ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 14560— 2007

Статистические методы

ПРОЦЕДУРЫ ВЫБОРОЧНОГО КОНТРОЛЯ ПО АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ПРИЗНАКУ

Уровни качества в несоответствующих единицах продукции на миллион

ISO 14560:2004
Acceptance sampling procedures by attributes — Specified quality levels in nonconforming items per million (IDT)

Издание официальное

БЗ 7—2007/209

Москва
Стандартинформ
2008

gost.e-ecolog.ru

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 Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (ОАО «НИЦ КД») и Техническим комитетом по стандартизации ТК 125 «Статистические методы в управлении качеством продукции» на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Управлением развития, информационного обеспечения и аккредитации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2007 г. № 359-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 14560:2004 «Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Уровни качества в несоответствующих единицах продукции на миллион» (ISO 14560:2004 «Acceptance sampling procedures by attributes — Specified quality levels in nonconforming items per million»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2004 (подраздел 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 D

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 системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2008

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и обозначения 1
4 Общие принципы 2
5 Оценка уровня качества в несоответствующих единицах продукции на миллион 3
6 Требования и процедуры статистического приемочного контроля партий 4
7 Одноступенчатые планы, индексированные LQL 6
Приложение А (обязательное) Исключение данных 10
Приложение В (справочное) Теоретическое обоснование 12
Приложение С (справочное) Статистическая теория для таблицы 1 13
Приложение D (справочное) Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам 14
Библиография 15

Введение

Для процессов, в которых несоответствующие единицы продукции появляются достаточно редко, выгодно заменить традиционные методы оценки и регистрации уровней качества на более подходящие. Например, оценка выходного уровня качества, составляющая 10 несоответствующих единиц продукции на миллион, является для этих процессов более понятной, чем значение этой оценки, составляющее 0,00001 несоответствующих единиц продукции или 0,001 несоответствующих единиц продукции на 100 единиц продукции. Настоящий стандарт устанавливает методы, использующие оценки и уровни качества, выраженные в долях несоответствующих единиц продукции на миллион.

Указанные методы позволяют проверить на основе последовательных партий требования к качеству продукции, сформулированные как непревышение установленного значения. Приведены также процедуры оценки уровня качества процесса на основе данных предыдущего аудита и/или статистического приемочного контроля партии. Дополнительно представлено руководство по выбору уровня качества процесса для применения процедуры верификации, когда предшествующие выборочные данные неадекватны или недоступны.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Статистические методы

ПРОЦЕДУРЫ ВЫБОРОЧНОГО КОНТРОЛЯ ПО АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ПРИЗНАКУ

Уровни качества в несоответствующих единицах продукции на миллион

Statistical methods. Acceptance sampling procedures by attributes. Specified quality levels in nonconforming items per million

Дата введения — 2008—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает для уровней качества, выраженных в несоответствующих единицах продукции на миллион, процедуры оценки уровня качества единственного объекта (например, партии) и оценки уровня качества процесса на основе данных нескольких выборок, если процесс производства находится в состоянии статистической управляемости. В настоящем стандарте установлены процедуры выбора плана контроля, позволяющего проверить то, что уровень качества партии* не превышает заявленный предельный уровень качества (LQL). Для случая, когда предыдущие выборочные данные недоступны, представлено руководство по выбору уровня качества процесса при выборе плана контроля.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 2859-1:1999 Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества AQL

ИСО 3534-1:2006 Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Общие статистические термины и термины, используемые в вероятностных задачах

ИСО 3534-2:2006 Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 2. Прикладная статистика

3 Термины, определения и обозначения

В настоящем стандарте применены термины с соответствующими определениями по ИСО 3534-1 и ИСО 3534-2 и следующие обозначения:

Ac — приемочное число, представляющее собой наибольшее число несоответствующих единиц продукции, допускающее приемку партии в соответствии с планом выборочного контроля;

d — число несоответствующих единиц продукции;

d_i — число несоответствующих единиц продукции, обнаруженных в i-й партии;

LQL — предельный уровень качества в несоответствующих единицах продукции на миллион (т. е. фактический уровень качества партии, который соответствует вероятности приемки партии, не превышающей 21 % или менее, для используемого плана выборочного контроля);

* Уровень несоответствий партии.

Издание официальное

L_P — нижняя граница оцениваемого уровня качества процесса для заданных LQL и Ac, используемых при выборе плана по таблице 1.

Примечание — L_P — наименьший фактический уровень качества партии, для которого вероятность приемки партии составляет 90 % или более для плана выборочного контроля с заданным приемочным числом, но менее 90 % для плана выборочного контроля со следующим меньшим по значению приемочным числом для того же самого LQL;

m — общее количество партий, подвергнутых контролю;

n — число единиц продукции, отобранных из партии (объем выборки);

n_i — число единиц продукции, отобранных из i-й партии (объем выборки из i-й партии);

p — уровень качества (уровень несоответствий) в несоответствующих единицах продукции;

$\hat{p}$ — оценка p;

p_M — уровень качества (уровень несоответствий) в несоответствующих единицах продукции на миллион $p_M = p \cdot 10^6$;

$\hat{p}_M$ — оценка p_M;

$P_{1\,M}$ — уровень качества риска изготовителя в несоответствующих единицах продукции на миллион (т. е. уровень качества, который соответствует вероятности отклонения партии 5 %);

$P_{2\,M}$ — уровень качества риска потребителя в несоответствующих единицах продукции на миллион (т. е. уровень качества, который соответствует вероятности приемки партии 10 %);

U_P — верхняя граница оцениваемого уровня качества процесса для заданных LQL и Ac, используемая для выбора плана по таблице 1.

Примечание — U_P — самый высокий фактический уровень качества партии, для которого вероятность приемки партии составляет 90 % или более для используемого плана выборочного контроля.

4 Общие принципы

4.1 Цель

Целями настоящего стандарта являются оценка качества продукции и статистический приемочный контроль партии в условиях, когда качество продукции выражается в несоответствующих единицах продукции на миллион.

4.2 Оценка качества продукции

Предполагается, что продукция прошла процедуры изготовления, технического контроля, испытаний и заключительной приемки, в том числе процедуры устранения нетипичных партий.

При отборе выборки из последовательной серии партий процедуры оценки в соответствии с настоящим стандартом применимы, когда:

a) процесс производства находится в состоянии статистической управляемости;

b) совокупное число проконтролированных единиц продукции (аудит и/или приемка партии) составляет 400 или более.

4.3 Статистический приемочный контроль

Процедуры выборочного контроля предназначены для проверки, позволяющей установить, что качество продукции не хуже, чем предельный уровень качества LQL. Оценку уровня качества процесса в несоответствующих единицах продукции на миллион, основанную на предыдущих данных, используют для выбора соответствующего плана контроля. Использование предположений (не оценки) относительно уровня качества процесса допустимо при определении планов выборочного контроля для первых нескольких партий в серии или отдельных партий, пока недостаточно данных для формирования оценки. Рекомендуется начинать оценку уровня качества процесса, когда общее количество проконтролированных единиц продукции (аудит и/или приемка партии) из одной или более последовательной партии достигнет 400 или более. В противном случае рекомендуется использовать предполагаемый уровень качества процесса (см. 6.1). Планы выборочного контроля в настоящем стандарте индексированы по LQL и оцененному (или предполагаемому) уровню качества процесса.

Процедура поощряет поставщика не только к введению своих процессов в состояние статистической управляемости, но также и к применению процедуры постоянного улучшения для повышения качества продукции. При улучшении уровня качества (снижении уровня несоответствий) поставщики могут, применяя требования настоящего стандарта, сократить объем выборки.

Процедуры статистического приемочного контроля, установленные настоящим стандартом, могут быть использованы, когда процесс имеет фактический уровень качества до 37606 несоответствующих единиц продукции на миллион. Однако выбор низкого LQL может привести к очень большим объемам выборки (см. таблицу 1). В зависимости от требований для большого LQL могут быть более подходящими планы выборочного контроля, приведенные в других стандартах (например, ИСО 2859-1).

5 Оценка уровня качества в несоответствующих единицах продукции на миллион

5.1 Предположения

При использовании настоящего стандарта необходимо убедиться в выполнении следующих требований:

a) для процесса справедливы предположения 4.2;

b) для контроля характеристики качества готовой продукции проводят выборочный контроль по альтернативному признаку;

c) для продукции, изготовленной на нескольких линиях или производствах, продукцию каждой линии или производства рассматривают по отдельности.

5.2 Источники данных

В качестве исходных данных для оценки уровня качества процесса используют:

a) данные проводимых ранее аудитов на основе случайных выборок;

b) данные проводимого ранее приемочного контроля партий.

Данные о партиях, которые прошли процедуру приемки или аудит, а также данные приемочного выборочного контроля могут быть исключены из расчетов, только если выполнены условия приложения А. Контролируемые партии продукции, которые не удовлетворяют критерию приемки, должны пройти сплошной контроль с удалением всех несоответствующих единиц продукции из партии или быть изъяты из отгрузки и отклонены.

5.3 Оценка уровня качества процесса $p_м$

Оценка уровня качества процесса включает в себя следующее:

a) если доступны только данные выборки объема n из единственной партии, в которой обнаружено d несоответствующих единиц продукции, $p_м$ оценивают, используя выражение

$$\hat{p}_M = \left(\frac{d + 0{,}7}{n + 0{,}4}\right) \cdot 10^6. \qquad (1)$$

Математическое обоснование $\hat{p}_M$ в соответствии с выражением (1) приведено в приложении В;

b) если доступны данные серии партий, уровень качества процесса в несоответствующих единицах продукции на миллион оценивают, используя выражение

$$\hat{p}_M = \left(\frac{\sum_{i=1}^{m} d_i + 0{,}7}{\sum_{i=1}^{m} n_i + 0{,}4}\right) \cdot 10^6, \qquad (2)$$

где $\sum_{i=1}^{m} d_i$ — общее количество несоответствующих единиц продукции, обнаруженных в m партиях;

$\sum_{i=1}^{m} n_i$ — сумма объемов выборок из m партий.

5.4 Требования и рекомендации

Требования и рекомендации включают в себя следующее:

a) объем выборки n и число наблюдаемых несоответствующих единиц продукции d должны быть определены до выполнения аудита или приемки партии. Единицы продукции должны быть отобраны случайным образом;

b) во всех случаях должны быть использованы данные всех выборок для всех партий (с 1-й до m-й), кроме ситуаций, предусмотренных 5.1, 5.2, 5.4, перечисление d) и 5.6.4;

c) несмотря на то, что повторную оценку уровня качества p_M процесса всегда проводят при появлении выборочных данных, обычно достаточна периодическая оценка p_M. Эту периодическую оценку следует проводить всякий раз, когда общее количество единиц продукции, по которым была определена оценка уровня качества процесса, увеличилось на 20 %;

d) хотя обычно полезно иметь много значений средних партий, допустимо отказаться от старых (по мнению поставщика) данных при появлении изменений процесса [см. 5.6.4, перечисление b)].

5.5 Примеры оценки уровня качества

5.5.1 Пример для единственного источника данных

В выборках с общим объемом в 100000 единиц продукции обнаружено восемь несоответствующих единиц продукции. Необходимо определить оценку уровня качества процесса. В соответствии с выражением (1)

$$\hat{p}_M = \left(\frac{8 + 0{,}7}{100000 + 0{,}4}\right) \cdot 10^6 = 87 \text{ (единиц продукции на миллион).}$$

5.5.2 Пример для нескольких источников данных

Известны выборочные данные из $m = 5$ партий:

i	1	2	3	4	5
d_i	0	1	0	0	1
n_i	1000	1500	1000	1500	1500

При этом $\sum_{i=1}^{5} d_i = 2$; $\sum_{i=1}^{5} n_i = 6500$; $\hat{p}_M = \left(\frac{2 + 0{,}7}{6500 + 0{,}4}\right) \cdot 10^6 = 415{,}36$ (несоответствующих единиц продукции на миллион).

5.6 Отчет о результатах

5.6.1 Отчет о несоответствующих единицах продукции на миллион

Отчет о результатах контроля должен соответствовать 5.3.

5.6.2 Период накопления данных

Поставщику рекомендуется хранить такое количество данных, какое необходимо для оценки уровня качества процесса. Период, за который собирают данные для оценки уровня качества процесса, должен быть определен изготовителем, но не должен превышать двух лет. При заявлении оцененного уровня качества процесса изготовитель должен указать период времени, за который были использованы данные.

5.6.3 Требования к отчетам об оценке уровня качества

Потребители могут требовать периодического составления отчета об оценке уровней качества, включающего в себя данные выборки. Отчет должен включать в себя следующее:

a) общее количество контролируемых единиц продукции;

b) общее количество обнаруженных несоответствующих единиц продукции.

5.6.4 Исключение данных

Пользователь настоящего стандарта может исключить предыдущие данные при оценке уровня качества процесса в следующих случаях:

a) результаты контролируемой партии удовлетворяют требованиям приложения А, т. е. имеются веские основания считать, что изготовлена нерепрезентативная (ограниченная, существенно отличающаяся от других) по сравнению с предыдущими партия процесса;

b) произошло изменение процесса (например, улучшились статистические методы управления процессом, установлено новое лучшее оборудование и/или усовершенствована технология, использовано лучшее сырье, которое, как ожидается, значительно повысит качество);

c) процесс приостановлен на время, в течение которого уровень качества процесса может измениться;

d) данным больше двух лет.

6 Требования и процедуры статистического приемочного контроля партий

6.1 Краткий обзор

Если доступна объективная оценка текущего уровня качества процесса, например недавно полученная оценка, возможно использовать настоящий стандарт для верификации непревышения LQL для конкретной партии.

Если оценка уровня качества процесса p не может быть рекомендована из-за недостатка предшествующих выборочных данных (см. 4.3), вместо нее при выборе плана контроля в соответствии с настоящим стандартом может быть использован предполагаемый уровень качества процесса. При выборе предполагаемого уровня качества пользователю следует рассмотреть вероятность приемки партии, значение которой приведено в таблице 1 для соответствующего плана выборочного контроля. Для каждого LQL, чем лучше предполагаемый уровень качества, тем выше вероятность приемки партии с фактическим уровнем качества, равным LQL. Наоборот, чем хуже предполагаемый уровень качества, тем ниже вероятность приемки партии с фактическим уровнем качества, равным LQL, но при этом увеличивается объем выборки. Пользователь должен выбирать предполагаемый уровень качества на основе практических требований, а не из соображений, связанных с выгодами или потерями изготовителя при меньших или бóльших объемах выборки. Это предполагаемое значение может также быть основано на знании уровня качества аналогичной продукции, изготовленной в аналогичных условиях.

Для контроля партии в таблице 1 приведены одноступенчатые планы контроля по альтернативному признаку, индексированные LQL с диапазонами, включающими в себя оцененные или предполагаемые уровни качества процесса в несоответствующих единицах продукции на миллион. Эти планы выборочного контроля имеют следующие свойства:

a) объемы выборки согласованы с ИСО 2859-1, но приведены с меньшим шагом и с бóльшим диапазоном;

b) если фактический уровень качества партии равен LQL, вероятность приемки партии не превышает 21 %;

c) если фактический уровень качества партии лежит между L_P и U_P включительно, то вероятность приемки партии составляет 90 % или более.

Для каждого плана выборочного контроля таблица 1 дает следующую дополнительную информацию:

d) уровень качества риска изготовителя $P_{1,M}$, т. е. фактический уровень качества партии, для которого вероятность неприемки партии составляет 5 %;

e) уровень качества риска потребителя $P_{2,M}$, т. е. фактический уровень качества партии, для которого вероятность приемки партии составляет 10 %;

f) вероятность приемки партии, когда фактический уровень качества партии равен LQL.

6.2 Требования и рекомендации

Статистический приемочный контроль партии должен быть проведен на стадии, когда изготовление продукции завершено.

Если уровень качества процесса был оценен, пользователи настоящего стандарта должны учитывать следующее:

a) при определении числа несоответствующих единиц продукции в выборке вся выборка должна быть проверена, даже если приемочное число плана выборочного контроля и/или соответствующее пороговое число, определенное по таблице А.1, было превышено;

b) несмотря на то, что обычно выгодно иметь столько партий, сколько можно использовать для оценки среднего процесса (см. 5.6.2), допустимо не использовать очень старые данные, если поставщик считает это целесообразным (см. 5.6.4).

6.3 Процедура приемки партии

Процедура приемки партии включает в себя следующее:

a) определение оценки уровня качества процесса по предыдущим данным в соответствии с разделом 5 или определение предполагаемого уровня качества процесса в соответствии с 6.1;

b) выбор желательного LQL в соответствии с 6.1;

c) определение объема выборки n и приемочного числа Ac в соответствии с интервалом (L_P, U_P) по таблице 1, для которых оцененный (или предполагаемый) уровень качества процесса равен LQL.

Если оцененный (или предполагаемый) уровень качества процесса не попал в данный интервал (L_P, U_P), для этого LQL должен быть использован план выборочного контроля с Ac = 7. По сравнению с другими планами выборочного контроля этот план обеспечит максимальную защиту потребителя от приемки партии, фактический уровень качества которой превышает LQL [см. таблицу 1 вместе с примером 6.4.2, когда уровень качества не попадает в интервал (L_P, U_P)];

d) случайный отбор из партии выборки размера n и контроль каждой единицы продукции в выборке для определения числа несоответствующих единиц продукции.

Если число несоответствующих единиц продукции в выборке менее или равно Ac, выборка является свидетельством того, что число несоответствующих единиц продукции на миллион не превышает LQL и партию следует считать приемлемой.

Если Ac превышен, выборка не может являться свидетельством того, что качество партии лучше LQL и партию следует считать неприемлемой.

6.4 Пояснения к использованию таблицы 1

6.4.1 Оценка уровня качества процесса попадает в интервал для выбранного LQL

Оцененный (или предполагаемый) уровень качества процесса равен 575 несоответствующих единиц продукции на миллион, а выбранный LQL равен 6500 несоответствующих единиц продукции на миллион. Для этого LQL значение 575 попадает в интервал (L_p, U_p) = (422, 1064). План выборочного контроля: n = 500, Ac = 1. Контроль 500 единиц продукции обнаружил три несоответствующие единицы продукции. Поскольку 3 больше Ac = 1, выборка не может подтвердить, что качество выше LQL = 6500 и партию следует считать неприемлемой.

Примечание — В соответствии с таблицей 1 план выборочного контроля (n = 500, Ac = 1) имеет следующие свойства. Если число несоответствующих единиц продукции на миллион во всей партии равно:

a) 1064 (т. е. U_p) или ниже, вероятность приемки партии приблизительно равна 90 % или более,

b) 711 (т. е. $P_{1,M}$), вероятность приемки партии приблизительно равна 95 %;

c) 7757 (т. е. $P_{2,M}$), вероятность приемки партии приблизительно равна 10 %;

d) 6500 (т. е. LQL), вероятность приемки партии приблизительно равна 16,4 %.

6.4.2 Оценка уровня качества процесса не попадает в интервал для выбранного LQL

Оцененный (или предполагаемый) уровень качества процесса равен 1250 несоответствующих единиц продукции на миллион и желателен LQL = 2500. Для этого LQL значение 1250 не попадает в интервал (L_p, U_p), поскольку U_P = 931. В соответствии с рекомендациями 6.3, перечисление c) план выборочного контроля: n = 5000, Ac = 7.

Контроль 5000 единиц продукции выявил шесть несоответствующих единиц продукции, что не превышает приемочное число Ac = 7. Таким образом, выборка подтверждает, что LQL не превышен и партию можно считать приемлемой.

Примечание — В соответствии с таблицей 1 план выборочного контроля (n = 5000, Ac = 7) имеет следующие свойства. Когда фактическое число несоответствующих единиц продукции на миллион во всей партии равно:

a) 931 (т. е. U_p) или менее, вероятность приемки партии равна 90 % или более [для оцененного или предполагаемого уровня качества 1250 можно показать, что вероятность приемки партии только приблизительно равна 71 % (см. приложение C)];

b) 796 (т. е. $P_{1,M}$), вероятность приемки партии приблизительно равна 95 %;

c) 2353 (т. е. $P_{2,M}$) вероятность приемки партии приблизительно равна 10 %;

d) 2500 (т. е. LQL), вероятность приемки партии приблизительно равна 7 %.

7 Одноступенчатые планы, индексированные LQL

Предостережение — Для LQL и выбранного плана контроля, если фактическое число несоответствующих единиц продукции на миллион во всей партии и соответствующие вероятности приемки, приведенные в таблице 1, являются недопустимыми, то процедуры настоящего стандарта не должны быть применены.

В таблице 1 приведены одноступенчатые планы, индексированные LQL и основанные на предшествующей оценке уровня качества процесса в случае непрерывной серии партий или индексированные LQL и основанные на предполагаемом уровне качества процесса в случае отдельной партии или первых нескольких партий серии (см. 4.3). Все уровни качества, приведенные в таблице, указаны в несоответствующих единицах продукции на миллион. Инструкции по использованию этой таблицы приведены в разделе 6.

Примечание — Если требуемый объем выборки больше объема партии, для контроля соответствия LQL необходимо применять сплошной контроль партии.

Таблица 1 — Одноступенчатые планы контроля, индексированные LQL в несоответствующих единицах продукции на миллион

LQL	L_p	U_p	Объем выборки n	Приемочное число Ac	Уровень качества риска изготовителя $P_{1,м}$	Уровень качества риска потребителя $P_{2\ м}$	Вероятность приемки в LQL, %
500	0	32	3200	0	16	719	20,2
	33	81	6500	1	55	598	16,5
	82	110	10000	2	82	532	12,5
	111	152	16000	4	123	500	10,0
	153	186	25000	7	159	471	7,0
650	0	42	2500	0	21	921	19,7
	43	106	5000	1	71	778	16,5
	107	137	8000	2	102	665	10,9
	138	194	12500	4	158	639	9,3
	195	232	20000	7	199	588	5,4
800	0	52	2000	0	26	1151	20,2
	53	132	4000	1	89	972	17,1
	133	169	6500	2	126	819	10,9
	170	243	10000	4	197	799	10,0
	244	291	16000	7	249	736	6,0
1000	0	65	1600	0	32	1438	20,2
	66	166	3200	1	111	1215	17,1
	167	220	5000	2	164	1064	12,5
	221	304	8000	4	246	999	10,0
	305	372	12500	7	319	941	7,0
1250	0	84	1250	0	41	1840	20,9
	85	212	2500	1	142	1555	18,1
	213	275	4000	2	204	1330	12,4
	276	374	6500	4	303	1229	9,3
	375	465	10000	7	398	1177	7,0
1600	0	105	1000	0	51	2300	20,2
	106	265	2000	1	178	1943	17,1
	266	344	3200	2	256	1662	11,5
	345	486	5000	4	394	1598	9,9
	487	582	8000	7	498	1471	6,0
2000	0	131	800	0	64	2874	20,2
	132	332	1600	1	222	2429	17,1
	333	440	2500	2	327	2128	12,4
	441	608	4000	4	493	1997	9,9
	609	716	6500	7	613	1810	5,4
2500	0	162	650	0	79	3536	19,7
	163	425	1250	1	284	3108	18,1
	426	551	2000	2	409	2659	12,4
	552	760	3200	4	616	2496	9,9
	761	931	5000	7	796	2353	7,0
3200	0	210	500	0	103	4595	20,1
	211	531	1000	1	355	3884	17,1
	532	688	1600	2	511	3323	11,5
	689	973	2500	4	788	3195	9,9
	974	1164	4000	7	996	2941	6,0
4000	0	263	400	0	128	5740	20,1
	264	664	800	1	444	4853	17,1
	665	881	1250	2	654	4252	12,4
	882	1216	2000	4	986	3993	9,9
	1217	1455	3200	7	1245	3676	6,0

Продолжение таблицы 1

LQL	$L_р$	$U_р$	Объем выборки n	Приемочное число Ac	Уровень качества риска изготовителя $P_{1,м}$	Уровень качества риска потребителя $P_{2,м}$	Вероятность приемки в LQL, %
5000	0	329	320	0	160	7170	20,1
	330	818	650	1	547	5971	16,4
	819	1102	1000	2	818	5313	12,4
	1103	1521	1600	4	1232	4990	9,9
	1522	1863	2500	7	1593	4704	6,9
6500	0	421	250	0	205	9168	19,6
	422	1064	500	1	711	7757	16,4
	1065	1378	800	2	1023	6639	10,8
	1379	1947	1250	4	1577	6385	9,2
	1948	2329	2000	7	1992	5878	5,3
8000	0	526	200	0	256	11447	20,1
	527	1330	400	1	889	9689	17,0
	1331	1696	650	2	1259	8167	10,8
	1697	2434	1000	4	1972	7978	9,9
	2435	2912	1600	7	2490	7346	5,9
10000	0	658	160	0	321	14288	20,0
	659	1663	320	1	1112	12101	17,0
	1664	2206	500	2	1637	10609	12,3
	2207	3043	800	4	2466	9967	9,8
	3044	3728	1250	7	3189	9399	6,9
12500	0	842	125	0	410	18252	20,8
	843	2129	250	1	1423	15469	17,9
	2130	2758	400	2	2047	13251	12,3
	2759	3746	650	4	3036	12260	9,1
	3747	4661	1000	7	3987	11743	6,9
16000	0	1053	100	0	513	22763	19,9
	1054	2662	200	1	1780	19309	16,9
	2663	3448	320	2	2560	16546	11,3
	3449	4872	500	4	3948	15923	9,8
	4873	5828	800	7	4985	14670	5,8
20000	0	1316	80	0	641	28372	19,9
	1317	3328	160	1	2226	24092	16,8
	3329	4416	250	2	3279	21148	12,2
	4417	6093	400	4	4938	19884	9,7
	6094	7176	650	7	6139	18043	5,2
25000	0	1619	65	0	789	34804	19,3
	1620	4262	125	1	2850	30760	17,8
	4263	5522	200	2	4101	26391	12,1
	5523	7620	320	4	6176	24824	9,7
	7621	9334	500	7	7986	23430	6,7
32000	0	2104	50	0	1025	45007	19,7
	2105	5330	100	1	3565	38339	16,7
	5331	6907	160	2	5130	32921	11,1
	6908	9761	250	4	7913	31719	9,6
	9762	11674	400	7	9990	29252	5,7
40000	0	2630	40	0	1282	55939	19,5
	2631	6667	80	1	4460	47752	16,5
	6668	8848	125	2	6573	42016	12,0
	8849	12211	200	4	9901	39570	9,5
	12212	14604	320	7	12499	36510	5,6

Окончание таблицы 1

LQL	$L_р$	$U_р$	Объем выборки n	Приемочное число Ac	Уровень качества риска изготовителя $P_{т,м}$	Уровень качества риска потребителя $P_{2,м}$	Вероятность приемки в LQL, %
50000	0	3287	32	0	1602	69428	19,4
	3288	8211	65	1	5495	58527	15,8
	8212	11070	100	2	8226	52345	11,8
	11071	15279	160	4	12393	49338	9,4
	15280	18712	250	7	16021	46635	6,5
65000	0	4205	25	0	2050	87989	18,6
	4206	10686	50	1	7154	75581	15,5
	10687	13854	80	2	10298	65160	10,1
	13855	19584	125	4	15891	62931	8,5
	19585	23419	200	7	20057	58153	4,9
80000	0	5254	20	0	2561	108749	18,9
	5255	13374	40	1	8957	93797	15,9
	13375	17704	65	2	12696	79812	9,9
	17075	24520	100	4	19906	78348	9,0
	24521	29318	160	7	25120	72472	5,3
100000	0	6563	16	0	3201	134036	18,5
	6564	16743	32	1	11219	116195	15,6
	16744	22243	50	2	16552	102959	11,2
	22244	30712	80	4	24947	97441	8,8
	30713	37606	125	7	32241	92371	6,0

Приложение А
(обязательное)

Исключение данных

А.1 Пороговое число

Пороговое число приведено в таблице А.1. Если число несоответствующих единиц продукции в выборке превышает пороговое число, это является сигналом пользователю, что может присутствовать неслучайная причина ухудшения качества продукции или продукция, представленная выборкой, взята из другой генеральной совокупности.

Примечание — Превышение порогового числа является одним из условий, необходимых для применения правил исключения данных выборки при оценке уровня качества процесса в несоответствующих единицах продукции на миллион.

А.2 Условия исключения данных

Все несоответствующие единицы продукции, признанные таковыми при первом предъявлении на заключительный приемочный контроль, должны быть использованы при вычислении $\hat{p}_M$. Однако после того как определена предыдущая оценка уровня качества процесса в несоответствующих единицах продукции на миллион, данные аудита или статистического приемочного контроля партии могут быть исключены из накопления данных при условии, что выполнены все следующие условия:

a) число несоответствующих единиц продукции в выборке должно быть больше соответствующего порогового числа, указанного в таблице А.1, согласно А.3;

b) неслучайная причина должна быть идентифицирована, а соответствующие корректирующие действия выполнены;

c) продукция, представленная выборкой, не должна быть принята;

d) потребитель должен быть согласен с исключением данных;

e) для предыдущих десяти партий пороговые пределы не должны быть превышены;

f) регистрационные записи должны быть в рабочем состоянии для всех исключенных партий и в состав этих записей должны, как минимум, входить:

1) исключенные выборочные данные (объем выборки, число обнаруженных несоответствующих единиц продукции и объем партии),

2) указание определенной неслучайной причины,

3) указание о выполненных корректирующих действиях.

Таблица А.1 — Пороговые числа для исключения данных

Нижний предел для $n\,\hat{p}$	Верхний предел для $n\,\hat{p}$	Пороговое число
0	0,21469	1
0,21470	0,56720	2
0,56721	1,01623	3
1,01624	1,52952	4
1,52953	2,08914	5
2,08915	2,68409	6
2,68410	3,30711	7
3,30712	3,95311	8
3,95312	4,61834	9
4,61835	5,30001	10
Примечание — $\hat{p}$ — предварительно оцененный уровень качества процесса.		

А.3 Вероятность превышения порогового числа

Если предварительно оцененный уровень качества процесса $\hat{p}$ совпадает с фактическим уровнем качества партии, то вероятность того, что число несоответствующих единиц продукции в выборке размера n превысит пороговое число, меньше или равна 0,02. Поэтому, если для данной выборки пороговое число превышено, можно предполагать, что выборка представляет собой генеральную совокупность, значительно отличающуюся от основной генеральной совокупности. Если условия А.2 выполнены, данные этой выборки должны быть исключены из последующих оценок уровня качества процесса.

А.4 Теоретическое обоснование таблицы А.1

Ниже показано, что независимо от того, где находится $n\hat{p}$ — около верхнего или нижнего предела порогового числа, — вероятность превышения порогового числа будет не более 0,02.

Пример — Для верхнего предела p_M был оценен в соответствии с разделом 5 и $\hat{p}_M$ = 208 несоответствующих единиц продукции на миллион. Таким образом, $\hat{p}$ = 0,000208 несоответствующих единиц продукции.

Для выборки объема 10000 среднее число несоответствующих единиц продукции составляет $n\hat{p}$ = 10000 · 0,000208 = 2,08, а соответствующее пороговое число равно пяти. Вероятность обнаружения в выборке шести или более несоответствующих единиц продукции (при использовании приближения Пуассона со средним 2,08) равна 1,0 минус вероятность обнаружения пяти или менее несоответствующих единиц продукции или

$$P_{\geq 6} = 1{,}0 - [P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5],$$

$$P_{\geq 6} = 1{,}0 - [0{,}124930 + 0{,}259855 + 0{,}270249 + 0{,}187373 + 0{,}097434 + 0{,}040532],$$

$$P_{\geq 6} = 1{,}0 - 0{,}980373 = 0{,}019627.$$

Это значение меньше 0,02. Приведенные результаты вычислений показывают, что на правом конце интервала вероятность превышения порогового числа менее 0,02.

Для нижнего предела оценка p_M составила 153 несоответствующие единицы продукции на миллион. Для выборки размера n = 10000 и $\hat{p}$ = 0,000153 среднее число несоответствующих единиц продукции в выборке равно 1,53. Вероятность шести или более несоответствующих единиц продукции в выборке теперь

$$P_{\geq 6} = 1{,}0 - [0{,}216536 + 0{,}331300 + 0{,}253444 + 0{,}129257 + 0{,}049441 + 0{,}015129],$$

$$P_{\geq 6} = 1{,}0 - [0{,}995105] = 0{,}004895.$$

Это значение меньше 0,02.

Самое большое значение $n\hat{p}$ в данном интервале всегда будет иметь самую высокую вероятность превышения порогового числа для любого значения $n\hat{p}$ из этого интервала. Кроме того, эта вероятность никогда не будет выше 0,02.

А.5 Примеры использования таблицы А.1

А.5.1 Пример, когда данные выборки не могут быть исключены

Оценка уровня качества процесса по адекватным предшествующим данным равна 1000 несоответствующих единиц продукции на миллион (т. е. $\hat{p}_M$ = 1000 или $\hat{p}$ = 0,001). План выборочного контроля устанавливает объем выборки 250 для следующей партии, и в процессе контроля выборки обнаружены две несоответствующие единицы продукции. Для объема выборки n = 250 и расчетного значения $\hat{p}$ = 0,001 значение $n\hat{p}$ равно 0,250. В соответствии с таблицей А.1 пороговое число равно двум, когда $n\hat{p}$ = 0,250. Поскольку пороговое число не превышено, данные контроля не могут быть исключены и их следует использовать в вычислениях при применении метода, приведенного в разделе 5, путем прибавления 2 к числителю и 250 к знаменателю. Новое значение $\hat{p}$ должно быть использовано для вычисления нового значения $n\hat{p}$ при последующих расчетах [см. 5.4, перечисление c)].

А.5.2 Пример, когда данные выборки могут быть исключены

Для оценки уровня качества процесса в несоответствующих единицах продукции использовано достаточно много предшествующих данных и применен метод, приведенный в разделе 5. Оценка равна 1000 несоответствующих единиц продукции на миллион или $\hat{p}$ = 0,001. План выборочного контроля устанавливает объем выборки 160. В результате контроля обнаружены две несоответствующие единицы продукции. При этом $n\hat{p}$ = 160 · 0,001 = 0,160. Для этого значения таблица А.1 дает пороговое число 1. Поскольку пороговое число превышено, данные могут быть исключены из последующих оценок уровня качества процесса, если все условия А.2 выполнены.

Приложение В
(справочное)

Теоретическое обоснование

В.1 Оценка доли несоответствующих единиц продукции процесса *p*

Когда объемы выборок меньше 10 % объема партии, биномиальное распределение является приемлемой аппроксимацией гипергеометрического распределения для определения вероятностей контроля. Однако в противном случае значения риска изготовителя и потребителя будут меньше, чем приведенные в настоящем стандарте, и, таким образом, меньшие объемы выборки (по сравнению с приведенными в настоящем стандарте) необходимы для достижения этих значений риска изготовителя и потребителя.

Если число d несоответствующих единиц продукции в выборке из n элементов подчиняется биномиальному распределению, верхняя доверительная граница Клоппера—Пуассона C_U (см. [1]) для p имеет вид

$$C_U = \left[1 - \sum_{i=1}^{d} \binom{n}{i} \hat{p}^i (1-\hat{p})^{n-i}\right] 100\ \%. \qquad (B.1)$$

Это выражение можно записать с помощью F-распределения. Задавая $C_U = 50$ %, получают выражение для $\hat{p}$:

$$\hat{p} = \frac{1}{1 + \left(\frac{n-d}{d+1}\right) F_{0,50}(2n-2d,\ 2d+2)}, \qquad (B.2)$$

где $F_{0,50}(2n-2d,\ 2d+2)$ — квантиль уровня 0,5 для F-распределения с $(2n-2d)$ степенями свободы в числителе и $(2d+2)$ степенями свободы в знаменателе.

Удобным на практике приближением p является выражение

$$\hat{p} \approx \frac{d+0{,}7}{n+0{,}4}. \qquad (B.3)$$

Можно показать, подставляя выражение из (В.3) в выражение (В.1), что в широком диапазоне условий (для $d/n < 0{,}5$ при $d \geq 1$ и для $d = 0$ при $n \geq 6$) это приближение $\hat{p}$ находится между верхними 50 %-ми и 51 %-ми доверительными границами.

В.2 Пример оценки *p*

Подстановка $n = 500$, $d = 2$, $F_{0,50}(996, 6) = 1{,}12$ в выражение (В.2), дает

$$\hat{p} = \frac{1}{1 + \left(\frac{498}{3}\right)(1{,}12)} = 0{,}00535.$$

Таким образом, с 50 %-й доверительной вероятностью можно утверждать, что фактическое качество партии в долях несоответствующих единиц продукции составляет не более 0,00535.

Приближение выражения (В.3) дает

$$\hat{p} \approx = \frac{d+0{,}7}{n+0{,}4} = \frac{2+0{,}7}{500+0{,}4} = 0{,}0054.$$

Примечание — С помощью уравнения (В.1) можно показать, что эта оценка соответствует уровню доверия от 50 % до 51 %, а именно:

$$C_U = [1 - (0{,}06672 + 0{,}18111 + 0{,}24533)]\ 100\ \% = (1 - 0{,}49316)\ 100\ \% = 50{,}7\ \%.$$

Таким образом, с доверительной вероятностью 50,7 % можно утверждать, что фактическое качество партии в долях несоответствующих единиц продукции составляет не более 0,0054.

Приложение С
(справочное)

Статистическая теория для таблицы 1

Приведенные в таблице 1 значения L_P, U_P, n и Ac получены для риска изготовителя 10 % и риска потребителя 21 %, поскольку значения риска изготовителя 5 % и риска потребителя 10 % требуют слишком больших для практических целей объемов выборки. Однако обычно при представлении плана контроля основываются на значениях уровня качества риска изготовителя и уровня качества риска потребителя 5 % и 10 % соответственно. Таблица 1 позволяет сопоставить параметры плана для указанных значений уровня риска изготовителя и потребителя.

Для максимального риска изготовителя 10 % должно быть выполнено следующее неравенство:

$$\sum_{i=0}^{Ac} \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i} \geq 0{,}9. \qquad (C.1)$$

Для максимального риска потребителя 21 % должно быть выполнено следующее неравенство:

$$\sum_{i=0}^{Ac} \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i} \leq 0{,}21. \qquad (C.2)$$

Из этих неравенств были найдены L_P и U_P и минимальный объем выборки n для данных значений Ac, LQL и p.

a) Объемы выборок были ограничены набором следующих предпочтительных значений: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 650, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200, 4000, 5000, 6500, 8000, 10000, 12500, 16000, 20000, 25000. Представленный набор объемов выборок соответствует ИСО 2859-1, но вдвое плотнее и шире.

Примечание — Каждый объем выборки получен умножением предыдущего объема выборки на приближенное значение $\sqrt[10]{10}$.

b) Приемочные числа Ac были ограничены набором предпочтительных значений 0, 1, 2, 4 и 7.

c) Предпочтительный объем выборки был определен из условия, что левая часть неравенства (С.2) для данных LQL и Ac меньше или равна 21 %. Кроме того, вероятность приемки партии с фактическим уровнем качества LQL монотонно уменьшается с увеличением уровня качества (уровня несоответствий). Предпочтительно уменьшение риска потребителя при ухудшении предполагаемого уровня качества (увеличении уровня несоответствий). Фактическая вероятность приемки с указанием LQL для каждого плана приведена в таблице 1.

d) Для заданных LQL, Ac и известного n неравенство (С.1) решено для худшего уровня качества (наибольшего уровня несоответствий) так, чтобы левая часть неравенства была больше или равна 90 %. Следовательно, для худшего уровня качества p вероятность наблюдения Ac или меньшего числа несоответствующих единиц продукции в выборке объема n больше или равна 90 %. Этот худший уровень качества затем преобразован в U_P путем умножения на 10^6.

Тогда для Ac = 0 значение $L_P = 0$, а для Ac > 0 значение L_P на единицу больше значения U_P в предыдущей строке таблицы 1.

e) Вероятность приемки для LQL вычислена с использованием биномиального распределения с $p = \text{LQL} \cdot 10^{-6}$, и затем ее значение выражено в процентах.

$$\sum_{i=0}^{Ac} \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i} \text{ — вероятность приемки.}$$

f) Вероятность приемки для любого заданного p можно найти, используя биномиальное распределение [см. перечисление e)]. В примере 6.4.2 LQL равняется 2500 и оценка уровня качества процесса $\hat{p}_M$ составляет 1250 несоответствующих единиц продукции на миллион. Таблица 1 дает план выборочного контроля: n = 5000, Ac = 7. Вероятность приемки партии, когда $\hat{p}_M$ = 1250, равна биномиальной сумме по i от 0 до Ac = 7, для n = 5000, $p = \hat{p}_M \cdot 10^{-6} = 1250 \cdot 10^{-6} = 0{,}001250$, т. е.

$P_{\leq 7} = P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7$.

$P_{\leq 7} = 0{,}0019229 + 0{,}0120333 + 0{,}0376436 + 0{,}0784909 + 0{,}1227219 + 0{,}1534715 + 0{,}1599061 + 0{,}1427805 = 0{,}7089707 \approx 0{,}71$.

Приложение D
(справочное)

Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам

Таблица D.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 2859-1:1999	ГОСТ Р ИСО 2859-1—2007 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 1. Планы выборочного контроля последовательных партий на основе приемлемого уровня качества
ИСО 3534-1:1993	ГОСТ Р 50779.10—2000 (ИСО 3534-1—93) Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения
ИСО 3534-2:1993	ГОСТ Р 50779.11—2000 (ИСО 3534-2—93) Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения

Библиография

[1] Clopper, C. J. and Pearson, E.S., The use of Confidence or Fiducial Limits, Illustrated in the Case of the Binomial, Biometrika, 26, 1934, pp. 404—413

УДК 658.562.012.7:65.012.122:006.354 ОКС 03.120.30 Т59

Ключевые слова: выборочный контроль по альтернативному признаку, число несоответствующих единиц продукции на миллион, уровень качества, приемочное число, предельный уровень качества

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *Л.А. Гусева*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 14.01.2008. Подписано в печать 28.01.2008. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,80. Тираж 310 экз. Зак. 36.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru