,73	150 2,65	* *	* *	* *	* *	* *	* *
1,00	70 2,65	100 2,57	150 2,49	* *	* *	* *	* *	* *
1,50	50 2,57	70 2,49	100 2,41	150 2,33	* *	* *	* *	* *
2,50	32 2,46	45 2,38	60 2,31	80 2,22	120 2,14	* *	* *	* *
4,00	24 2,36	30 2,28	40 2,20	55 2,12	75 2,04	100 1,96	* *	* *
6,50	18 2,24	21 2,16	27 2,08	33 2,00	45 1,92	65 1,84	90 1,74	* *
10,00	* *	15 2,04	18 1,97	23 1,88	28 1,80	35 1,73	55 1,62	80 1,52
15,00	* *	* *	15 1,84	17 1,76	19 1,68	23 1,60	28 1,50	43 1,39
* Значения отсутствуют.								

[1)] Верхние значения — объем выборки n, нижние — приемочный параметр k_s.

Таблица 9 — Параметры плана выборочного контроля по альтернативному признаку[1)]

CRQ, %	PRQ, %							
	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00
0,65	1000 4	1500 6	* *	* *	* *	* *	* *	* *
1,00	600 3	800 4	1100 7	* *	* *	* *	* *	* *
1,50	300 2	500 3	600 5	800 8	* *	* *	* *	* *
2,50	120 1	300 2	370 4	450 6	500 9	* *	* *	* *
4,00	75 0	120 1	200 3	240 4	260 5	450 11	* *	* *
6,50	50 0	70 1	120 2	100 2	130 3	150 4	340 13	* *
10,00	* *	30 0	55 1	45 1	80 2	60 2	100 5	220 14
15,00	* *	* *	20 0	40 1	35 1	25 1	50 3	65 5
* Значения отсутствуют.								

[1)] Верхние значения — объем выборки *n*, нижние — приемочное число Ас.

Библиография

[1] ISO 2602:1980 Statistical interpretation of test results — Estimation of the mean — Confidence interval
ИСО 2602:1980*) Статистическая обработка результатов испытаний — Оценивание среднего — Доверительный интервал

[2] ISO 2854:1976 Statistical interpretation of data — Techniques of estimation and tests relating to means and variances
ИСО 2854:1976 Статистическая обработка данных — Методы оценивания и критерии, связанные со средними значениями и дисперсиями

[3] ISO 2859-1 Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling plans indexed by acceptable quality level (AQL) for lot-by-lot inspection
ИСО 2859-1**) Методы отбора проб для проведения контроля по качественным признакам. — Часть 1: Планы выборочного контроля, индексируемые приемлемым уровнем качества (AQL), для последовательного контроля партий

[4] ISO 2859-2:1985 Sampling procedure for inspection by attributes — Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality level (LQ) for isolated lot inspection
ИСО 2859-2:1985***) Метод отбора проб для проведения контроля по качественным признакам — Часть 2: Планы выборочного контроля, индексируемые предельным уровнем качества (LQ), для контроля изолированных партий

[5] ISO 3207:1975 Statistical interpretation of data — Determination of a statistical tolerance interval
ИСО 3207:1975*4) Статистическая обработка данных — Определение интервала статистических допусков

[6] ISO 3301:1975 Statistical interpretation of data — Comparison of two means in the case of paired observations
ИСО 3301:1975*5) Статистическая обработка данных — Сравнение двух средних в случае парных наблюдений

[7] ISO 3951:1989 Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent nonconforming
ИСО 3951:1989 Методы отбора проб и карты для проведения контроля по количественным признакам для определения несоответствия, выраженного в процентах

[8] ISO 5479:1997 Statistical interpretation of data — Tests for departure from the normal distribution
ИСО 5479:1997*6) Статистическая обработка данных — Критерии для определения отклонения от нормального распределения

[9] ISO 8402:1994 Quality management and quality assurance — Vocabulary
ИСО 8402:1994 Управление качеством и обеспечение качества — Словарь терминов

---

*) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 50779.22—2005 (ИСО 2602:1980).
**) В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 2859-1—2007.
***) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 50779.72—99 (ИСО 2859-2:1985).
*4) Заменен. Действует ИСО 16269-6:2005.
*5) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 50779.23—2005 (ИСО 3301:1975).
*6) В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 5479—2002 «Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения».

Алфавитный указатель терминов

Термины, определения которых изложены в разделе 3, приведены ниже в алфавитном порядке с указанием пунктов, где эти термины применены.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 2394:1998	–	*
ИСО 3534-1:1993	MOD	ГОСТ Р 50779.10—2000 «Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения»
ИСО 3534-2:1993	MOD	ГОСТ Р 50779.11—2000 «Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения»

* Оригинал данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:
MOD — модифицированные стандарты.

УДК 311:801.32:658.516:006.354 ОКС 03.120.30 Т59

Ключевые слова: строительные материалы и изделия, статистические методы контроля качества, выборочный контроль по альтернативному признаку, выборочный контроль по количественному признаку, нормальное распределение

Редактор *В.Н. Копысов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Л.Я. Митрофанова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 26.09.2011. Подписано в печать 18.11.2011. Формат $60 \times 84^1/_8$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,80. Тираж 146 экз. Зак. 1103.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.