ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р ИСО 7870-1— 2022**

# Статистические методы

# КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ

## Часть 1

## Общие принципы

**(ISO 7870-1:2019, Control charts — Part 1: General guidelines, IDT)**

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Закрытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (ЗАО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 125 «Применение статистических методов»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 августа 2022 г. № 776-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 7870-1:2019 «Контрольные карты. Часть 1. Общие принципы» (ISO 7870-1:2019 «Control charts — Part 1: General guidelines», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом ТК 69 Международной организации по стандартизации (ИСО).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

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

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов, указанных в библиографии настоящего стандарта, национальным стандартам приведены в дополнительном приложении ДБ

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 7870-1—2011

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «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 (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2019
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

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 и определения . . . . . 1
4 Обозначения и сокращения . . . . . 6
5 Основные принципы . . . . . 6
6 Виды контрольных карт . . . . . 10
7 Карты стабильности процесса . . . . . 11
8 Контрольные карты для приемки процесса . . . . . 13
9 Регулировка процесса . . . . . 14
Приложение А (справочное) Способы изображения и цвета линий, применяемые при построении контрольных карт . . . . . 15
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам . . . . . 17
Приложение ДБ (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов, указанных в библиографии настоящего стандарта, национальным стандартам . . . . 18
Библиография . . . . . 19

## Введение

Каждый производственный процесс управления или оказания услуги обладает определенной изменчивостью из-за наличия большого количества воздействующих факторов. Под их воздействием также изменяются наблюдаемые результаты работы процесса. Исследование такой изменчивости позволяет достичь понимания ее причин и особенностей, что обеспечивает возможность улучшения управления процессом.

Контрольные карты являются основным инструментом статистического управления процессами (SPC). Они обеспечивают простой графический метод, позволяющий:

a) определить, является ли процесс стабильным (находится в «состоянии статистической управляемости»), т. е. функционирующим под воздействием не изменяющейся во времени системы случайных причин, характеризующих собственную изменчивость процесса;

b) оценить собственную изменчивость процесса;

c) сравнить информацию, полученную из выборок, характеризующих текущее состояние процесса, с границами, отражающими его изменчивость, с целью оценки того, остался ли процесс стабильным или нет, уменьшилась или нет его изменчивость;

d) идентифицировать, исследовать и, по возможности, уменьшить или устранить влияние специальных причин изменчивости, которые могут привести процесс к недопустимому уровню функционирования;

e) использовать для управления процессом данные о его изменчивости (о наличии тренда, серий циклов и данных и т. п.);

f) определить, является ли процесс предсказуемым и стабильным и возможна ли проверка соответствия процесса установленным требованиям;

g) определить по измеряемой характеристике соответствие продукции, услуги, воспроизводимости процесса установленным требованиям;

h) обеспечить регулирование процесса на основе прогноза его изменения, с использованием статистических моделей;

i) анализировать результативность системы измерений.

Главным достоинством контрольной карты является легкость ее формирования и использования. Это позволяет на производстве или при выполнении услуги оператору, инженеру, руководителю и менеджеру наблюдать за изменениями процесса в режиме реального времени. Однако для того, чтобы контрольная карта достоверно и эффективно отражала состояние процесса, необходимо на стадии планирования уделить особое внимание выбору вида контрольной карты и плана выборочного контроля.

Общие приемы, используемые при построении контрольной карты, приведены в приложении А.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Статистические методы**

# КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ

**Часть 1**

**Общие принципы**

Statistical methods. Control charts. Part 1. General guidelines

**Дата введения — 2023—03—01**

## 1 Область применения

В настоящем стандарте установлены основные элементы и принципы построения и применения контрольных карт. В стандарте приведена характеристика видов контрольных карт (включая контрольные карты Шухарта, приемочные контрольные карты, контрольные карты регулировки процесса, специальные контрольные карты).

Настоящий стандарт содержит обзор основных принципов и положений, а также взаимосвязь различных способов применения контрольных карт, что помогает при выборе наиболее подходящих в конкретной ситуации. Стандарт не устанавливает статистические методы управления с применением контрольных карт. Эти методы установлены в других стандартах серии ИСО 7870.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных стандартов применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

ISO 3534-1, Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: General statistical terms and terms used in probability (Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей)

ISO 3534-2, Statistics — Vocabulary and symbols — Part 2: Applied statistics (Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 2. Прикладная статистика)

## 3 Термины и определения

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

ИСО и МЭК ведут терминологические базы данных для использования в области стандартизации по следующим адресам:

- платформа онлайн-просмотра ИСО: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru ;
- Электропедия МЭК: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru .

3.1 **контрольная карта** (control chart): График с контрольными границами (3.2), на который наносят в установленном порядке значения статистического показателя в соответствии с последовательностью выборок, используемые для управления процессом.

**Издание официальное**

Примечание 1 — Порядок нанесения на карту значений обычно привязан ко времени или порядку отбора выборок.

Примечание 2 — Применение контрольной карты обычно наиболее эффективно, если на ней отражают показатель процесса, коррелированный с качеством готовой продукции или услуги.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.1, модифицировано — в определении после слова «график» добавлены слова «с контрольными границами» и исключены слова «и снижения изменчивости процесса» после слов «для управления процессом»]

3.2 **контрольная граница** (control limit): Значение статистики, определяющее уровень стабильности рассматриваемой характеристики.

Примечание 1 — На контрольной карте могут быть представлены одна или две контрольные границы.

Примечание 2 — Термин «стабильность» относится не только к управляемому процессу, но также к стабильности значения характеристики по отношению к целевому значению.

3.3 **контрольная карта Шухарта** (Shewhart control chart): Контрольная карта (3.1) с контрольными границами Шухарта (3.4), предназначенная для разделения причин изменчивости контролируемой характеристики на случайные и специальные.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.2]

3.4 **контрольная граница Шухарта** (Shewhart control limit): Контрольная граница (3.2), определенная статистически на основании изменчивости процесса, обусловленной влиянием только случайных причин.

3.5 **приемочная контрольная карта** (acceptance control chart): Контрольная карта (3.1), предназначенная для оценки соответствия изображаемой на карте контролируемой характеристики установленному полю допуска.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.3]

3.6 **контрольная карта регулировки процесса** (process adjustment control chart): Контрольная карта (3.1), использующая модель прогнозирования процесса, предназначенная для анализа и отражения на графике прогнозируемой тенденции изменений процесса (в случае отсутствия корректировок процесса), а также определения величины изменений, необходимых для поддержания процесса в приемлемых границах.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.4]

3.7 **карта контроля по количественному признаку** (variables control chart): Контрольная карта (3.1), предназначенная для графического представления данных, измеряемых по непрерывной шкале.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.6, модифицировано — после слов «контрольная карта» исключено слово «Шухарта»]

3.8 **карта контроля по альтернативному признаку** (attributes control chart): Контрольная карта (3.1), предназначенная для графического представления категоризированных данных.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.7, модифицировано — после слов «контрольная карта» исключено слово «Шухарта»]

3.9 **контрольная карта числа несоответствий, *c*-карта** (count control chart, *c* chart): Карта контроля по альтернативному признаку (3.8), предназначенная для отображения количества появления определенных событий.

Примечание — Величиной, характеризующей количество появлений определенного события, могут быть, например, количество отсутствующих, количество продаж и т. п. В области качества событиями являются наличие несоответствий и доля несоответствующих единиц продукции в выборках фиксированного объема. Примеры — количество дефектов на каждых 100 $м^2$ ткани, количество ошибок в каждых 100 бухгалтерских документах.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.8]

3.10 **контрольная карта числа несоответствий на единицу (продукции), *u*-карта** (count per unit control chart, *u* chart): Карта контроля по альтернативному признаку (3.8), предназначенная для оценки количества случайных событий на единицу продукции.

Примечание — Величиной, характеризующей количество определенных событий, может быть, например, количество отсутствующих и количество лидеров продаж. В области качества событиями являются число несоответствий и доля несоответствующих единиц продукции в выборках различного объема.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.9]

3.11 **контрольная карта числа несоответствующих единиц (продукции), *np*-карта** (number of categorized units control chart, *np* chart): Карта контроля по альтернативному признаку (3.8), предназначенная для оценки количества единиц продукции данного класса при постоянном объеме выборки.

Примечание — В области качества классом является класс «несоответствующих единиц продукции».

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.10]

3.12 **контрольная карта долей, контрольная карта процента, *p*-карта** (proportion categorized units control chart, percent categorized units control chart, *p* chart): Карта контроля по альтернативному признаку (3.8) для оценки доли единиц продукции данного класса от общего количества единиц продукции в выборке, выраженной в виде пропорции или процента.

Примечание 1 — В области качества классом обычно является класс «несоответствующих единиц продукции».

Примечание 2 — Как правило, *p*-карты применяют в тех случаях, когда объем выборки является непостоянным.

Примечание 3 — Данные на p-карту могут быть нанесены в виде доли или процента.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.11]

3.13 **стандартизованная *p*-карта** (standardized *p* chart): Карта контроля по альтернативному признаку (3.8), где доля единиц продукции данного класса представляет собой случайную величину, подчиняющуюся стандартному нормальному распределению.

3.14 **контрольная карта средних арифметических, *X*bar-карта** (average control chart, *X*bar control chart): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки уровня процесса на основе средних арифметических в подгруппах.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.12]

3.15 **контрольная карта медиан** (median control chart): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки уровня процесса на основе значений медиан в подгруппах.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.13]

3.16 **контрольная карта скользящих средних** (moving average control chart): Контрольная карта (3.1), предназначенная для оценки уровня процесса по средним арифметическим последних $n$ наблюдений.

Примечание 1 — Такая карта особенно полезна, когда доступно только одно наблюдение в подгруппе. Примеры — характеристики качества процесса, такие как температура, давление, время.

Примечание 2 — Новое наблюдение заменяет старейшее из имеющихся ($n$ + 1) наблюдений.

Примечание 3 — Недостатком карты является отсутствие весовых коэффициентов при вычислении среднего арифметического, учитывающих состав используемых $n$ точек.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.14]

3.17 **контрольная карта индивидуальных значений, *X*-карта** (individuals control chart, *X* control chart): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки уровня процесса на основе индивидуальных наблюдений в выборке.

Примечание 1 — Данную контрольную карту, как правило, применяют вместе с контрольной картой скользящих размахов с $n = 2$.

Примечание 2 — *X*-карта не использует преимущества усреднения, позволяющего использовать нормальное распределение в соответствии с центральной предельной теоремой.

Примечание 3 — Индивидуальные значения, как правило, обозначают $x_1$, $x_2$, $x_3$, … .

Примечание 4 — При использовании данной карты обычно символом $R_{moving}$ *обозначают скользящий* размах, который представляет собой абсолютное значение разности двух последовательных значений, т. е. $|x_1 - x_2|$, $|x_2 - x_3|$ и т. д.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.15, модифицировано — добавлены примечание 3 и примечание 4]

3.18 **контрольная карта кумулятивных сумм, CUSUM-карта** (cumulative sum control chart, CUSUM chart): Контрольная карта (3.1), на которой отображают кумулятивную сумму отклонений статистик последовательных выборок от целевого значения для выявления изменений характеристики процесса.

Примечание 1 — Ордината каждой нанесенной точки представляет собой алгебраическую сумму ординаты предыдущей точки и самого последнего отклонения от целевого или контролируемого значения.

Примечание 2 — Наиболее эффективно выявление изменений характеристики процесса в ситуации, когда контролируемой характеристикой является общее среднее арифметическое.

Примечание 3 — CUSUM-карта может быть использована для контроля, диагностики и прогнозирования поведения наблюдаемой характеристики.

Примечание 4 — При использовании CUSUM-карты для контроля ее интерпретируют с помощью накладываемых на нее масок (например, *V*-маски). Сигнал возникает в том случае, когда линия кумулятивной суммы пересекает границу маски или касается ее. В качестве альтернативы может быть использован табличный подход к CUSUM-карте.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.5, модифицировано — добавлено последнее предложение в примечании 4]

3.19 **контрольная карта экспоненциально взвешенных скользящих средних, EWMA-карта** (exponentially weighted moving average control chart, EWMA control chart): Контрольная карта (3.1), предназначенная для оценки уровня процесса по экспоненциально сглаженным скользящим средним арифметическим значениям.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.16]

3.20 ***Z*-карта** (*Z* chart): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки процесса на основе стандартизованных нормально распределенных подгрупп.

3.21 **групповая контрольная карта средних** (group control chart for averages): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки уровня процесса на основе наибольших и наименьших средних в подгруппах (с отдельными входными данными), где приведены соответствующие обозначения входных данных.

3.22 **групповая контрольная карта размахов** (group control chart for ranges): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки изменчивости процесса на основе наибольших размахов в подгруппах (с отдельными входными данными), где приведены соответствующие обозначения входных данных.

3.23 **контрольная карта экстремальных значений** (high-low control chart): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки уровня процесса на основе наибольших и наименьших показателей в подгруппах.

3.24 **контрольная карта с трендом** (trend control chart): Контрольная карта (3.1), предназначенная для оценки уровня процесса на основе отклонений средних арифметических по подгруппам от ожидаемого тренда уровня процесса.

Примечание 1 — Тренд может быть определен экспериментально или методами регрессионного анализа.

Примечание 2 — Тренд — это тенденция изменения центральной линии процесса после исключения случайных изменений и циклических воздействий, если наблюдаемые значения представлены на графике в порядке, соответствующем времени наблюдений.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.17]

3.25 **контрольная карта размахов, *R*-карта** (range control chart, *R* chart): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки изменчивости процесса по размахам в подгруппах.

Примечание 1 — Значение размаха в подгруппе *R* представляет собой разность наибольшего и наименьшего наблюдений в подгруппе.

Примечание 2 — Среднее арифметическое размахов по всем подгруппам обозначают $\overline{R}$.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.18, модифицировано — добавлены примечание 1 и примечание 2]

3.26 **контрольная карта стандартных отклонений, *s*-карта** (standard deviation control chart, *s* chart): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки изменчивости процесса по выборочным стандартным отклонениям в подгруппах.

Примечание 1 — Значение стандартного отклонения в подгруппах обозначают *s*.

Примечание 2 — Среднее стандартных отклонений в подгруппах обозначают $\overline{s}$.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.19, модифицировано — добавлены примечание 1 и примечание 2]

3.27 **контрольная карта скользящих размахов** (moving range control chart): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки изменчивости процесса по размаху последовательных *n* наблюдений.

Примечание — Новое наблюдение заменяет старейшее из ($n$ + 1) последних наблюдений.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.20]

3.28 **контрольная карта коэффициента вариации** (control chart for coefficient of variation): Карта контроля по количественному признаку (3.7), предназначенная для оценки изменчивости процесса по коэффициентам вариации в подгруппах.

3.29 **многомерная контрольная карта** (multivariate control chart): Контрольная карта (3.1), предназначенная для оценки изменчивости процесса на основе данных единственной выборочной статистики двух или большего количества коррелированных переменных для каждой подгруппы.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.21]

3.30 **контрольная карта многомерной характеристики** (multiple characteristic control chart): Карта контроля по альтернативному признаку (3.8), предназначенная для оценки уровня процесса на основе двух и более характеристик.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.22, модифицировано — добавлены слова «для оценки уровня процесса»]

3.31 **контрольная карта баллов качества** (demerit control chart, quality score chart): Контрольная карта многомерной характеристики (3.30), предназначенная для оценки уровня процесса на основе присвоения весовых коэффициентов событиям в зависимости от их значимости.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.23, модифицировано — добавлены слова «для оценки уровня процесса»]

3.32 **регулировка процесса** (process adjustment): Действия, направленные на уменьшение отклонений от целевого значения выходной характеристики, путем соответствующих компенсирующих изменений в другой входной или выходной переменной, при контроле колебания значений этой переменной.

Примечание — Непрерывный мониторинг определяет, находятся ли процесс и система регулировки процесса в состоянии статистической управляемости.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.24, модифицировано — в определении слова «основанные на упреждающем управлении и/или управлении с обратной связью» заменены словами «путем соответствующих компенсирующих изменений в другой входной или выходной переменной, при контроле колебания значений этой переменной»]

3.33 **управляемая переменная** (control variable): Переменная, характеризующая процесс, которую изменяют в зависимости от сигнала к действиям для изменения значений выхода процесса.

Примечание — Сигнал к действиям может быть вызван изменениями характеристик процесса.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.27, модифицировано — добавлено примечание]

3.34 **автокорреляции** (autocorrelation): Корреляция между наблюдениями характеристики, упорядоченными по времени.

[ИСО 3534-2:2006, 2.3.28]

3.35 **специальная причина** (special cause): Причина изменчивости процесса, не являющейся собственной изменчивостью процесса.

Примечание 1 — Иногда, термин «специальная причина» употребляют как синоним термина «неслучайная причина». Однако между ними существует различие. Специальная причина может быть выделена только при применении специальных способов идентификации.

Примечание 2 — Специальная причина возникает под действием специфических обстоятельств, которые не всегда возникают. Таким образом, при наличии специальных причин изменчивость процесса не всегда предсказуема.

[ИСО 3534-2:2006, 2.2.4]

3.36 **случайная причина, общая причина, вероятностная причина** (random cause, common cause, chance cause): Причина собственной изменчивости процесса.

Примечание 1 — Если изменчивость процесса обусловлена только случайными причинами, то она предсказуема и определяет изменение статистики внутри установленных границ.

Примечание 2 — Снижение влияния случайных причин на процесс ведет к его улучшению. Однако степень их идентификации, сокращения и устранения является предметом анализа затрат/преимуществ с позиции технических и экономических возможностей.

[ИСО 3534-2:2006, 2.2.5]

# 4 Обозначения и сокращения

## 4.1 Обозначения

В настоящем стандарте использованы следующие обозначения:
$n$ — объем подгруппы;
$p$ — процент или доля единиц продукции;
$R$ — размах по данным подгруппы;
$R_{moving}$ — скользящий размах;
$\overline{R}$ — среднее арифметическое размахов;
$\overline{R}_{moving}$ — среднее арифметическое скользящих размахов;
$s$ — выборочное стандартное отклонение по данным подгруппы;
$\overline{s}$ — среднее выборочных стандартных отклонений по подгруппам;
$X$ — измеряемое значение;
$U_{CL_{\overline{X}}}$ верхняя контрольная граница средних;
$L_{CL_{\overline{X}}}$ — нижняя контрольная граница средних;
$U_{CL_X}$ — верхняя контрольная граница измеряемого значения;
$L_{CL_X}$ — нижняя контрольная граница измеряемого значения;
$U_{CL_R}$ — верхняя контрольная граница размахов;
$L_{CL_R}$ — нижняя контрольная граница размахов;
$U_{WL_{\overline{X}}}$ — верхняя предупреждающая граница для средних;
$L_{WL_{\overline{X}}}$ — нижняя предупреждающая граница для средних;
$U_{WL_X}$ — верхняя предупреждающая граница для измеряемого значения;
$L_{WL_X}$ — нижняя предупреждающая граница для измеряемого значения;
$\overline{X}$ — значение среднего арифметического в подгруппе.

Примечание — В международных стандартах аббревиатура может содержать несколько букв, тогда как символ состоит из единственной буквы. Причина этого — возможность неверного толкования нескольких объединенных букв в виде формулы, содержащей умножение.

## 4.2 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:
CUSUM — кумулятивная сумма;
EWMA — экспоненциально взвешенное скользящее среднее;
FMEA — анализ видов и последствий отказов;
SPC — статистическое управление процессом.

# 5 Основные принципы

## 5.1 Контрольная карта

Контрольная карта является графическим представлением данных о состоянии процесса, позволяющим визуализировать изменчивость процесса. Через определенные интервалы времени отбирают подгруппы единиц продукции установленного объема, у которых определяют значение характеристики или наличие признака. На основе полученных таким образом данных, как правило, определяют соответствующую статистику, которую отображают на контрольной карте. Типичная контрольная карта включает центральную линию, представляющую уровень, вокруг которого в среднем изменяются значения контролируемой статистики. Кроме того, на контрольной карте имеются две линии, называемые контрольными границами, они расположены по обе стороны от центральной линии и определяют область в виде полосы, в пределах которой статистика изменяется случайным образом, если процесс находится в статистически управляемом состоянии (см. приложение А).

Две контрольные границы используют для принятия решения о состоянии процесса. Границы определяют ширину полосы, которая зависит от собственной изменчивости процесса. Если полученная

статистика находится внутри полосы, делают вывод, что процесс находится в состоянии статистической управляемости и, следовательно, процесс может функционировать без изменений. Однако значение статистики вне пределов контрольных границ указывает на то, что процесс может быть неконтролируемым. Контрольная карта в этом случае подает сигнал о том, что может присутствовать специальная причина изменчивости и, следовательно, необходимо воздействовать на процесс.

Возможные воздействия на процесс включают в себя:

a) проведение исследований для определения источников специальных причин изменчивости в целях устранения, сокращения или корректировки влияния этих причин в будущем;

b) регулировку процесса;

c) продолжение функционирования процесса с учетом оценки риска;

d) остановку процесса или снижение его активности до завершения проведения корректирующих действий;

e) в случаях, когда специальные причины дают положительные последствия (например, при усовершенствовании процесса), сохранение действия специальной причины, чтобы по возможности она стала постоянной.

Иногда на контрольную карту наносят еще две границы — предупреждающие границы. Если по результатам наблюдений точка лежит вне предупреждающих границ, но внутри контрольных границ, то, несмотря на то, что никаких воздействий на процесс не требуется, необходимо обратить внимание на процесс для выявления наличия (или отсутствия) специальной причины изменчивости процесса. В этом случае может быть целесообразно сокращение интервала времени между отбором выборок и/или увеличение объема выборок для определения наличия изменений процесса. Если на контрольную карту нанесены предупреждающие границы, контрольные границы иногда называют «границами действия».

Для принятия решения о состоянии процесса используют также дополнительные правила, основанные на анализе расположения данных внутри контрольных границ. Эти правила, часто называемые правилами принятия решений, установлены в ИСО 7870-2.

Если целью контроля является решение о приемлемости процесса, могут быть использованы дополнительные границы, называемые приемочными, устанавливающие критерий решения о приемлемости процесса (см. 5.3). Приемочные контрольные карты рассмотрены в ИСО 7870-3.

### 5.2 Статистическое управление процессом

Контрольные карты часто используют для оценки стабильности процесса. Процесс является статистически управляемым, если он находится под воздействием только случайных причин, т. е. на него не воздействуют экстраординарные, неожиданные, специальные (или неслучайные) причины. Такие специальные причины могут воздействовать как на уровень, так и на изменчивость процесса или на то и другое одновременно.

Вариации, обусловленные случайными или вероятностными причинами, возникают случайным образом и, как правило, подчинены определенным статистическим законам. В основном, если процесс находится в состоянии статистической управляемости, можно достаточно достоверно предсказать его поведение, тогда как при наличии специальных причин поведение процесса не может быть спрогнозировано без информации об их наличии и о воздействии этих причин на работу процесса. Процесс, который не находится в состоянии статистической управляемости, является неконтролируемым, для приведения его в статистически управляемое состояние необходимы определенные действия. Для некоторых экономических или природных явлений могут отсутствовать способы воздействия на процесс, контрольная карта в этом случае служит для идентификации отсутствия управляемости процесса.

### 5.3 Приемлемость процесса

Кроме контроля стабильности процесса контрольные карты используют также для принятия решения о приемлемости процесса. Если процесс находится в состоянии статистической управляемости, можно принять с соответствующими рисками ошибочных решений решение о соответствии или несоответствии результата работы процесса (продукции или услуги) установленным требованиям. Такое применение контрольной карты наиболее эффективно, если изменчивость процесса не велика по сравнению с установленным допуском. В таких ситуациях уровень процесса может временно приблизиться к границе неконтролируемого состояния, хотя продукция и услуга все еще соответствуют установленным требованиям. Контрольную карту в этом случае используют для обеспечения приемлемого статуса

процесса, несмотря на изменения уровня процесса. В этом случае необходимо использовать контрольные карты в соответствии с ИСО 7870-3.

### 5.4 Управление процессом с естественным дрейфом

Если под воздействием неустранимых причин возникает дрейф уровня процесса, например, при контроле концентрации химического вещества в партии управляя концентрацией с помощью компенсирующей составляющей можно регулировать уровень процесса. В этой ситуации могут быть использованы специально разработанные контрольные карты, позволяющие определить, когда и как необходимо отрегулировать процесс, чтобы компенсировать такие воздействия. Такой тип управления часто приводит к существенному уменьшению изменчивости процесса. В частности, он гарантирует, что регулировку процесса выполняют не чаще, чем необходимо, излишняя регулировка может увеличить собственную изменчивость процесса.

### 5.5 Вероятность ошибочных решений

При оценке состояния управляемости процесса на основе установленных правил принятия решений и данных ограниченной выборки могут быть приняты ошибочные решения двух типов.

Ошибка первого рода возникает, когда на основе наблюдений, нанесенных на контрольную карту, принимают решение о том, что процесс не находится в статистически управляемом состоянии и нужны корректирующие действия, в то время как на самом деле процесс функционирует в пределах воздействия случайных причин. Следовательно, процесс ошибочно объявляют нестабильным. Вероятность такой ошибки называют $\alpha$-риском и обозначают $\alpha$.

Ошибка второго рода возникает, когда под воздействием специальной причины процесс является нестабильным, но на основе данных, нанесенных на контрольную карту, принимают решение о том, что процесс является стабильным. Пока данные на контрольной карте не покажут истинное состояние процесса, его ошибочно считают стабильным. Вероятность такой ошибки называют $\beta$-риском и обозначают $\beta$.

Ошибки первого и второго рода зависят от контрольных границ, правил принятия решения и объема выборки, соответствующий выбор которых позволяет ограничить ошибки.

### 5.6 План сбора данных

#### 5.6.1 Общие положения

Наиболее важным элементом сбора данных является выбор контролируемых характеристик и идентификация места или стадии для контроля. Способ сбора данных имеет фундаментальное значение при использовании контрольной карты для эффективного распознавания случайных и специальных причин. На основе понимания особенностей процесса и собираемых данных следует уделить особое внимание формированию выборок или подгрупп, объему и частоте, с которой их отбирают.

#### 5.6.2 Выбор характеристик

Первоначально при выборе характеристик следует уделить внимание характеристикам, для которых желательна программа контроля. Один из важных аспектов выбора характеристики процесса состоит в том, что характеристика должна точно отражать состояние процесса. Другой важный аспект — связь характеристики с показателем качества продукции. В примере ниже продемонстрирован выбор характеристики. В таблице 1 показан процесс выбора характеристики, который основан на FMEA (анализе видов и последствий отказов) и анализе процесса. Наилучшей характеристикой для контрольной карты является характеристика, имеющая наиболее высокий уровень значимости, которую как можно раньше можно контролировать при работе процесса. Из таблицы 1 видно, что давление и крутящий момент валков могут быть кандидатами характеристик процесса, используемыми для построения контрольных карт.

Таблица 1 — Выбор характеристик

| Ранг значимости (на основе FMEA) | Примеры характеристик продукции | Характеристика элемента продукции | Примеры контролируемых характеристик процесса |
|---|---|---|---|
| 9—10, критично по безопасности | Толщина изолирующего материала | Диаметр рукоятки | Давление валков |

*Окончание таблицы 1*

| Ранг значимости (на основе FMEA) | Примеры характеристик продукции | Характеристика элемента продукции | Примеры контролируемых характеристик процесса |
|---|---|---|---|
| 5—8, значимая характеристика | Сопротивление движению | Диаметр резьбы винта | Крутящий момент, прикладываемый к стержню |
| 2—4, другое | Наличие царапин на поверхности | Шероховатость поверхности | Обработка поверхности |

**5.6.3 Оценка процесса измерений**

До выполнения действий по управлению процессом важно выполнить валидацию процесса измерений. Изменчивость, связанную с выполнением измерений (см. ИСО 22514-7), следует исследовать на предмет корректности обнаружения отклонений. При выборе процедуры измерений (включая метод, средства измерений) следует учитывать требования к процессу или изменчивость процесса.

**5.6.4 Отбор подгрупп**

Подгруппы — это выбранные единицы продукции, изготовленные контролируемым процессом, отобранные в соответствии с установленным способом. В качестве данных о характеристиках продукции используют такие статистики, как число несоответствий, среднее арифметическое или размах. Их вычисляют и отображают на контрольной карте.

Рациональные выборки или подгруппы следует отбирать так, чтобы каждая подгруппа была настолько однородна, насколько позволяет процесс. Предполагается, что в пределах рациональной подгруппы изменения могут быть вызваны только случайными причинами. Эти причины являются источниками собственной изменчивости процесса в течение продолжительного времени. Рациональные подгруппы отбирают для обнаружения специальных причин изменчивости между подгруппами. Краткосрочную изменчивость оценивают, используя изменчивость в пределах последовательности однородных подгрупп, и на ее основе определяют положение контрольных границ на контрольной карте, а долгосрочную изменчивость, как правило, оценивают по изменениям между подгруппами. Хорошим основанием для формирования подгрупп является время, поскольку такой подход позволяет обнаружить специальные причины, появление которых требует некоторого времени. Однако другие основания, такие как необходимость изучения изменчивости, связанной с операторами, машинами или поставщиками, могут потребовать формирования подгрупп на основе группировки данных, связанных с определенными операторами, машинами или поставщиками.

Рациональная подгруппа должна отражать воздействие всех причин случайных изменений, если они являются значимыми. Например, серия повторных измерений на образце материала может не отражать влияние расположения образца в приборе или способа его получения. В таких условиях повторные наблюдения дают нереалистично низкую оценку собственной изменчивости измерений. Таким образом, почти по любому фактическому измерению процесс может быть «нестабильным».

**5.6.5 Объем подгруппы**

Объем подгруппы должен быть выбран так, чтобы обеспечить возможность обнаружения небольших изменений процесса и низкий риск необнаружения специальных причин. Больший объем подгруппы требует больше затрат, но обеспечивает более точную оценку состояния процесса и, следовательно, более эффективный контроль. Однако если выборка является слишком большой, в период отбора выборки на процесс могут воздействовать специальные причины, вызывая увеличение изменчивости внутри выборки, следовательно, контрольные границы могут оказаться более широкими, а значит, многие специальные причины могут быть не обнаружены.

При контроле по альтернативному признаку необходимый объем подгруппы для обнаружения изменений в долях несоответствий, как правило, должен быть существенно больше, чем объем подгруппы для контроля по количественному признаку, так как данные контроля по альтернативному признаку содержат намного меньше информации, чем данные контроля по количественному признаку.

В некоторых случаях при формировании выборки рационально и целесообразно собирать информацию по отдельным единицам продукции (т. е. по подгруппам единичного объема). Это относится к ситуации, когда контроль является разрушающим или отбор выборки требует больших затрат, или когда повторные измерения показателей процесса (при непрерывном производстве или производстве партиями) отличаются только ошибками при выполнении анализа или погрешностью инструмента.

#### 5.6.6 Частота отбора выборок

Частота отбора выборок зависит от величины изменений процесса, которые необходимо своевременно обнаружить, а также от стоимости процесса, функционирующего в состоянии отсутствия статистической управляемости. Чем меньше изменения, которые необходимо обнаружить, тем большее количество выборок заданного объема должно быть отобрано до появления сигнала на карте. Сокращение периода между отбором выборок сокращает период обнаружения таких отклонений процесса, когда процесс может выйти из стабильного состояния и начать изготавливать дефектную продукцию. Однако при определении периодичности отбора выборок следует учитывать затраты на отбор и контроль выборки. Периодичность отбора выборок следует назначать так, чтобы она не совпадала с периодом изменения параметров, которые могут вызывать изменение процесса (например, отбор выборки в начале рабочего дня, когда температура ниже, или отбор каждой 50-й единицы продукции в начале партии сырья, или в начале смены).

### 5.7 Карты контроля по количественному и альтернативному признаку

Контрольные карты могут быть применены как для количественных, так и для альтернативных данных. Количественные данные — это результаты наблюдений, проводимых с помощью измерений и записи числовых значений контролируемого показателя единиц выборки, что предполагает некоторую непрерывную шкалу изменения этого показателя. Альтернативные данные − это результаты наблюдений наличия (или отсутствия) определенного признака или свойства у каждой единицы выборки и подсчета числа единиц, имеющих (или не имеющих) данный признак, или числа таких признаков у контролируемой единицы. Результаты затем представляют в виде частоты или процента (доли).

В основном контрольные карты, используемые для количественных данных (называемые картами контроля по количественному признаку), отличаются от контрольных карт, используемых для альтернативных данных (называемых картами контроля по альтернативному признаку) по виду распределений контролируемых характеристик.

В большинстве случаев карты контроля по количественному признаку применяют в случае, когда предполагается, что результаты наблюдений являются статистически независимыми и могут быть описаны нормальным распределением. В результате используют два вида контрольных карт — для контроля среднего или центрального уровня и для контроля изменчивости процесса. На карте первого вида в качестве меры положения используют выборочное среднее, выборочную медиану или единственную измеряемую характеристику (если выборка содержит только одну единицу продукции). На карте второго вида в качестве меры разброса или изменчивости в пределах выборки используют выборочное стандартное отклонение, выборочный размах или абсолютную разность двух последовательных наблюдений, если выборка содержит только одну единицу продукции в единицу времени. Для эффективного контроля по количественному признаку применяют оба вида карт.

Расстояние между контрольными границами на контрольной карте среднего процесса является функцией изменчивости, контролируемой по карте разброса. Поэтому важно при построении контрольной карты среднего процесса убедиться, что процесс является статистически стабильным в отношении его разброса.

В большинстве случаев применения карт контроля по альтернативному признаку, как правило, используют биномиальное распределение или распределение Пуассона. Каждое из этих распределений имеет единственный параметр, который контролируют для оценки стабильности процесса. Поэтому в случае контроля по альтернативному признаку применяют единственную контрольную карту. Контрольные границы такой карты находят на основе объема подгруппы и определенных доли или количества несоответствующих единиц продукции.

## 6 Виды контрольных карт

Контрольные карты, установленные в настоящем стандарте, предназначены для работы со следующими свойствами процесса: стабильность процесса и приемлемость процесса.

Если необходимо достигнуть или поддерживать стабильность процесса, могут быть использованы контрольные карты Шухарта (см. ИСО 7870-2) и другие контрольные карты.

Если контрольные карты применяют для обеспечения приемлемости процесса, необходимо использовать приемочные контрольные карты (см. ИСО 7870-3). Однако в соответствии с ИСО 7870-3 сначала должно быть проведено исследование с помощью контрольной карты Шухарта для валидации

использования приемочной контрольной карты. Кроме того необходимо обеспечить контроль изменчивости процесса.

Некоторые из перечисленных контрольных карт описаны в разделах 7 и 8.

Кроме того, существуют статистические методы, описанные в разделе 9, которые необходимо применять, когда невозможно привести процесс в состояние статистической управляемости или поддерживать процесс в этом состоянии. Эти методы позволяют удерживать процесс так близко к цели, насколько это возможно.

# 7 Карты стабильности процесса

## 7.1 Общие положения

Существуют два основных типа контрольных карт Шухарта.

На контрольной карте первого типа отсутствуют предварительно установленные контрольные границы. В картах этого типа применяют контрольные границы, построенные на основе данных выборки или подгруппы. Контрольную карту первого типа используют для определения наличия в серии наблюдений отклонений, превышающих ожидаемые случайные отклонения. В основном этот тип контрольных карт используют для выявления всех видов отсутствия управляемости процесса, особенно на этапе исследований и разработки, ранних исследовательских испытаний, в начале производства и при исследовании услуг. Этот тип контрольной карты полезен для оценки изменчивости новых процессов, продукции или услуги, включая изменчивость метода измерения. На данном этапе при интерпретации результатов следует проявлять осторожность, т.к. контрольные границы являются функцией данных наблюдения.

Ко второму типу относят контрольные карты, с установленными контрольными границами, построенными на основе стандартных значений контролируемых характеристик. Стандартные значения могут быть установлены на основе:

a) предшествующих представительных данных (например, полученных из опыта использования контрольных карт с отсутствующими, предварительно установленными контрольными границами);

b) экономических соображений, потребностей в услуге и затрат на производство;

c) целевого значения, указанного в технической документации.

Эту форму контрольной карты используют для мониторинга процессов, контролируя превышение отклонения наблюдаемых выборочных значений от принятых стандартных значений более ожидаемого при наличии только случайных причин.

Предпочтительно, чтобы стандартные значения были определены в соответствии с перечислением a), поскольку переход от использования контрольной карты типа 1 (без предварительно установленных контрольных границ) к использованию контрольных карт типа 2 (с установленными контрольными границами) требует непрерывного контроля процесса.

Необходимо отметить, что использование контрольных карт второго типа позволяет оценить не только постоянство причин, влияющих на процесс, но также оценить соответствие изменений контролируемого параметра под воздействием этих причин установленным целевым значениям.

## 7.2 Неполный перечень контрольных карт Шухарта и других контрольных карт этого вида

### 7.2.1 Общие положения

Данный перечень включает три категории контрольных карт. Первые две предназначены для контроля независимых наблюдений, полученных из одной или нескольких подгрупп. Третья категория предназначена для контроля данных, для которых требование независимости не выполняется.

### 7.2.2 Контрольные карты, использующие данные только одной подгруппы для каждого наносимого на карту значения

7.2.2.1 Карты контроля по количественному признаку

Контрольные карты, использующие данные контроля единственной подгруппы для каждого наносимого на карту значения, включают следующие виды контрольных карт:

a) Xbar-карты и *R*-карты (карты контроля изменения среднего процесса и контроля разброса по выборочному размаху) или Xbar-карты и *s*-карты (контрольные карты выборочного стандартного

отклонения). При этом вместо контрольной карты выборочного среднего может быть использована контрольная карта медиан (см. ИСО 7870-2);

b) *X*-карты и контрольные карты скользящих размахов (см. 7.2.3) (см. ИСО 7870-8);

c) многомерные контрольные карты (см. ИСО 7870-7);

d) контрольные карты с трендом;

e) контрольные карты экстремальных значений;

f) групповые контрольные карты;

g) контрольные карты коэффициента вариации;

h) *z*-карты и *R*-карты (см. ИСО 7870-5 и ИСО 7870-8).

Многомерные контрольные карты используют для обнаружения изменений среднего процесса или изменения взаимосвязи (ковариации) между несколькими характеристиками. Как правило, на контрольную карту наносят только одну комплексную статистику, получаемую на основе комбинации нескольких контролируемых характеристик.

7.2.2.2 Карты контроля по альтернативному признаку

Контрольные карты, использующие данные контроля по альтернативному признаку единственной подгруппы для каждого наносимого на карту значения, охватывают следующие виды контрольных карт:

a) *p*-карта (контрольная карта долей или процента);

b) *np*-карта (контрольная карта числа несоответствующих единиц (продукции));

c) *c*-карта (контрольная карта числа несоответствий);

d) *u*-карта (контрольная карта числа несоответствий на единицу (продукции));

e) стандартизованная *p*-карта;

f) контрольная карта баллов качества;

g) контрольная карта для контроля с помощью калибра;

h) *X*-карта и контрольная карта скользящих размахов для баллов и пропорций.

**7.2.3 Контрольные карты, использующие данные нескольких подгрупп для каждого наносимого на карту значения**

7.2.3.1 Контрольная карта скользящих средних и скользящих размахов с *X*-картой (см. ИСО 7870-5)

В некоторых случаях на *X*-карте отмечают отдельные наблюдения. Значение скользящего размаха (разности между двумя последовательными наблюдениями) затем наносят на карту скользящих размахов для оценки и контроля изменчивости процесса. Иногда вместо *X*-карт могут быть использованы скользящие средние последовательных *n* наблюдений.

7.2.3.2 Контрольная карта кумулятивных сумм (CUSUM-карта) (см. ИСО 7870-4)

Кумулятивные суммы отклонений отдельных наблюдений или значения статистик подгруппы, таких как $\bar{x}$, *R*, *s* и *p*, отмечают на карте. Состояние управляемости процесса определяют с помощью *V*-маски. Эта карта обычно более чувствительна к небольшим изменениям состояния процесса, чем обычная контрольная карта Шухарта. Аналогично для случаев, когда целью является обнаружение нестандартных состояний, а не графическое представление последовательных данных, используют табличный метод CUSUM, для которого не требуется использовать карту. В этом случае правило принятия решения, заменяющее *V*-маску, основано на расчетах. Полезной особенностью метода CUSUM (графического или табличного) является возможность определения точки, в которой возможно произошло изменение параметров процесса.

7.2.3.3 Карта экспоненциально взвешенного скользящего выборочного среднего (EWMA-карта) (см. ИСО 7870-6)

Отдельные наблюдения или выборочные средние по подгруппам, или размахи подгрупп, или стандартные отклонения подгрупп, а также все предыдущие наблюдения усредняют, но более ранние данные используют с прогрессивно уменьшающимися весовыми коэффициентами. Вследствие большего влияния последних наблюдений данная контрольная карта более чувствительна к небольшим изменениям процесса, но менее чувствительна к большим изменениям процесса в отличии от контрольной карты Шухарта.

**7.2.4 Контрольные карты для зависимых (автокоррелированных) наблюдений**

Обычно при использовании контрольных карт для количественных данных применяют предположение о том, что в случае, когда процесс находится в статистически управляемом состоянии, наблюдения являются независимыми и подчиняются нормальному распределению с постоянными средним и стандартным отклонением. А выход процесса из устойчивого состояния приводит к изменениям среднего или стандартного отклонения процесса (или обоих).

Одним из самых важных предположений, относительно данных при использовании контрольных карт, является предположение о независимости наблюдений. Обычные контрольные карты не дают хорошего результата, если данные наблюдений контролируемой характеристики имеют даже слабую связь во времени, т. е. подвержены автокорреляции. Очевидно, что в этом случае контрольные карты дают недостоверные результаты. К сожалению, предположение о независимости или некоррелированности наблюдений не выполняется для некоторых производственных процессов. Одним из примеров такой ситуации являются химические процессы, для которых последовательные измерения характеристик процесса, а также изготавливаемой процессом продукции, часто сильно коррелированы. Другим примером является автокорреляция между результатами автоматизированного контроля измерений, выполняемых на каждой единице продукции в соответствии со временем изготовления.

Один способ работы с автокоррелированными данными — это более редкий отбор выборки данных о процессе, что позволяет ослабить корреляцию данных в выборке. Другой подход — использование подгрупп с объемом, равным единице. Однако это не позволяет эффективно использовать доступные данные и требует намного большего времени для обнаружения изменений процесса, чем при использовании всех данных.

Предпочтительный подход в этой ситуации состоит в рассмотрении дрейфа или блужданий как неотъемлемых составляющих процесса. Данные, скорректированные с учетом таких динамических изменений, вызванных автокорреляцией, контролируют. Корреляционную схему данных описывают с помощью подходящей модели временных рядов. Такая модификация данных позволяет устранить автокорреляцию, а модифицированные данные, называемые остатками, являются некоррелированными и могут быть соответственно представлены на контрольной карте.

## 8 Контрольные карты для приемки процесса

### 8.1 Общие положения

Приемочные контрольные карты используют для принятия решения о приемлемости процесса на основе контроля доли значений контролируемых параметров за границами поля допуска. Для этих целей строят верхнюю и нижнюю Xbar-линии. Так как эффективность контрольных карт зависит от наличия устойчивости процесса, необходимо помнить, что для контроля изменчивости внутри подгруппы использование *R* (или *s*) карт является обязательным.

Особенность приемочной контрольной карты в отличие от обычной контрольной карты Шухарта состоит в том, что процесс не требует удержания его около некоторого единственного стандартного уровня до тех пор, пока разброс внутри подгрупп можно считать удовлетворительным. При этом процесс может протекать на любом уровне или уровнях в пределах некоторой зоны, установленной на основе вычислений. Предполагают, что некоторые неслучайные причины вызывают сдвиги уровня процесса, но они настолько малы относительно установленных требований к продукции или услуге, что проводить жесткое управление неэффективно. Это означает, что слишком тщательное отслеживание уровня процесса потребует больших затрат, и, кроме того, может увеличить изменчивость процесса. С другой стороны, некоторые сдвиги уровня процесса весьма значительны для раннего обнаружения, и риск их необнаружения важно учитывать.

Ключевое отличие данной контрольной карты от контрольной карты Шухарта и других соответствующих контрольных карт — учет требований, которые не рассматривают в картах, используемых для проверки статистически управляемого состояния процесса.

### 8.2 Приемочные контрольные карты (см. ИСО 7870-3)

Приемочные контрольные карты учитывают как риск ошибочного отклонения процесса, функционирующего на приемлемом уровне, так и риск ошибочной приемки процесса, функционирующего на неприемлемом уровне. Типичная процедура составления карты состоит в следующем.

Зона приемки процесса ограничена приемочными уровнями процесса и рядом браковочных уровней процесса. Вычисляют объем подгрупп, соответствующий установленной ошибке первого рода ($\alpha$-риску ошибочного отклонения процесса) и ошибке второго рода ($\beta$-риску ошибочной приемки процесса). Затем вычисляют контрольные границы и наносят их на контрольную карту для принятия решения оператором процесса.

### 8.3 Модифицированные контрольные карты (контрольные карты с модифицированными границами; см. ИСО 7870-3)

Модифицированная контрольная карта позволяет обеспечить заданный уровень доверия к тому, что процесс функционирует на удовлетворительном уровне и доля изготовленной им несоответствующей продукции составляет не более заданной доли для данного объема подгруппы.

Модифицированные границы допускают изменения среднего процесса в пределах заданного диапазона, выбранного таким образом, что доля несоответствующей продукции составляет не более заданной доли.

## 9 Регулировка процесса

Иногда невозможно привести процесс в состояние статистической управляемости или поддерживать его на этом уровне, поскольку некоторое количество отклонений не может быть устранено или в достаточной мере уменьшено. Причины таких отклонений могут быть неизвестными или их устранение может требовать больших затрат. Контрольные карты в данном случае применяют не для выявления неслучайных причин, а для поддержки процесса на целевом уровне. Это требует применения моделей прогнозирования изменения процесса, позволяющих предвидеть, что будет, если процесс функционирует без изменений и при выполнении немедленных действий по регулировке процесса для препятствия отклонению процесса от целевого уровня. Так как параметры модели, используемой для прогнозирования процесса, в большой степени зависят от его особенностей, контрольные карты для регулировки процесса должны быть построены с учетом упомянутых особенностей.

В отличие от упомянутых выше контрольных карт прогноз уровня процесса основан на предположении о том, что процесс и далее будет сохранять наблюдаемые тенденции изменения, что позволяет препятствовать его отклонению от целевого значения. При наличии хорошей модели прогноза ее использование может быть очень эффективным для ослабления изменчивости процесса. Применение слишком грубой модели может привести к увеличению изменчивости процесса. Эффективность модели прогноза может быть оценена путем фиксирования на контрольной карте Шухарта предсказанных и фактических значений и проверки состояния статистической управляемости.

Регулировка процесса основана на следующем:

1) прогнозировании следующего наблюдения на основе использования модели прогноза;

2) оценке разности между прогнозируемым и целевым значениями;

3) уменьшении разности путем изменения контролируемого показателя, если это возможно. В этом случае контролируемый показатель является параметром процесса, а его изменение приводит к изменению продукции, изготавливаемой процессом.

**Приложение А**
**(справочное)**

## Способы изображения и цвета линий, применяемые при построении контрольных карт

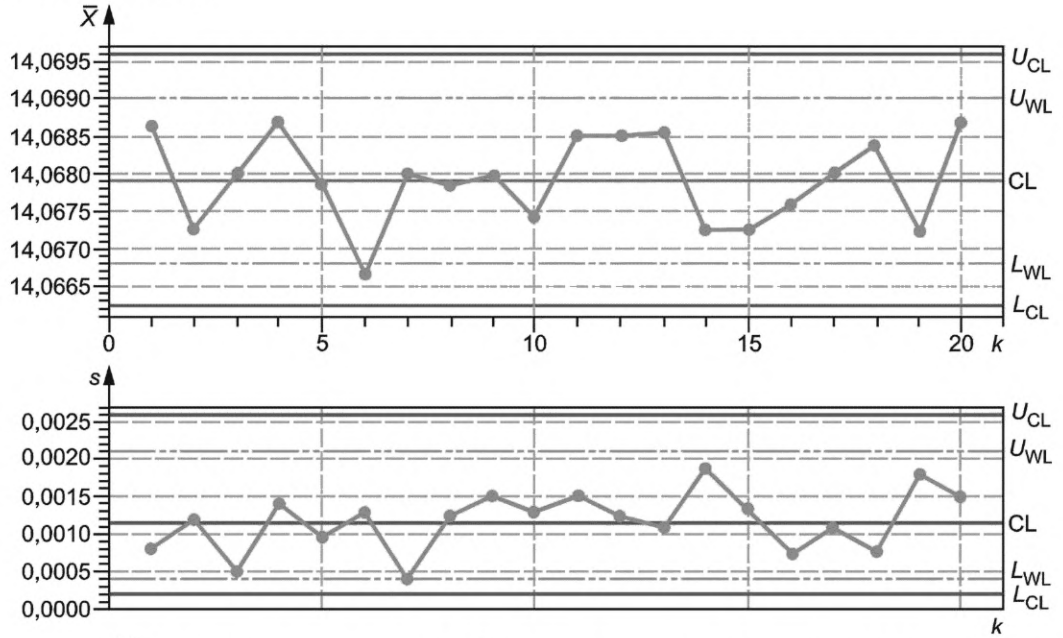
### А.1 Способы изображения, цвета и обозначения

В таблице А.1 приведены способы изображения, размеры и цвета элементов контрольной карты, используемые в стандартах серии ИСО 7870. При составлении контрольных карт рекомендуется использовать способы изображения, размеры и цвета элементов, приведенные в таблице А.1.

Таблица А.1 — Элементы контрольной карты — способы изображения и цвета

| Наименование элемента карты | Графический элемент | Способ изображения | Графическое представление | Размер | Цвет | RGB |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Контрольные линии — верхняя и нижняя (карта типа 1) (см. 7.1) | Линия | Пунктирная линия | | 2 | Красный | 255 000 000 |
| Контрольные линии — верхняя и нижняя (карта типа 2) (см. 7.2) | Линия | Сплошная линия | | 2 | Красный | 255 000 000 |
| Предупреждающие линии — верхняя и нижняя | Линия | Пунктирная линия | | 2 | Оранжевый | 250 150 050 |
| Средняя линия | Линия | Пунктирная линия | | 2 | Зеленый | 000 200 000 |
| Центральная линия | Линия | Сплошная линия | | 2 | Зеленый | 000 200 000 |
| Точка данных | Круглая точка | Закрашенный кружок | | 1 | Синий | 000 110 190 |
| Линия, соединяющая точки данных | Линия | Сплошная линия | | 1 | Синий | 000 110 190 |
| Линии сетки | Линия | Пунктирная линия | | 1 | Серый | 210 210 210 |
| Опорные границы (границы вариации) | Линия | Пунктирная линия | | 1 | Красный | 255 000 000 |
| Кривая распределения | Линия | Сплошная линия | | 3 | Красный | 255 000 000 |
| Границы поля допуска | Линия | Сплошная линия | | 3 | Темно-фиолетовый | 030 003 047 |
| Естественная граница | Линия | Пунктирная линия | | 2 | Красный | 255 000 000 |

На рисунке А.1 представлена контрольная карта, выполненная для продукции Q-DAS[1)]. Способ изображения и цвета выбраны в соответствии с таблицей А.1. На рисунке представлены две контрольные карты с контрольными линиями (карта типа 2), предупреждающими линиями, осевыми линиями, точками данных, линиями, соединяющими данные, и линиями сетки.




*k* — номер подгруппы; $\bar{X}$ — средний диаметр в мм; *s* — выборочное стандартное отклонение в мм; $U_{CL}$ — верхняя контрольная граница; $L_{CL}$ — нижняя контрольная граница; $U_{WL}$ — верхняя предупреждающая граница; $L_{WL}$ — нижняя предупреждающая граница; CL — центральная линия

Рисунок А.1 — Пример контрольной карты. Способ изображения элементов карты

### А.2 Некоторые элементы контрольных карт. Обозначения

В таблице А.2 приведен перечень элементов контрольных карт и их обозначений, используемых в серии стандартов ИСО 7870. При составлении контрольных карт рекомендуется использовать обозначения, приведенные в таблице А.2.

Таблица А.2 — Обозначения элементов контрольных карт

| Элемент контрольной карты | Обозначение |
|---|---|
| Верхняя и нижняя контрольные линии для средних (карты типов 1 и 2) | $U_{CL\bar{X}}L_{CL\bar{X}}$ |
| Верхняя и нижняя контрольные линии для отдельных значений (карты типов 1 и 2) | $U_{CL_X}L_{CL_X}$ |
| Верхняя и нижняя контрольные линии для размахов (карты типов 1 и 2) | $U_{CL_R}L_{CL_R}$ |
| Верхняя и нижняя предупреждающие линии для средних (карты типов 1 и 2) | $U_{WL\bar{X}}L_{WL\bar{X}}$ |
| Верхняя и нижняя предупреждающие линии для отдельных значений (карты типов 1 и 2) | $U_{WL_X}L_{WL_X}$ |
| Верхняя и нижняя предупреждающие линии для размахов (карты типов 1 и 2) | $U_{WL_R}L_{WL_R}$ |
| Центральная линия для средних | $\bar{\bar{X}}$ |
| Центральная линия для отдельных значений | $\bar{X}$ |
| Центральная линия для размахов | $\bar{R}$ |
| Центральная линия для скользящих размахов | $\bar{R}_{moving}$ |

[1)] Q-DAS — торговое наименование продукции, поставляемой компанией Q-DAS GmbH. Данная информация предоставлена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является одобрением ИСО данной продукции.

**Приложение ДА**
**(справочное)**

## Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта |
|---|---|---|
| ISO 3534-1 | IDT | ГОСТ Р ИСО 3534-1—2019 «Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей» |
| ISO 3534-2 | IDT | ГОСТ Р ИСО 3534-2—2019 «Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 2. Прикладная статистика» |

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

IDT — идентичные стандарты.

**Приложение ДБ**
**(справочное)**

## Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов, указанных в библиографии настоящего стандарта, национальным стандартам

Таблица ДБ.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта |
|---|---|---|
| ISO 10012 | IDT | ГОСТ Р ИСО 10012—2008 «Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию» |
| ISO 11462-1 | IDT | ГОСТ Р ИСО 11462-1—2007 «Статистические методы. Руководство по внедрению статистического управления процессами. Часть 1. Элементы» |
| ISO 11462-2 | IDT | ГОСТ Р ИСО 11462-2—2012 «Статистические методы. Руководство по внедрению статистического управления процессами. Часть 2. Методы и приемы» |
| ISO 22514-7 | IDT | ГОСТ Р ИСО 22514-7—2014 «Статистические методы. Управление процессами. Часть 7. Воспроизводимость процессов измерений» |
| ISO 7870-2 | IDT | ГОСТ Р ИСО 7870-2—2015 «Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта» |
| ISO 7870-3 | IDT | ГОСТ Р ИСО 7870-3—2013 «Статистические методы. Контрольные карты. Часть 3. Приемочные контрольные карты» |
| ISO 7870-4 | IDT | ГОСТ Р ИСО 7870-4—2013 «Статистические методы. Контрольные карты. Часть 4. Карты кумулятивных сумм» |
| ISO 7870-5 | — | * |
| ISO 7870-6 | — | * |
| ISO 7870-7 | — | * |
| ISO 7870-8 | — | * |

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

IDT — идентичные стандарты.

## Библиография


[1] ISO 10012, Measurement management systems — Requirements for measurement processes and measuring equipment

[2] ISO 11462-1, Guidelines for implementation of statistical process control (SPC) — Part 1: Elements of SPC

[3] ISO 11462-2, Guidelines for implementation of statistical process control (SPC) — Part 2: Catalogue of tools and techniques

[4] ISO 22514-7, Statistical methods in process management — Capability and performance — Part 7: Capability of measurement processes

[5] Grant L., Leavenworth R., Statistical Quality Control. McGraw-Hill, New York, Seventh Edition, 2000

[6] Ishikawa K. Introduction to Quality Control. 3A Corporation, Tokyo, Japan, 1990

[7] Montgomery D.C. Statistical Quality Control: A Modern Introduction, John Wiley and sons. International Student Version, New York, Seventh Edition, 2013

[8] Ryan T.P., Statistical methods for quality improvement. John Wiley and sons, New York, Third Edition, 2011

[9] Shewhart W.A. Economic Control of Quality of Manufactured Product. Van Nostrand, D. Inc., New York, 1931. Republished by American Society for Quality (1980)

[10] Wheeler D.J., Understanding Variation: The Key to Managing Chaos. SPC Press, Tennessee, Second Edition, 1999

[11] Wheeler D.J., Chambers D.S., Understanding Statistical Process Control. SPC Press, Tennessee, Third Edition, 2010

[12] AIAG Statistical process control — Reference manual. AIAG, Fourth Edition

[13] Tague N.R. The Quality Toolbox. ASQ, Milwaukee, WI, Second Edition, 2004

[14] Ishikawa K. Guide to Quality Control. Asian Productivity Organization Tokyo, 1982

[15] ISO 7870-2, Control charts — Part 2: Shewhart control charts

[16] ISO 7870-3, Control charts — Part 3: Acceptance control charts

[17] ISO 7870-4, Control charts — Part 4: Cumulative sum charts

[18] ISO 7870-5, Control charts — Part 5: Specialized control charts

[19] ISO 7870-6, Control charts — Part 6: EWMA control charts

[20] ISO 7870-7, Control charts — Part 7: Multivariate control charts

[21] ISO 7870-8, Control charts — Part 8: Charting techniques for short runs and small mixed batches

УДК 658.562.012.7:65.012.122:006.352 ОКС 03.120.30

Ключевые слова: статистический приемочный контроль, контроль по альтернативному признаку, контрольная карта, контрольная карта Шухарта, приемочная контрольная карта, статистическое управление процессом, приемлемость процесса, выборка, отбор выборки, единица продукции, процент несоответствующих единиц продукции

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 18.08.2022. Подписано в печать 25.08.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,51.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru