ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 10017— 2026

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

Руководство по применению статистических методов в соответствии с ИСО 9001:2015

(ISO 10017:2021, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Ассоциацией по сертификации «Русский Регистр» (Ассоциация «Русский Регистр») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 076 «Системы менеджмента»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 мая 2026 г. № 447-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 10017:2021 «Менеджмент качества. Руководство по применению статистических методов в соответствии с ISO 9001:2015» («Quality management — Guidance on statistical techniques for ISO 9001:2015», IDT)

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО/ТО 10017—2005

*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, 2021
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

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 Статистические методы при применении ИСО 9001 2
5 Количественные данные и соответствующие статистические методы в ИСО 9001 2
6 Применимость выбранных методов 9
7 Описание статистических методов 9
7.1 Описательная статистика 9
7.2 Планирование экспериментов 12
7.3 Проверка гипотез 13
7.4 Анализ измерительных систем 14
7.5 Анализ воспроизводимости процесса 15
7.6 Регрессионный анализ 16
7.7 Анализ безотказности 18
7.8 Выборочный контроль 19
7.9 Моделирование 21
7.10 Статистическое управление процессами 21
7.11 Статистическое назначение допусков 23
7.12 Анализ временных рядов 24
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам 27
Библиография 28

Введение

Вариабельность присуща поведению и выходам практически всех процессов и видов деятельности даже в условиях кажущейся стабильности. Такую вариабельность можно наблюдать в течение всего жизненного цикла в количественных характеристиках процессов и в получаемых в результате продукции и услугах.

Статистические методы могут помочь при измерении, описании, анализе, интерпретации и моделировании вариабельности (как при работе с относительно ограниченным объемом данных, так и при работе с большими массивами данных). Статистический анализ данных может обеспечить лучшее понимание характера, степени и причин вариабельности. Он может помочь решить и даже предотвратить проблемы и снизить риски, которые могут возникнуть в результате такой вариабельности.

Анализ данных с использованием статистических методов может способствовать принятию решения и тем самым улучшению пригодности процессов и полученных в результате выходов. Применение статистических методов к данным во всех секторах дает потенциально выгодные выходы.

Критерии для определения необходимости использования статистических методов и уместность выбранных(ого) методов(а) остаются прерогативой организации.

Назначение настоящего стандарта — помочь организации в идентификации статистических методов в сравнении с элементами системы менеджмента качества, как определено в ИСО 9001:2015. Применение таких методов может дать значительные выгоды в качестве, производительности и затратах.

Настоящий стандарт также может быть использован для поддержки других систем менеджмента и поддерживающих стандартов, например системы экологического менеджмента, системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

Руководство по применению статистических методов в соответствии с ИСО 9001:2015

Quality management. Guidance on statistical techniques for ISO 9001:2015

Дата введения — 2027—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт представляет собой руководство по выбору соответствующих статистических методов, которые могут быть полезны организации, независимо от размера или сложности, при разработке, применении, поддержании и улучшении системы менеджмента качества в соответствии с ИСО 9001:2015.

Настоящий стандарт не является руководством по использованию статистических методов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок 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)

ISO 3534-3, Statistics — Vocabulary and symbols — Part 3: Design of experiments (Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 3. Планирование экспериментов)

ISO 3534-4, Statistics — Vocabulary and symbols — Part 4: Survey sampling (Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 4. Выборочное обследование)

ISO 9000:2015, Quality management systems — Fundamentals and vocabulary (Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 3534-1, ИСО 3534-2, ИСО 3534-3, ИСО 3534-4, ИСО 9000:2015, а также следующий термин с соответствующим определением.

ИСО и МЭК поддерживают терминологические базы данных, используемые в целях 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 **статистическая техника (статистический метод)** (statistical technique, statistical method): Методика, используемая для анализа количественных данных, связанная с вариацией изучаемых продукции, процессов, услуг и явлений, для предоставления информации об изучаемом объекте.

Издание официальное

Примечание — Статистические методы в равной степени применимы к качественным (нечисловым) данным, если такие данные могут быть преобразованы в количественные (числовые) данные.

4 Статистические методы при применении ИСО 9001

Статистические методы могут способствовать оцениванию, управлению и улучшению процессов и их результирующих выходов, а также помочь оценить и улучшить результативность системы менеджмента качества.

Статистические методы или семейства методов, которые широко используются и находят полезное применение при внедрении ИСО 9001, включают:

- описательную статистику (descriptive statistics) (см. 7.1);
- планирование экспериментов (design of experiments, DOE) (см. 7.2);
- проверку гипотез (hypothesis testing) (см. 7.3);
- анализ измерительных систем (measurement system analysis, MSA) (см. 7.4);
- анализ воспроизводимости процесса (process capability analysis) (см. 7.5);
- регрессионный анализ (regression analysis) (см. 7.6);
- анализ безотказности (reliability analysis) (см. 7.7);
- выборочный контроль (sampling) (см. 7.8);
- моделирование (simulation) (см. 7.9);
- статистическое управление процессом (statistical process control, SPC) (см. 7.10);
- статистическое назначение допусков (statistical tolerance) (см. 7.11);
- анализ временных рядов (time series analysis) (см. 7.12).

Многие из этих методов используются совместно с другими методами или как составная часть других статистических методов.

Перечень статистических методов, приведенный в настоящем стандарте, не является полным или исчерпывающим и не исключает использования любых других методов (статистических или иных), которые считаются полезными для организации. Кроме того, в настоящем стандарте не предусматриваются установление применимых статистических методов и рекомендации о том, как эти методы следует внедрять.

5 Количественные данные и соответствующие статистические методы в ИСО 9001

Количественные данные, которые могут обоснованно встретиться в деятельности, связанной со структурными элементами ИСО 9001:2015, приведены в таблице 1. Статистические методы, которые могут принести потенциальную выгоду организации при применении к идентифицированным количественным данным, приведены в графе «Статистический(ие) метод(ы)» таблицы 1 рядом с такими данными.

Если количественные данные не могут быть легко ассоциированы со структурными элементами ИСО 9001, то статистические методы не идентифицируются.

Статистические методы, приведенные в настоящем стандарте, ограничиваются хорошо известными. Краткое описание каждого из данных статистических методов приведено в разделе 7.

Организация может оценить уместность и ценность каждого статистического метода, перечисленного в таблице 1, и определить, полезен ли он в контексте данного раздела.

Таблица 1 — Количественные данные и возможные статистические методы

Структурный элемент ИСО 9001:2015	Задействованные количественные данные	Статистический(ие) метод(ы)
1 Область применения	Неприменимы	—
2 Нормативные ссылки	Неприменимы	—
3 Термины и определения	Неприменимы	—

Продолжение таблицы 1

Структурный элемент ИСО 9001:2015	Задействованные количественные данные	Статистический(ие) метод(ы)
4 Среда организации		
4.1 Понимание организации и ее среды	Данные, касающиеся внутренних и внешних факторов, например: - финансовые; - опросы сотрудников; - исследование рынка; - продажи; - пригодность продукции и услуг; - конкурентоспособность/ бенчмаркинг; - опросы потребителей	Описательная статистика. Статистическое управление процессами. Выборочный контроль. Анализ временных рядов
4.2 Понимание потребностей и ожиданий заинтересованных сторон	Субъективные и объективные данные, касающиеся ожиданий заинтересованных сторон (например, маркетинговые исследования, опросы потребителей, опросы сотрудников)	Описательная статистика. Выборочный контроль. Анализ временных рядов
4.3 Определение области применения системы менеджмента качества	Не идентифицированы	—
4.4 Система менеджмента качества и ее процессы		
4.4.1	Не идентифицированы	—
4.4.2	Не идентифицированы	—
5 Лидерство		
5.1 Лидерство и приверженность		
5.1.1 Общие положения	Не идентифицированы	—
5.1.2 Ориентация на потребителя	Не идентифицированы	—
5.2 Политика		
5.2.1 Разработка политики в области качества	Не идентифицированы	—
5.2.2 Доведение политики в области качества	Данные для определения степени понимания политики	Описательная статистика. Выборочный контроль
5.3 Функции, ответственность и полномочия в организации	Не идентифицированы	—
6 Планирование		
6.1 Действия в отношении рисков и возможностей		
6.1.1	Данные бизнес-деятельности для оценки рисков	Описательная статистика
6.1.2	Данные бизнес-деятельности для оценки результативности предпринятых действий	Описательная статистика

Продолжение таблицы 1

Структурный элемент ИСО 9001:2015	Задействованные количественные данные	Статистический(ие) метод(ы)
6.2 Цели в области качества и планирование их достижения		
6.2.1	Ретроспективные данные о пригодности для содействия в установлении целей в области качества	—
6.2.2	Ретроспективные данные о пригодности для содействия в установлении целей в области качества	—
6.3 Планирование изменений	Ретроспективные данные о пригодности для содействия в установлении целей в области качества	—
7 Средства обеспечения		
7.1 Ресурсы		
7.1.1 Общие положения	Сводные данные о воспроизводимости (процессов)	Описательная статистика
7.1.2 Человеческие ресурсы	Не идентифицированы	—
7.1.3 Инфраструктура	Количественные данные, относящиеся к пригодности и безотказности оборудования (аппаратного и программного обеспечения) и транспорта	Описательная статистика. Анализ воспроизводимости процесса. Анализ безотказности
7.1.4 Среда для функционирования процессов	Данные об окружающей среде, например: - уровни загрязнения; - антистатические средства; - температура (например, для контроля бактерий); моральное состояние (например, прогулы)	Описательная статистика. Анализ измерительных систем. Анализ воспроизводимости процесса. Выборочный контроль. Статистическое управление процессами. Анализ временных рядов
7.1.5 Ресурсы для мониторинга и измерения		
7.1.5.1 Общие положения	Данные, связанные с воспроизводимостью (процессов) измерений	Описательная статистика. Анализ измерительных систем. Статистическое назначение допусков
7.1.5.2 Прослеживаемость измерения	Данные, связанные со стабильностью измерительных систем	Описательная статистика. Анализ временных рядов
7.1.6 Знания организации	Не идентифицированы	—
7.2 Компетентность	Количественные данные о подготовке и результативности подготовки (персонала)	Описательная статистика. Проверка гипотез

Продолжение таблицы 1

Структурный элемент ИСО 9001:2015	Задействованные количественные данные	Статистический(ие) метод(ы)
7.3 Осведомленность	Данные, касающиеся уровня осведомленности о политике и целях в области качества	Описательная статистика. Выборочный контроль
7.4 Обмен информацией	Не идентифицированы	—
7.5 Документированная информация		
7.5.1 Общие положения	Не идентифицированы	—
7.5.2 Создание и актуализация	Не идентифицированы	—
7.5.3 Управление документированной информацией		
7.5.3.1	Не идентифицированы	—
7.5.3.2	Не идентифицированы	—
8 Деятельность на стадиях жизненного цикла продукции и услуг		
8.1 Планирование и управление деятельностью на стадиях жизненного цикла продукции и услуг	Конкретные идентифицированные данные отсутствуют	—
8.2 Требования к продукции и услугам		
8.2.1 Связь с потребителями	Не идентифицированы	—
8.2.2 Определение требований, относящихся к продукции и услугам	Данные для демонстрации воспроизводимости (процессов) и пригодности организации	Описательная статистика. Проверка гипотез. Анализ измерительных систем. Анализ воспроизводимости процесса. Регрессионный анализ. Анализ безотказности. Выборочный контроль. Статистическое управление процессами
8.2.3 Анализ требований к продукции и услугам		
8.2.3.1	Данные для демонстрации воспроизводимости (процессов) и пригодности организации	Описательная статистика. Проверка гипотез. Анализ измерительных систем. Анализ воспроизводимости процесса. Анализ безотказности. Статистическое управление процессами
8.2.3.2	Не идентифицированы	—
8.2.4 Изменения требований к продукции и услугам	Не идентифицированы	—
8.3 Проектирование и разработка продукции и услуг		
8.3.1 Общие положения	Не идентифицированы	—

Продолжение таблицы 1

Структурный элемент ИСО 9001:2015	Задействованные количественные данные	Статистический(ие) метод(ы)
8.3.2 Планирование проектирования и разработки	Не идентифицированы	—
8.3.3 Входные данные для проектирования и разработки	Не идентифицированы	—
8.3.4 Средства управления проектированием и разработкой	Верификация и валидация данных проектирования	Описательная статистика. Планирование экспериментов. Проверка гипотез. Регрессионный анализ. Выборочный контроль. Моделирование. Статистический допуск
8.3.5 Выходные данные проектирования и разработки	Верификация выходных данных проектирования	Описательная статистика. Проверка гипотез. Анализ воспроизводимости процесса. Моделирование
8.3.6 Изменения проектирования и разработки	Данные, связанные с верификацией воздействия изменений	Описательная статистика. Планирование экспериментов. Проверка гипотез. Регрессионный анализ. Выборочный контроль. Моделирование
8.4 Управление процессами, продукцией и услугами, поставляемые внешними поставщиками		
8.4.1 Общие положения	Данные, связанные с оценкой процессов, продукции и услуг, предоставляемых извне, и их поставщиков	Описательная статистика. Выборочный контроль
8.4.2 Тип и степень управления	Входные данные управления	Описательная статистика. Анализ измерительных систем. Регрессионный анализ. Выборочный контроль. Анализ временных рядов
	Данные об управлении процессом внешнего поставщика	Описательная статистика. Планирование экспериментов. Проверка гипотез. Анализ измерительных систем. Анализ воспроизводимости процесса. Анализ безотказности. Выборочный контроль. Статистическое управление процессами. Статистическое назначение допусков
8.4.3 Информация, предоставляемая внешним поставщикам	Не идентифицированы	—

Продолжение таблицы 1

Структурный элемент ИСО 9001:2015	Задействованные количественные данные	Статистический(ие) метод(ы)
8.5 Производство продукции и предоставление услуг		
8.5.1 Управление производством продукции и предоставлением услуг	Данные о продукции и услуге	Описательная статистика. Планирование экспериментов. Проверка гипотез. Анализ измерительных систем. Анализ воспроизводимости процесса. Регрессионный анализ. Выборочный контроль. Статистическое управление процессами
8.5.2 Идентификация и прослеживаемость	Не идентифицированы	—
8.5.3 Собственность потребителей или внешних поставщиков	Не идентифицированы	—
8.5.4 Сохранение	Не идентифицированы	—
8.5.5 Деятельность после поставки	Данные для определения требований к деятельности после поставки	Описательная статистика. Проверка гипотез. Анализ безотказности. Статистическое управление процессами. Выборочный контроль. Анализ временных рядов
8.5.6 Управление изменениями	Данные, связанные с верификацией результативности изменений	Описательная статистика. Планирование экспериментов. Проверка гипотез. Анализ воспроизводимости процесса. Анализ безотказности. Статистическое управление процессами
8.6 Выпуск продукции и услуг	Данные для демонстрации соответствия требованиям	Описательная статистика. Проверка гипотез. Анализ безотказности. Выборочный контроль. Статистическое управление процессами
8.7 Управление несоответствующими результатами процессов		
8.7.1	Не идентифицированы	—
8.7.2	Не идентифицированы	—
9 Оценка результатов деятельности		
9.1 Мониторинг, измерения, анализ и оценка		
9.1.1 Общие положения	Не идентифицированы	—
9.1.2 Удовлетворенность потребителя	Данные об удовлетворенности потребителя	Описательная статистика. Проверка гипотез. Выборочный контроль. Регрессионный анализ

Продолжение таблицы 1

Структурный элемент ИСО 9001:2015	Задействованные количественные данные	Статистический(ие) метод(ы)
9.1.3 Анализ и оценка	Данные о пригодности системы менеджмента качества	Описательная статистика. Планирование экспериментов. Проверка гипотез. Анализ измерительных систем. Анализ воспроизводимости процесса. Анализ безотказности. Выборочный контроль. Статистическое управление процессами Анализ временных рядов
9.2 Внутренний аудит		
9.2.1	Не идентифицированы	—
9.2.2	Данные, служащие входом для планирования аудита	Описательная статистика. Выборочный контроль. Анализ временных рядов
9.3 Анализ со стороны руководства		
9.3.1 Общие положения	Не идентифицированы	—
9.3.2 Входные данные анализа со стороны руководства	Данные о продукции, процессе и удовлетворенности потребителя	Описательная статистика. Анализ временных рядов
9.3.3 Выходные данные анализа со стороны руководства	Не идентифицированы	—
10 Улучшение		
10.1 Общие положения	Не идентифицированы	—
10.2 Несоответствия и корректирующие действия		
10.2.1	Данные, относящиеся к несоответствиям	Описательная статистика. Планирование экспериментов. Проверка гипотез. Анализ измерительных систем. Анализ воспроизводимости процесса. Регрессионный анализ. Анализ безотказности. Выборочный контроль. Моделирование. Статистическое управление процессами. Статистический допуск Анализ временных рядов
10.2.2	Не идентифицированы	—

Окончание таблицы 1

Структурный элемент ИСО 9001:2015	Задействованные количественные данные	Статистический(ие) метод(ы)
10.3 Постоянное улучшение	Данные, относящиеся к состоянию системы менеджмента качества	Описательная статистика. Планирование экспериментов. Проверка гипотез. Анализ измерительных систем. Анализ воспроизводимости процесса. Регрессионный анализ. Анализ безотказности. Выборочный контроль. Моделирование. Статистическое управление процессами. Статистический допуск. Анализ временных рядов

6 Применимость выбранных методов

Краткое описание каждого статистического метода или семейства методов (приведенных в таблице 1) представлено в 7.1—7.12. Описания предназначены для того, чтобы помочь неспециалисту оценить потенциальную применимость и выгоду от использования статистических методов в контексте системы менеджмента качества.

Выбор метода и способа его применения будет зависеть от обстоятельств и поставленных целей, размера и сложности организации, а также потенциальной выгоды для организации.

Для фактического применения статистических методов потребуется больше руководств и специальных знаний и опыта, чем предусмотрено в настоящем стандарте. В открытом доступе имеется большой объем информации о статистических методах, например в учебниках, журналах, отчетах, отраслевых справочниках, международных стандартах и других источниках информации, которые могут помочь организации в использовании статистических методов.

В дополнение к методам, приведенным в настоящем стандарте, пользователю рекомендуется рассмотреть другие статистические методы, которые могут удовлетворить потребности организации.

Примечания

1 В библиографию включены стандарты ИСО и МЭК и технические отчеты, относящиеся к статистическим методам. Они приведены в справочных целях. Настоящий стандарт не требует их соблюдения.

2 Многие из приведенных здесь статистических методов находят применение в инициативах по улучшению продукции, услуг, процессов или систем, таких как «Шесть сигм».

7 Описание статистических методов

7.1 Описательная статистика

7.1.1 Общее описание

7.1.1.1 Характеристики данных

Термин «описательная статистика» относится к широкому спектру методов для обобщения и определения характеристик данных. Обычно она является начальным шагом анализа количественных данных и часто представляет собой первый шаг к использованию других статистических методов. Ее следует рассматривать как фундаментальный компонент статистического анализа.

В то время как роль описательной статистики заключается в регистрации и представлении данных, процедуры, позволяющие сделать вывод на основе данных, представляют собой «инференциальную статистику», и такие процедуры используются при проверке гипотез (см. 7.3).

Характеристики данных, взятых из выборки, могут служить основой для выводов относительно характеристик совокупности, из которых были отобраны выборки, с установленной погрешностью и уровнем доверия.

Характеристики распределения данных могут быть представлены численно (см. 7.1.1.2), или графически (см. 7.1.1.3), или и в том, и в другом виде.

7.1.1.2 Численное представление данных

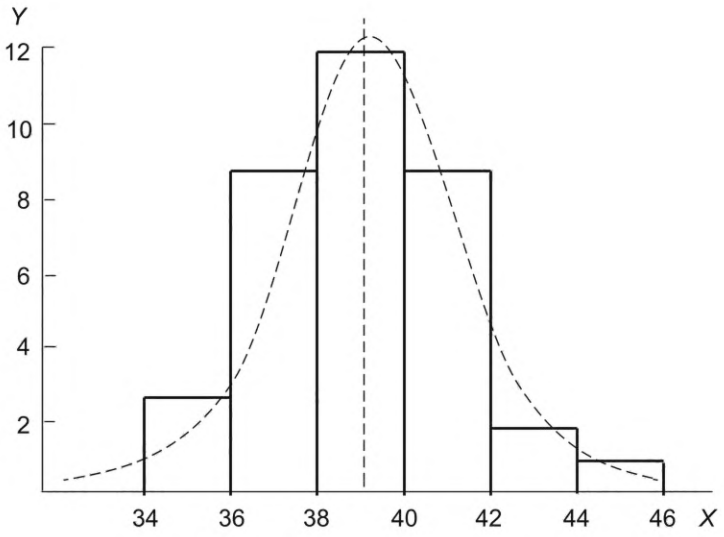
Характеристиками данных, которые обычно представляют интерес, являются центральное значение (чаще всего описываемое терминами среднее арифметическое или «среднее») и разброс или дисперсия (обычно характеризуемая размахом или стандартным отклонением). Другой характеристикой, представляющей интерес, является распределение данных, для которых существуют количественные измерения, описывающие форму распределения (например, степень «асимметрии»).

7.1.1.3 Графическое представление данных

Информация о распределении данных часто может быть легко и результативно передана с помощью различных графических методов, которые включают в себя относительно простые отображения данных, такие как:

- гистограмма, которая является визуальным отображением распределения значений интересующей характеристики (см. рисунок 1);
- диаграмма рассеяния, которая отображает значения двух переменных для оценки их возможной взаимосвязи (см. рисунок 2);
- график тренда, также называемый «временным графиком», который представляет собой график значений интересующей характеристики в зависимости от времени (см. рисунок 3).

40,3	40,6	37,9	44,0
39,8	42,2	38,9	41,1
39,6	38,1	39,2	40,7
38,7	40,4	39,4	40,1
41,3	38,7	37,2	38,4
37,1	39,2	34,1	35,6
42,5	40,4	36,0	35,9
39,3	36,1	37,7	37,2
39,4	37,2	40,3	36,5

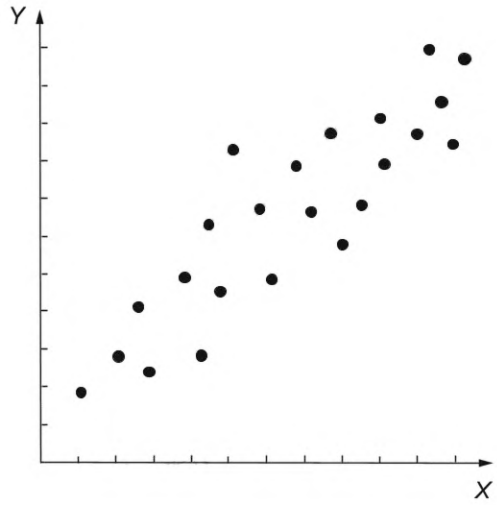


X — числовая величина; *Y* — частота

Рисунок 1 — Графическое отображение данных в виде гистограммы

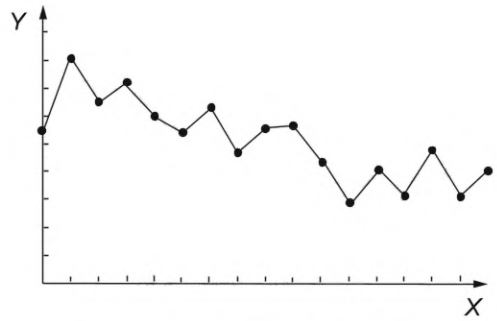
Существует большое количество графических представлений, которые могут помочь в интерпретации и анализе данных. Они варьируются от относительно простых инструментов, приведенных выше, до методов более сложного характера.

Графические методы часто могут выявить необычные особенности данных, которые нелегко обнаружить при численном анализе. Они могут быть полезны для обобщения и представления сложных данных и выявления взаимосвязей между данными, а также для результативного донесения такой информации до аудитории, включающей неспециалистов.



X — переменная A; *Y* — переменная B

Рисунок 2 — Диаграмма рассеяния



X — время; *Y* — данные о продукции/процессе/услуге

Рисунок 3 — График тренда

7.1.2 Выгоды

Описательная статистика предлагает результативный и относительно простой способ обобщения и определения характеристик данных.

Описательная статистика потенциально применима ко всем ситуациям, связанным с использованием данных. Она может помочь в анализе и интерпретации данных и является ценным средством при принятии решений.

7.1.3 Ограничения и предостережения

Описательная статистика предоставляет количественные измерения характеристик (таких как среднее арифметическое и разброс) выборочных данных, которые в дальнейшем иногда используются в качестве оценок параметров совокупности. Однако эти измерения ограничиваются объемом выборки и используемым методом выборочного контроля. Заключения зависят от сделанных предположений о совокупности.

7.1.4 Примеры применения

Описательная статистика полезна для применения почти во всех областях, где собираются количественные данные. Она может предоставить информацию о системе менеджмента качества, ее процессах и выходах и часто выполняет полезную роль при проведении анализа со стороны руководства (системы менеджмента). Примерами такого применения являются:

- обобщение ключевых измерений характеристик продукции, услуги или процесса, таких как среднее арифметическое и разброс;
- мониторинг пригодности продукции, услуги или процесса в течение определенного времени с помощью графиков трендов;

- определение характеристик и мониторинг параметров процесса, например температуры печи;
- определение времени доставки или времени отклика в сфере услуг;
- обобщение данных из опросов потребителей, таких как удовлетворенность потребителя;
- наглядное представление данных измерений, таких как данные калибровки оборудования;
- отчетность о данных финансовой пригодности, таких как колебание цены акций в течение определенного периода;
- наглядное представление возможной взаимосвязи между переменными, такими как, например, удовлетворенность сотрудников и качество предоставляемых услуг, с помощью диаграммы рассеяния;
- предоставление отчета о трендах и экономических индикаторах, таких как валовой внутренний продукт, индекс потребительских цен, затраты на жизненный цикл и т. д.;
- предоставление отчета и отслеживание данных о человеческих ресурсах, таких как текучесть кадров, пригодность сотрудников и т. д.

7.2 Планирование экспериментов

7.2.1 Общее описание

Планирование экспериментов (DOE) может использоваться для оценивания и/или улучшения одной или нескольких характеристик продукции, услуги, процесса или системы, таких как дефекты, объем выпуска или вариабельность.

DOE особенно полезно для исследования сложных систем, на выход которых может влиять потенциально большое количество факторов. DOE может помочь идентифицировать наиболее влиятельные факторы, величину их воздействия и взаимосвязи (если таковые имеются) между факторами. Наблюдения могут быть использованы для упрощения проектирования, разработки и улучшения продукции, услуги или процесса, а также для управления существующей системой или ее улучшения.

DOE также может использоваться для валидации интересующей характеристики по установленному стандарту или для сравнительной оценки нескольких систем.

Существует несколько методов, которые можно использовать для анализа данных, полученных в ходе эксперимента. Они варьируются от численных методов до более графических по своему характеру.

DOE является наиболее результативным способом получения информации о процессе. Результаты спланированного эксперимента могут быть использованы для построения математической модели, которая описывает исследуемую характеристику как функцию влияющих факторов. Такая модель может быть использована для прогнозирования конечного выхода при установленном уровне доверия.

7.2.2 Выгоды

При оценивании или валидации представляющей интерес характеристики необходимо убедиться, что полученные результаты не являются следствием случайной вариации. Указанное относится к оценке в соответствии с каким-либо требованием стандарта или при сравнении двух или более систем. DOE позволяет проводить такие оценки с установленным уровнем доверия.

Главным преимуществом DOE является его относительная эффективность и экономия при исследовании влияния множества факторов в процессе по сравнению с исследованием каждого фактора в отдельности. Также его способность идентифицировать взаимодействие между определенными факторами может привести к более глубокому пониманию процесса. Такие выгоды особенно заметны при работе со сложными процессами (т. е. процессами, включающими множество потенциально влияющих факторов).

Кроме того, необходимо отметить, что при исследовании системы существует риск некорректного предположения о причинно-следственной связи, когда между двумя или более переменными может быть только случайная корреляция. Риск такой ошибки можно снизить, используя логические принципы планирования эксперимента.

7.2.3 Ограничения и предостережения

Некоторый уровень вариации (часто метко называемой «шумом»), присутствующей во всех системах, иногда может накладываться на результаты исследований и приводить к некорректным заключениям. Другие потенциальные источники ошибок включают смешанное воздействие неизвестных (или просто нераспознанных) факторов, которые могут присутствовать, или смешанное воздействие зависимостей между различными факторами в системе. Риск, связанный с такими ошибками, может быть уменьшен, например, с помощью выбора объема выборки или другими способами при планировании

эксперимента. Однако такие риски никогда не могут быть исключены, поэтому их следует учитывать при формировании заключений.

В целом результаты эксперимента достоверны только для факторов и размаха значений, рассмотренных в эксперименте. Поэтому следует проявлять осторожность при экстраполяции (или интерполяции) за пределы размаха значений, рассмотренных в эксперименте.

7.2.4 Примеры применения

Типичные примеры применения DOE включают:

- валидацию воздействия медицинского лечения или оценку относительной результативности нескольких видов лечения;
- верификацию характеристик продукции, услуги или процесса на соответствие установленным стандартам функционирования;
- идентификацию влияющих факторов в сложных процессах для достижения желаемых выходов, таких как улучшение среднего значения или снижение вариабельности характеристик, таких как выход процесса, прочность продукции, долговечность, уровень шума и т. д.;
- решение проблем в сложных процессах, помогая идентифицировать более значимые факторы процесса в сложных процессах, а также взаимосвязи между факторами;
- обеспечение того, что вновь спроектированная продукция может соответствовать требованиям с учетом вариабельности в процессе изготовления и, в конечном счете, в процессе использования;
- улучшение выходов в сельском хозяйстве путем определения воздействия определенных методов обработки в окружающей среде с переменными, не поддающимися управлению, такими как дождь, солнце, почва и т. д.;
- определение параметров процесса и ингредиентов для достижения оптимальных результатов при производстве продуктов питания;
- оценку результативности попыток маркетинга потребительских товаров, использования различных промоакций и рекламных кампаний в разных регионах;
- изучение воздействия изменений в административных и офисных процедурах на выходы процесса.

7.3 Проверка гипотез

7.3.1 Общее описание

Проверка гипотез используется для определения (при заданном уровне значимости) того, верна или нет гипотеза относительно параметра совокупности. Таким образом, процедура может применяться для проверки того, соответствует или нет параметр совокупности конкретному стандарту, или она может применяться для проверки различия в двух или более совокупностях. Это позволяет использовать ее при принятии решений.

Проверка гипотез также используется для проверки предположений о модели, например, является или нет распределение совокупности нормальным или являются ли данные выборки случайными. Проверку гипотезы явно или неявно используют во многих статистических методах, приведенных в настоящем стандарте, таких как планирование экспериментов, выборочный контроль, статистическое управление процессом, регрессионный анализ и анализ измерительных систем.

7.3.2 Выгоды

Проверка гипотез позволяет сделать утверждение о некотором параметре совокупности при определенном уровне значимости. Как таковая она может быть полезна при принятии решений, которые зависят от этого параметра.

Проверка гипотез может позволить подобным образом сделать утверждения относительно характера распределения совокупности.

7.3.3 Ограничения и предостережения

Заключения, сделанные в результате проверки гипотез, основаны на нескольких статистических предположениях, в частности, что выборки отобраны независимо и случайно и что лежащее в их основе распределение является нормальным. Кроме того, уровень значимости заключения зависит от объема выборки.

7.3.4 Примеры применения

Проверка гипотез имеет общее применение, когда необходимо сделать утверждение о параметре или распределении одной или нескольких совокупностей (оцениваемых по выборке) или при оценке самих данных выборки.

Например, процедура может быть использована следующим образом:

- для проверки соответствия среднего арифметического (среднего) или разброса (стандартного отклонения) совокупности заданному значению, такому как целевая задача или требование стандарта;
- для проверки того, отличаются ли средние значения двух (или более) совокупностей, например, когда сравнивают различные партии компонентов;
- для проверки того, что доля дефектных изделий в совокупности не превышает заданного значения;
- для проверки различий доли дефектных единиц в совокупности на выходе двух процессов;
- для проверки того, были ли выборочные данные отобраны случайным образом из единой совокупности;
- для проверки того, является ли распределение совокупности нормальным;
- для проверки того, является ли наблюдение в выборке «выбросом», т. е. экстремальным значением сомнительной валидности;
- для проверки того, произошло ли улучшение какой-либо характеристики продукции, услуги или процесса;
- для определения объема выборки, требуемого для отклонения (или принятия) гипотезы при заданном уровне значимости;
- для проверки того, оказывают ли изменения в офисных, административных, транспортных процессах и процессах доставки статистически значимое воздействие на выходы, такие как время завершения, количество ошибок, удовлетворенность сотрудников, удовлетворенность потребителей и т. д.

7.4 Анализ измерительных систем

7.4.1 Общее описание

Анализ измерительных систем (MSA), также называемый «анализом неопределенности измерений», представляет собой набор процедур для оценивания неопределенности измерительных систем в диапазоне условий, в которых функционирует система. Неопределенность измерений следует учитывать везде, где собираются данные.

MSA используется для оценки с установленным уровнем доверия того, подходит ли система измерения для ее предполагаемого предназначения. Он включает в себя количественную оценку вариации, вызванной различными источниками, такими как вариация, вызванная действиями оценщика (т. е. человека, выполняющего измерение), или вариация, связанная с процессом измерения или средством измерения. Он также может использоваться для измерения такой вариации, вызванной измерительной системой, как доли от общей вариации процесса или общей допустимой вариации.

7.4.2 Выгоды

MSA благодаря количественной оценке неопределенности измерений имеет различные выгоды. Например, он может:

a) выявить вариабельность в областях, критически важных для качества продукции, и таким образом направить организацию на выделение ресурсов в эти области для улучшения или поддержания качества;

b) помочь определить, имеет ли средство измерения возможность удовлетворительно измерять представляющий интерес параметр продукции или процесса, и предоставлять количественную и экономически эффективную основу для выбора нового средства измерения;

c) использоваться для заверения потребителей (внутренних или внешних) в том, что измерительное оборудование, методы и процессы имеют возможности адекватно измерять уровень качества, который должен быть достигнут;

d) помочь в выборе наиболее подходящего(их) и экономически эффективного(ых) метода(ов) измерения (с точки зрения истинности, воспроизводимости и т. д.), который(ые) будет(ут) поддерживать обеспечение качества продукции;

e) помочь в оценке и количественном определении системы измерений организации путем сравнения результатов измерений с результатами, полученными другими системами измерений («сличительные испытания»).

В целом MSA может позволить или помочь организации оценить и улучшить ее измерительное оборудование, методы и процессы и тем самым помочь поддержать или улучшить качество продукции и процессов и предоставить гарантии для потребителей организации.

7.4.3 Ограничения и предостережения

Во всех случаях, кроме самых простых, MSA требует опыта применения, так как результаты могут поощрять ложный и чрезмерный оптимизм, потенциально приводящий к ущербу, как в отношении результатов измерения, так и в отношении приемлемости измеряемого объекта. И наоборот, чрезмерный пессимизм может привести к ненужной замене адекватных систем измерения.

7.4.4 Примеры применения

MSA находит полезное применение в промышленности, медицине, фармацевтике, сфере услуг и других отраслях, где требуются специально высокие уровни согласованности и точность измерений в продукции и услугах. Полезность MSA иллюстрируется примерами, приведенными ниже:

a) оценка последовательно проведенных группой операторов контролей выявила неправильное понимание критериев приемки и необходимость улучшения процедур подготовки (персонала);

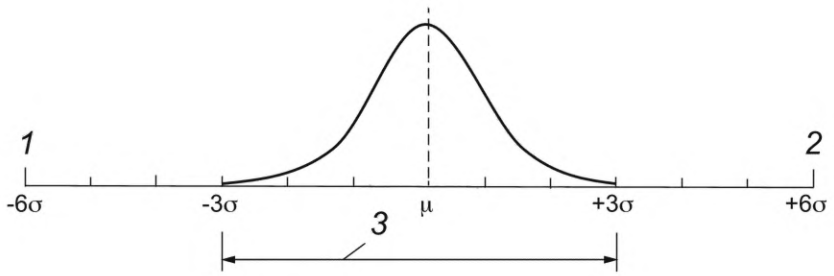
b) средство измерений толщины золотого покрытия имеет недостаточную точность измерений для адекватной оценки исследуемого параметра;

c) сравнительный анализ продукции, испытанной с использованием различного испытательного оборудования, выявил проблему, связанную с испытательным оборудованием.

7.5 Анализ воспроизводимости процесса

7.5.1 Общее описание

Анализ воспроизводимости процесса (см. рисунок 4) включает в себя измерение дисперсии (или разброса) параметра продукции по отношению к диапазону вариаций, допустимых требованиями, для оценки способности процесса соответствовать этим требованиям.



1 — нижний предел требования; *2* — верхний предел требования; *3* — разброс процесса

Рисунок 4 — Воспроизводимость процесса

Типичной мерой дисперсии процесса является стандартное отклонение σ («сигма») данных процесса. Если распределение данных процесса является «нормальным» (т. е. колоколообразным) со средним значением μ, то выход процесса обычно находится в диапазоне μ ± 3σ. Этот размах значений, называемый «разбросом процесса», (теоретически) охватывает 99,73 % выходов процесса, если процесс стабилен.

Удобной мерой воспроизводимости процесса является индекс воспроизводимости C_p, который представляет собой отношение диапазона поля допуска к разбросу процесса (μ ± 3σ), когда среднее значение процесса расположено в центре между границами поля допуска. Если среднее значение процесса не центрировано между границами поля допуска, соответствующей мерой воспроизводимости процесса является C_{pk}. Эти концепции лежат в основе программы улучшения бизнеса под названием «Шесть сигм».

Если данные о процессе включают «данные по альтернативному признаку» (например, процент несоответствующих единиц продукции или количество несоответствий), воспроизводимость процесса устанавливают в виде среднего арифметического доли несоответствующих единиц продукции или среднего арифметического уровня несоответствий.

Эта концепция может быть применена к оценке воспроизводимости всей системы или процесса или любого подмножества процесса, например конкретной единицы оборудования (в этом случае оценка называется «анализом пригодности машины»).

7.5.2 Выгоды

Анализ воспроизводимости процесса позволяет организации оценить уровень несоответствия и связанные с ним затраты, а также может помочь в принятии решений по коррекции, улучшению процесса и распределению ресурсов.

Установление минимальных требований для воспроизводимости процесса может направлять организацию в выборе процессов и оборудования, которые снижают риск производства неприемлемых продукции и услуг.

Анализ пригодности машины используют для оценки способности оборудования работать в соответствии с установленными требованиями. Это поможет при принятии решения о покупке или ремонте.

Автомобильная, аэрокосмическая, электронная, пищевая, фармацевтическая, медицинская и другие отрасли регулярно используют воспроизводимость процесса в качестве основного критерия для оценки поставщиков и продукции. Это позволяет потребителю свести к минимуму прямой контроль закупаемых продукции и материалов.

7.5.3 Ограничения и предостережения

Анализ воспроизводимости процесса предполагает, что процесс является очевидно стабильным. В связи с этим анализ воспроизводимости процесса следует проводить в сочетании с методами контроля для обеспечения постоянной верификации средств управления.

Оценки процента несоответствующей продукции зависят от предположений о нормальности распределения. Когда это не реализуется на практике, к таким оценкам следует относиться с осторожностью.

Подобным образом в случае процессов, на вариацию которых систематически воздействуют такие причины, как износ инструмента, для расчета и интерпретации воспроизводимости следует использовать специализированные подходы.

7.5.4 Примеры применения

Полезность анализа воспроизводимости процесса иллюстрируется следующими примерами:

a) воспроизводимость процесса используют для установления обоснованных технических требований для изготавливаемой продукции путем обеспечения того, что вариации компонентов соответствуют допустимым увеличениям допусков в собранной продукции. Когда необходимы жесткие допуски, от изготовителей компонентов требуется достижение определенных уровней воспроизводимости процесса, чтобы обеспечить высокий выход годной продукции и минимум отходов;

b) высокие показатели индекса воспроизводимости процесса (например, $C_p > 2$) иногда используются на уровне компонентов и подсистем для достижения желаемого совокупного качества и безотказности сложных систем;

c) анализ воспроизводимости процесса широко используется в производственных процессах с большим объемом (выпуска) и стабильным состоянием, где, например, задано целевое, максимальное или минимальное значение установленной характеристики;

d) организации отраслей промышленности, изготавливающие продукцию и оказывающие услуги, отслеживают индексы воспроизводимости процесса, чтобы идентифицировать необходимость улучшения процессов или верифицировать результативность таких улучшений;

e) анализ воспроизводимости процесса может показать, способна ли система соответствовать установленным целям или обязательствам потребителей в отношении, например, услуг по доставке;

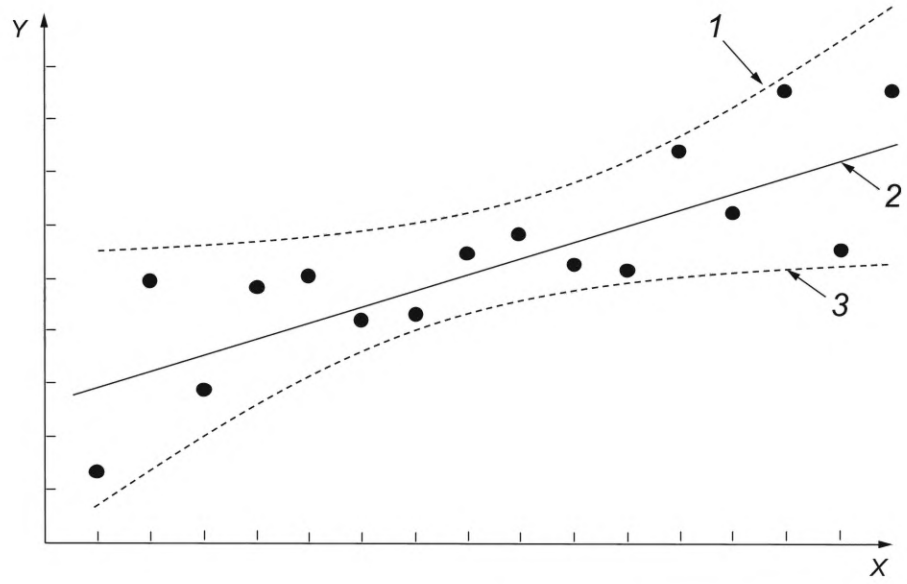
f) анализ воспроизводимости процесса может помочь определить уровень спроса, который может обеспечить центр IT-услуг, и тем самым помочь в определении ресурсов для удовлетворения этого спроса.

7.6 Регрессионный анализ

7.6.1 Общее описание

Регрессионный анализ (см. рисунок 5) помогает определить воздействие различных факторов (обычно называемых «объясняющими» или «независимыми» переменными) на интересующую характеристику (обычно называемую «откликом» или «зависимой» переменной).

Регрессионный анализ позволяет разработать модель эмпирическим путем. Он также может быть использован для проверки модели, пришедшей из науки, экономики, инженерии и т. д.



X — объясняющая переменная; *Y* — переменная отклика; *1* — доверительный интервал с уровнем доверия 95 %; *2* — линия регрессии «наилучшего соответствия»; *3* — доверительный интервал с уровнем доверия 95 %

Рисунок 5 — График регрессии

Регрессионный анализ позволяет пользователю, например:

- спрогнозировать значение переменной отклика для конкретных значений независимых переменных;
- спрогнозировать (с заданным уровнем доверия) диапазон значений, внутри которого в среднем находится отклик для конкретных значений независимых переменных;
- проверить гипотезы о влиянии потенциальных независимых переменных на отклик.

Примечание — Связанной методикой является «корреляционный анализ», который используется для оценки характера и степени связи между двумя переменными. Такая ассоциация не подразумевает причинно-следственной связи.

7.6.2 Выгоды

Регрессионный анализ может дать представление о взаимосвязи между различными факторами процесса и представляющим интерес откликом. Такое представление может помочь в принятии решений относительно процесса и в конечном итоге улучшить процесс.

Регрессионный анализ позволяет исследовать или сравнивать различные, но связанные подмножества данных для анализа возможных причинно-следственных связей. Эта информация потенциально полезна для управления или улучшения выходов процесса.

7.6.3 Ограничения и предостережения

При моделировании процесса требуется навык в определении подходящей модели регрессии (например, линейной, экспоненциальной, многомерной) и в использовании диагностики для улучшения модели. Наличие незадействованных переменных, погрешности измерения и других источников необъяснимой вариации в откликах может привести к некорректным заключениям. Другие риски связаны с принятыми допущениями, характеристиками имеющихся данных и методов оценки.

Проблема, с которой иногда сталкиваются при разработке модели регрессии, заключается в наличии данных, достоверность которых вызывает сомнения. Где это возможно, такие данные следует исследовать, поскольку использование или исключение этих данных из анализа может повлиять на оценки параметров модели и, вследствие этого, на отклик.

Упрощение модели путем минимизации количества объясняющих переменных имеет важное значение в моделировании. Включение ненужных переменных может скрыть влияние объясняющих переменных и снизить точность прогнозирования модели.

7.6.4 Примеры применения

Регрессионный анализ может быть использован, например:

a) для моделирования таких характеристик производства, как выход продукции, производительность, качество, время цикла, вероятность отрицательных результатов испытаний или контроля, а также различных закономерностей в недостатках процессов;

b) идентификации наиболее важных факторов в процессе, а также величины и характера их вклада в вариацию представляющей интерес характеристики;

c) прогнозирования конечных выходов эксперимента или ретроспективного изучения имеющихся данных;

d) верификации замены одного метода измерения другим (например, замена разрушающего или долговременного метода на неразрушающий или быстро выполнимый);

e) моделирования концентраций лекарства как функции времени и массы ингредиентов или для моделирования химических реакций как функции времени, температуры и давления;

f) лучшего понимания того, какие элементы проектирования определяют желаемое эмоциональное качество эстетических характеристик продукции;

g) идентификации воздействия (если таковое имеется) обучения сотрудников на конечные выходы процесса.

7.7 Анализ безотказности

7.7.1 Общее описание

Анализ безотказности — это применение инженерных и аналитических методов для оценки, прогнозирования и обеспечения беспроблемной работы изучаемой продукции или системы в течение определенного времени.

Методы, используемые в анализе безотказности, часто требуют применения статистических методов для работы с неопределенностями, случайными характеристиками или вероятностями возникновения (отказов и т. д.) в течение определенного времени. Такой анализ в общем случае включает использование соответствующих статистических моделей для определения характеристик исследуемых переменных, таких как время до отказа или среднее время между отказами. Параметры этих статистических моделей оцениваются по эмпирическим данным, полученным в результате лабораторных или заводских испытаний или в ходе эксплуатации в полевых условиях.

Анализ безотказности использует широкий спектр инструментов и методов, таких как анализ видов и последствий отказов (FMEA), который изучает физическую природу и причины отказов, а также предупреждает или снижает количество отказов в будущем. Такие методы, количественные и качественные, используются в сочетании со статистическими методами.

Анализ безотказности может, например, использоваться:

- для верификации достижения целевых задач в области безотказности на основе данных испытаний ограниченной продолжительности и с использованием установленного количества объектов испытаний;
- прогнозирования вероятности безотказной работы или других показателей безотказности, таких как интенсивность отказов или среднее время между отказами компонентов или систем;
- моделирования моделей отказов и сценариев изготовления продукции или услуг;
- предоставления данных по проектируемым параметрам, таким как нагрузка и прочность, которые необходимы для вероятностного проектирования;
- идентификации критических компонентов или компонентов с высокой степенью риска и вероятных видов и механизмов отказа, а также для обоснования поиска причин и предупреждающих мер.

Статистические методы, задействованные при анализе безотказности, позволяют установить уровень статистической значимости для оценок параметров разрабатываемых моделей безотказности и для прогнозов, сделанных с использованием таких моделей.

Примечание — Анализ безотказности тесно связан с более широкой областью «надежности» (dependability), которая также включает ремонтопригодность (maintainability) и готовность (availability). Эти и другие соответствующие методы и подходы определены и обсуждены в публикациях МЭК, приведенных в библиографии.

7.7.2 Выгоды

Анализ безотказности представляет количественные показатели производства продукции и выполнения услуг без отказов и перерывов. Анализ безотказности нацелен на сдерживание риска при функционировании системы. Безотказность является влияющим фактором в восприятии качества продукции или услуг, а также в обеспечении удовлетворенности потребителей.

Преимущества использования статистических методов при анализе безотказности включают:

- прогнозирование и количественное определение вероятности отказа и других показателей безотказности при установленных уровнях значимости, что может помочь в проведении будущих инициатив по улучшению;
- установление объективных критериев приемки или отклонения данных при проведении испытаний на соответствие, чтобы продемонстрировать выполнение требований к безотказности;
- предоставление количественных оценок безотказности систем/продукции/услуг, которые могут определять обязательства и давать гарантии потребителю.

7.7.3 Ограничения и предостережения

Основное предположение анализа безотказности состоит в том, что функционирование исследуемой системы может быть объективно характеризовано статистическим распределением. Поэтому точность оценок показателей безотказности будет зависеть от достоверности этого предположения.

Сложность анализа безотказности усугубляется, когда имеется несколько видов отказа и когда нет уверенности в том, что они подчиняются одному и тому же статистическому распределению. Также, когда количество отказов, наблюдаемых при испытании безотказности, небольшое, это может сильно повлиять на статистическую достоверность и точность количественных оценок безотказности.

Условия испытания на безотказность являются критически важными, особенно когда испытание включает в себя некоторую форму «повышенной» нагрузки (т. е. нагрузку, которая значительно больше той, которой продукция будет подвергнута при нормальном использовании) для ускорения появления отказа. Может быть трудно определить связь между отказами, наблюдаемыми при испытаниях, и функционированием продукции в нормальных условиях эксплуатации, это добавляет неопределенность при прогнозировании показателей безотказности.

7.7.4 Примеры применения

Типичные примеры применения анализа безотказности включают:

- верификацию того, что компоненты или продукция могут соответствовать установленным требованиям безотказности;
- прогнозирование затрат на жизненный цикл продукции на основе анализа безотказности по данным, полученным в результате испытаний при внедрении новой продукции;
- руководство по принятию решений о производстве или покупке готовой продукции на основе анализа ее безотказности и оценки воздействия на сроки поставки и последующие затраты, связанные с прогнозируемыми отказами;
- прогнозирование зрелости программного продукта на основе результатов испытаний, улучшение качества и рост безотказности, а также установление целевых задач при выпуске программного обеспечения, совместимых с требованиями рынка;
- определение доминирующих характеристик износа продукции для улучшения конструкции продукции или для планирования соответствующего графика технического обслуживания и требуемых для этого усилий;
- анализ или верификацию сроков хранения пищевой продукции в магазинах;
- определение и оптимизацию стратегий технического обслуживания и замены, а также ресурсов для инструментов, ремонта, поддержки потребителей, обслуживания и т. д.;
- отслеживание времени отклика на проблемы обслуживания или времени на устранение проблем, чтобы распределить ресурсы для достижения оптимальных конечных выходов.

7.8 Выборочный контроль

7.8.1 Общее описание

Выборочный контроль — это статистическая методология для количественной оценки информации о некоторой характеристике совокупности путем изучения репрезентативной части (т. е. выборки) совокупности. Существуют различные методы выборочного контроля, такие как контроль с использованием простого случайного отбора выборки, стратифицированный выборочный контроль, систематический выборочный контроль, последовательный выборочный контроль и выборочный контроль с пропуском партий. Выбор метода определяется назначением выборочного контроля и условиями, при которых его следует проводить.

Выборочный контроль можно условно разделить на две большие не взаимоисключающие области: приемочный выборочный контроль и выборочное исследование.

Приемочный выборочный контроль связан с принятием решения относительно приемки или неприемки «партии» (т. е. группы объектов) на основе результатов выборки, отобранной из этой партии. Существует большое количество планов приемочного выборочного контроля для проверки соответствия установленным требованиям и условиям применения.

Выборочное исследование используется при изучении методом перебора или при аналитическом исследовании для оценивания значений одной или нескольких характеристик в совокупности или для оценивания того, как эти характеристики распределены в этой совокупности. Выборочное исследование часто связано с опросами, при которых собирается информация о мнениях людей по какому-либо вопросу, например в виде опроса потребителей. Аналогично оно может применяться для сбора данных с другими намерениями, например для аудитов.

Специализированное применение выборочного исследования включает, например:

a) исследовательский выборочный контроль для получения информации об одной или нескольких характеристиках совокупности или подмножества этой совокупности;

b) выборочный контроль продукции, который может быть проведен для оценки воспроизводимости процесса;

c) выборочный контроль нештучной продукции (например, минералов, жидкостей, газов) для оценки свойств отгруженной партии.

7.8.2 Выгоды

Правильно составленный план выборочного контроля позволяет экономить время, затраты и трудовые ресурсы по сравнению, например, с переписью населения или 100 %-ным контролем партии. В случаях, когда контроль продукции включает разрушающие испытания, выборочный контроль является единственным практическим способом получения соответствующей информации.

Выборочный контроль предлагает результативный по затратам и своевременный способ получения информации о величине или распределении представляющей интерес характеристики в совокупности.

7.8.3 Ограничения и предостережения

При создании плана выборочного контроля пристальное внимание следует уделить решениям, касающимся объема выборки, частоты выборочного контроля, способа выборочного контроля, обоснования для разбивки на подгруппы и других аспектов методологии выборочного контроля.

Для выборочного контроля требуется, чтобы выборка была отобрана беспристрастным образом, т. е. чтобы выборка была репрезентативной для совокупности, из которой она была отобрана. Если этого не сделать, то в результате оценки характеристик совокупности будут недостаточно точными. В случае приемочного выборочного контроля нерепрезентативные выборки могут привести либо к неоправданному отклонению партий приемлемого качества, либо к нежелательному принятию партий неприемлемого качества.

Даже для беспристрастно отобранных выборок информация, полученная из выборок, в некоторой степени подвержена ошибкам. Величину этой ошибки можно уменьшить, отобрав выборку большего объема, но сама ошибка не может быть исключена. В зависимости от конкретного вопроса и контекста выборочного контроля объем выборки, требуемый для достижения желаемого уровня достоверности и точности, иногда может быть слишком большим, чтобы иметь практическое значение.

7.8.4 Примеры применения

Примеры применения выборочного контроля включают следующее:

a) выборочное обследование часто применяется в маркетинговых исследованиях, например, для оценки доли населения, которое может купить определенную продукцию/услугу;

b) еще одним применением выборочного обследования являются аудиты складских запасов для оценки процента изделий, которые удовлетворяют установленным критериям;

c) выборочный контроль используется в процессе проверки оборудования, продукции или услуг с целью мониторинга вариации и определения необходимости проведения корректирующих и предупреждающих действий;

d) приемочный выборочный контроль широко используется в промышленности для обеспечения уровня гарантии того, что поступающий материал удовлетворяет предварительно установленным требованиям;

e) посредством выборочного контроля нештучной продукции можно оценить количество или свойства ее компонентов (например, минералов, жидкостей, газов);

f) выборочный контроль может быть более результативной альтернативой массовым опросам и находит широкое применение практически в каждом секторе экономики для количественной оценки

представляющих интерес характеристик, таких как предпочтительность продукции, удовлетворенность потребителей, удовлетворенность сотрудников и т. д.

7.9 Моделирование

7.9.1 Общее описание

Термин «моделирование» является собирательным для процедур, посредством которых система (теоретическая или эмпирическая) математически представляется с помощью компьютерной программы для определения (и возможного решения) проблемы. Если представление включает понятия теории вероятностей, в частности случайные величины, моделирование можно назвать методом Монте-Карло (Monte Carlo method).

В контексте теоретической науки моделирование используется, если не существует всесторонней теоретической модели для решения проблемы (или такая теоретическая модель существует, но решение получить невозможно или трудно), а также когда решение может быть получено перебором с использованием компьютера. В эмпирическом контексте моделирование используется, если система может быть адекватно описана с помощью компьютерной программы. Моделирование также является полезным инструментом при обучении статистике.

Развитие возможности относительно недорогостоящих компьютерных вычислений приводит к увеличению применения моделирования для решения проблем, которые до настоящего времени не рассматривались.

7.9.2 Выгоды

В теоретических науках моделирование (в частности, метод Монте-Карло) используется, если вычисления в явном виде для решения проблем невозможны или трудоемки для непосредственного выполнения. Подобным образом в эмпирическом контексте моделирование используется, когда эмпирические исследования слишком затратны или невозможны. Выгода от моделирования состоит в том, что оно позволяет найти решение, сохранив время и деньги, или в принципе позволяет найти решение.

7.9.3 Ограничения и предостережения

В рамках теоретической науки доказательствам, основанным на концептуальных обоснованиях, следует отдавать предпочтение перед моделированием, поскольку моделирование часто не обеспечивает понимания причин получения результата.

Компьютерное моделирование эмпирических моделей имеет то ограничение, что модель не обязательно является адекватной (т. е. возможно, что она недостаточно полно представляет проблему). Поэтому его нельзя рассматривать в качестве замены фактических эмпирических исследований и экспериментов.

7.9.4 Примеры применения

В крупномасштабных проектах (таких как космическая программа) регулярно используют метод Монте-Карло. Применения не ограничиваются какой-либо отдельной отраслью промышленности. Типичные области применения включают статистическое назначение допусков, оценивание процессов, оптимизацию систем, теорию безотказности и прогнозирование. Примерами применения являются:

- создание модели вариации в механических узлах;
- создание модели профилей вибрации в сложных узлах;
- определение оптимальных графиков профилактического обслуживания;
- проведение анализа затрат и других видов анализа в процессах проектирования и производства для оптимизации распределения ресурсов;
- изучение сложного процесса поставки как результативной по затратам альтернативы полевым испытаниям.

7.10 Статистическое управление процессами

7.10.1 Общее описание

Статистическое управление процессом (SPC) — это использование данных мониторинга, контроля, оценки и улучшения процесса и получаемой в результате продукции/услуги.

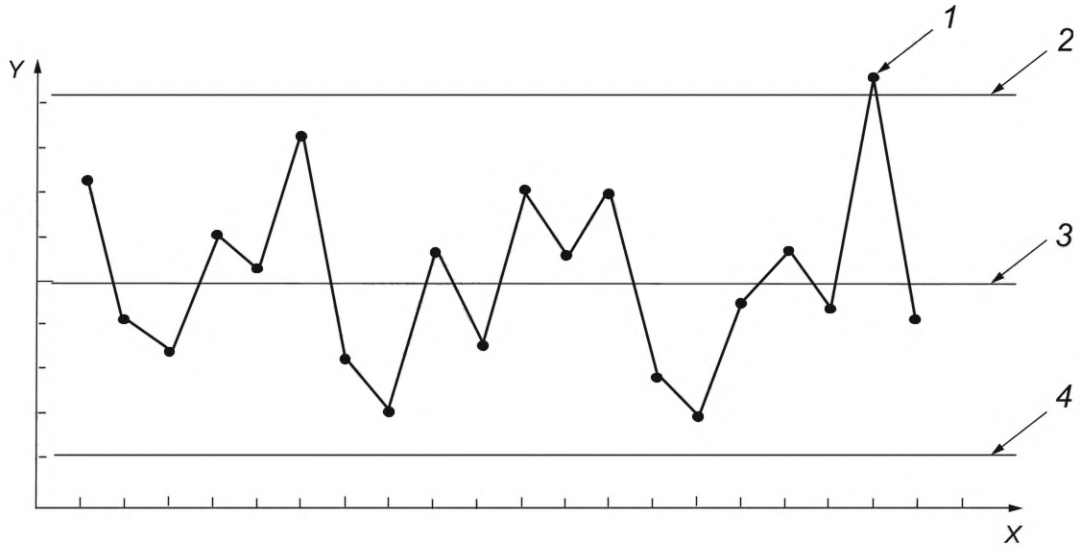
Карта статистического контроля процесса (иногда сокращенно «контрольная карта») — это график данных, полученных из выборок, которые периодически отбираются в ходе работы процесса и последовательно наносятся на карту (см. рисунок 6). На SPC-карты также нанесены линии, называемые контрольными границами, которые описывают присущую процессу вариабельность, когда он стабилен.

Функция контрольной карты заключается в том, чтобы помочь оценить стабильность процесса, и это делается путем изучения нанесенных на карту данных относительно контрольных границ.

На самом простом уровне нанесенная на карту точка, которая выходит за контрольные границы, сигнализирует о вероятном изменении в процессе, возможно, из-за некоторой неслучайной причины. Это указывает на необходимость исследования причины выхода точки за границы контроля и регулирования процесса, где это необходимо. Это помогает поддерживать стабильность процессов и улучшать их в долгосрочной перспективе.

Любая переменная (данные измерений), представляющая интересующую характеристику продукции, услуги или процесса, может быть нанесена на карту.

Контрольные карты для альтернативных данных обычно составляются на основе количества или доли несоответствующих единиц или количества несоответствий, обнаруженных в выборках, сделанных в ходе процесса.



X — время; *Y* — данные; *1* — данные измерения; *2* — верхняя контрольная граница; *3* — среднее арифметическое; *4* — нижняя контрольная граница

Рисунок 6 — Карта статистического контроля процесса

Обычная форма контрольной карты для переменных данных называется картой Шухарта. Использование таких контрольных карт может быть оптимизировано для более быстрого выявления изменений процесса или повышения чувствительности к малым изменениям посредством использования дополнительных критериев при интерпретации тенденций и закономерностей в нанесенных на карту данных. Существуют и другие формы контрольных карт, каждая из которых обладает свойствами, подходящими для применения в особых обстоятельствах. Примеры таких форм включают карты кумулятивных сумм, которые позволяют повысить чувствительность к малым изменениям процесса, и «карты скользящего среднего арифметического» (простого или взвешенного), которые служат для сглаживания краткосрочных изменений, чтобы выявить устойчивые тенденции.

7.10.2 Выгоды

В дополнение к представлению данных в наглядной форме для пользователя контрольной карты представляют соответствующий отклик на вариацию процесса. Они помогают пользователю отличить случайную вариацию, присущую стабильному процессу, от вариации, которая может быть вызвана неслучайной причиной (т. е. специфической, привнесенной причиной) и своевременное обнаружение и коррекция которой могут помочь улучшить процесс. Значение контрольных карт в различных контекстах иллюстрируется следующими примерами:

- управление процессом: контрольные карты для переменных можно использовать для выявления изменений центра процесса или его вариабельности и инициирования корректирующих действий, таким образом поддерживая или восстанавливая стабильность процесса. Контрольные карты также помогают избежать специального или ненужного вмешательства в процесс, позволяя пользователям

проводить различие между вариациями, присущими процессу, и вариациями, которые могут быть отнесены к «неслучайной причине»;

- анализ воспроизводимости процесса: если процесс находится в стабильном состоянии, данные контрольной карты могут быть использованы в дальнейшем для оценки воспроизводимости процесса (см. 7.5);

- анализ причин и последствий: корреляция между событиями процесса и закономерностями, выявленными на контрольной карте, может помочь сделать вывод о лежащих в их основе неслучайных причинах и планировать результативные корректирующие действия;

- постоянное улучшение: контрольные карты используются для мониторинга вариации процесса в идентификации и рассмотрении причины (причин) такой вариации. Они являются результативными, когда используются как часть программы постоянного улучшения в организации.

7.10.3 Ограничения и предостережения

Важно отбирать выборки в ходе процесса так, чтобы наилучшим образом выявлять представляющие интерес вариации. Такая выборка называется «рациональной подгруппой». Это наиболее важно для результативного использования и интерпретации карт SPC и для понимания источников вариации процесса.

Кратковременные процессы представляют особые трудности, поскольку иногда недостаточно данных для установления соответствующих контрольных границ. В таких случаях существуют различные практические подходы для устранения этого ограничения.

При интерпретации контрольных карт существует риск «ложной тревоги» (т. е. риск сделать заключение о том, что изменение произошло, хотя это не соответствует действительности). Существует также риск не выявить изменение, которое произошло. Эти риски могут быть уменьшены, но не могут быть исключены.

7.10.4 Примеры применения

Ниже перечислены примеры применения SPC:

a) компании в автомобильной, электронной, оборонной и других отраслях часто используют контрольные карты (для критических характеристик) для достижения и демонстрации постоянной стабильности и воспроизводимости процесса. В случае получения несоответствующей продукции/услуг контрольные карты помогают установить риск и определить область применения корректирующих действий;

b) контрольные карты используются при решении проблем на рабочем месте. Они применяются на всех уровнях организаций для поддержки распознавания проблем и анализа коренных причин;

c) контрольные карты для таких характеристик выборки, как среднее арифметическое время отклика, коэффициент появления ошибок и частота жалоб, используются для измерения, диагностики и улучшения деятельности в сфере услуг (например, время отклика скорой помощи, время поставки товара, ошибки при перевозке);

d) контрольные карты используются при анализе измерительных систем для определения того, имеет ли измерительная система возможность выявить вариабельность представляющего интерес процесса или продукции/услуги. Контрольные карты также используются для мониторинга самого процесса измерения (см. 7.4).

7.11 Статистическое назначение допусков

7.11.1 Общее описание

Статистическое назначение допусков — это процедура на основе статистических принципов, используемая для установления допусков. Оно использует статистические распределения соответствующих размеров отдельных компонентов для определения общего допуска для сборочной единицы.

При сборке большого количества отдельных компонентов в один модуль критическим фактором или требованием (с точки зрения сборки и взаимозаменяемости) таких модулей часто являются не размеры отдельных компонентов, а общий размер, полученный в результате сборки.

Для статистического определения общих допусков предполагается, что в сборочных единицах, включающих большое количество отдельных компонентов, размеры, лежащие вблизи одного края отдельного поля допуска, будут сбалансированы размерами, лежащими вблизи другого края поля допуска. Например, отдельный размер, лежащий у нижнего края поля допуска, может быть сопоставлен с другим размером (или комбинацией размеров), находящимся у верхнего края поля допуска.

С точки зрения статистики при определенных обстоятельствах общий размер будет иметь приблизительно нормальное распределение. Этот факт не зависит от распределения отдельных размеров, и поэтому может быть использован для оценки поля допуска на общий размер собранного модуля.

С другой стороны, учитывая общий допуск на размер, его можно использовать для определения допустимого поля допуска отдельного компонента.

7.11.2 Выгоды

Учитывая набор допусков (которые не обязательно совпадают) для отдельных компонентов, расчет статистического общего допуска даст значение допуска на общий размер, которое, как правило, будет значительно меньше, чем допуск на общий размер, рассчитанный арифметически.

Это означает, что при заданном допуске на общий размер статистическое назначение допусков позволит использовать более широкие допуски на отдельные размеры, чем те, которые определяются путем арифметических расчетов. С практической точки зрения это может быть существенной выгодой, так как более широкие допуски связаны с малозатратными методами производства.

7.11.3 Ограничения и предостережения

Первым шагом в статистическом назначении допусков является определение доли собранных модулей, которые могут находиться за пределами приемлемого поля допуска общего размера. Статистическое назначение допусков зависит от следующих условий, чтобы оно было практически осуществимым без необходимости применения передовых методов:

- отдельные фактические размеры могут рассматриваться как некоррелированные случайные переменные;
- размерная цепь линейна;
- размерная цепь имеет не менее четырех единиц;
- отдельные допуски являются величинами одного порядка;
- распределения отдельных размеров в размерной цепи известны.

Очевидно, что некоторые из этих требований могут быть выполнены только тогда, когда изготовлением рассматриваемых отдельных компонентов можно управлять и постоянно подвергать мониторингу. Для продукции, находящейся на стадии разработки, при применении статистического назначения допусков следует руководствоваться инженерными опытом и знаниями.

7.11.4 Примеры применения

Теорию статистического назначения допусков обычно применяют при сборке частей, при которой допуски суммируются или просто вычитаются (например, вал и отверстие). Отрасли промышленности, в которых используется статистическое назначение допусков, включают машиностроение, электронную и химическую промышленность. Теорию также применяют в компьютерном моделировании для определения оптимальных допусков.

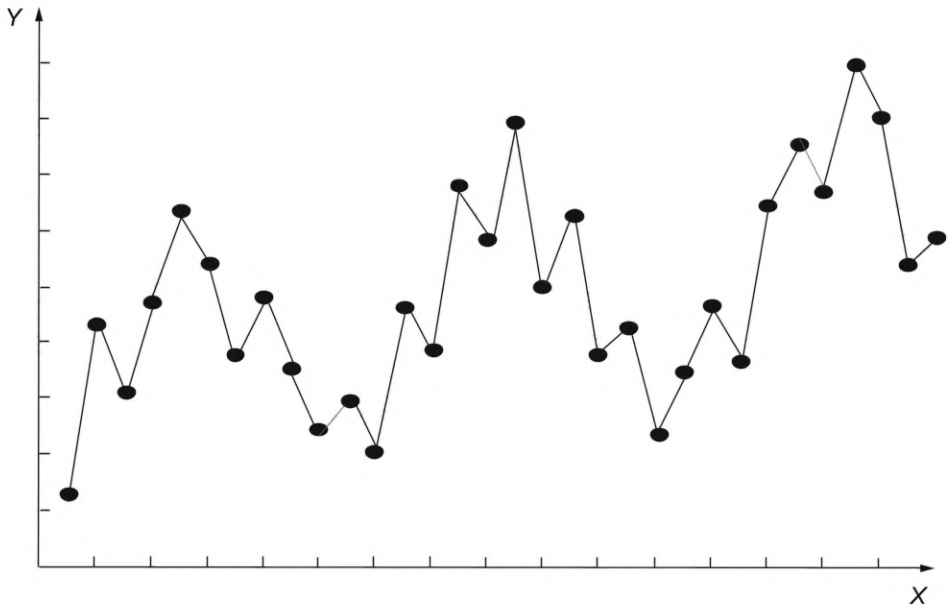
7.12 Анализ временных рядов

7.12.1 Общее описание

Временной ряд — это последовательность наблюдений, упорядоченных во времени, а анализ таких данных называется «анализом временных рядов». Он используется для описания закономерностей в данных временного ряда, для идентификации «выбросов» (т. е. экстремальных значений, валидность которых следует исследовать), чтобы помочь понять закономерности или внести поправки в процесс, а также для обнаружения точек в тренде. Другое использование — объяснение закономерностей одного временного ряда с помощью закономерностей другого временного ряда со всеми целями, присущими регрессионному анализу (см. 7.6).

Анализ временных рядов (см. рисунок 7) относится к аналитическим методам, применяемым:

- при обнаружении закономерностей «отставания» посредством статистического прогноза о том, как каждое наблюдение коррелирует с наблюдением, непосредственно предшествующим ему, и повторения его для каждого последующего периода отставания;
- обнаружении закономерностей (например, в продажах), которые являются циклическими или сезонными, чтобы понять, как влияние причинных факторов в прошлом может повториться в будущем;
- использовании статистических инструментов для прогнозирования будущих наблюдений или для понимания того, какие причинные факторы внесли наибольший вклад в вариации во временных рядах.



X — время; *Y* — характеристика

Рисунок 7 — График временных рядов

Несмотря на то, что методы, применяемые при анализе временных рядов, могут включать простые графики трендов, такие элементарные графики перечислены среди простых графических методов, приведенных в 7.1.

Анализ временных рядов можно использовать для прогнозирования будущих значений, обычно ограниченных верхним и нижним значениями, известными как «интервал прогнозирования». Он находит широкое применение в области управления и часто применяется в автоматизированных процессах. В этом случае для прогнозирования будущих значений к уже существующему временному ряду подбирается вероятностная модель. Затем вносятся поправки в конкретные параметры процесса, чтобы поддерживать процесс в соответствии с заданным значением с минимально возможными вариациями.

7.12.2 Выгоды

Методы анализа временных рядов полезны при планировании, разработке средств управления, идентификации изменений в процессе, составлении прогнозов и оценке последствия какого-либо внешнего вмешательства или действия.

Анализ временных рядов также полезен для сравнения проектируемого функционирования процесса с прогнозируемыми значениями временного ряда в случае внесения определенных изменений.

Методы временных рядов могут обеспечивать правильное представление о возможных причинно-следственных закономерностях. Существуют методы, позволяющие отделить систематические (или неслучайные) причины от случайных, а также разбить закономерности во временном ряду на циклические, сезонные, трендовые и уровневые компоненты.

Анализ временных рядов может быть использован для определения того, как будет вести себя процесс при заданных условиях и какие поправки (если таковые имеются) могут повлиять на процесс в отношении некоторого заданного значения или какие поправки могут снизить вариабельность процесса.

7.12.3 Ограничения и предостережения

Ограничения и предостережения, приведенные для регрессионного анализа, также применимы к анализу временных рядов. При моделировании процесса, чтобы понять причины и следствия, требуется значительный уровень навыков для выбора наиболее подходящей модели и использования инструментов диагностики для улучшения модели.

Независимо от того, включено ли оно в анализ или исключено из него, отдельное наблюдение или небольшая группа наблюдений могут оказать значительное влияние на модель. Поэтому влияющие наблюдения следует понимать и отделять от «выбросов» в данных.

Различные методы оценивания временных рядов могут иметь различную степень успеха в зависимости от закономерностей во временном ряду и количества периодов, для которых желательны

прогнозы, по отношению к количеству периодов времени, для которых доступны данные временного ряда. При выборе модели следует учитывать цель анализа, характер данных, относительные затраты, а также аналитические и прогностические свойства различных моделей.

7.12.4 Примеры применения

Ниже перечислены примеры применения анализа временных рядов:

a) анализ временных рядов применяется для изучения закономерностей изменения работы с течением времени, например измерений процесса, претензий потребителей, несоответствий, производительности и результатов испытаний;

b) применение для прогнозирования включает прогнозирование потребностей в запасных частях, невыходов на работу, заказов потребителей, потребностей в материалах, потребления электроэнергии;

c) анализ причинно-следственных временных рядов используется для разработки прогнозируемых моделей спроса. В контексте безотказности он используется, например, для прогнозирования количества событий за заданный период времени и распределения интервалов времени между событиями, такими как, например, простои в работе оборудования;

d) анализ временных рядов может быть использован для отделения вариаций, вызванных установленными причинами, от вариаций, вызванных случайными событиями;

e) анализ временных рядов можно использовать для мониторинга сезонных вариаций в процессах продаж с отслеживанием пропущенных и перемещенных дат заказов.

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»
ISO 3534-3	—	*
ISO 3534-4	IDT	ГОСТ Р ИСО 3534-4—2021 «Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 4. Выборочный контроль на основе данных опроса и анкетирования»
ISO 9000:2015	IDT	ГОСТ Р ИСО 9000—2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

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

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1]	ISO 9001:2015	Quality management systems — Requirements (Системы менеджмента качества. Требования)
[2]	ISO 2602	Statistical interpretation of test results — Estimation of the mean — Confidence interval (Статистическое представление результатов испытаний. Оценка среднего. Доверительный интервал)
[3]	ISO 2854	Statistical interpretation of data — Techniques of estimation and tests relating to means and variances
[4]	ISO 2859 (all parts)	Sampling procedures for inspection by attributes (Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку)
[5]	ISO 3301	Statistical interpretation of data — Comparison of two means in the case of paired observations (Статистическое представление данных. Сравнение двух средних в парных наблюдениях)
[6]	ISO 3494	Statistical interpretation of data — Power of tests relating to means and variances (Статистическое представление данных. Мощность тестов для средних и дисперсий)
[7]	ISO 3951 (all parts)	Sampling procedures for inspection by variables (Процедуры выборочного контроля по количественному признаку)
[8]	ISO 5479	Statistical interpretation of data — Tests for departure from the normal distribution (Статистическое представление данных. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения)
[9]	ISO 5725 (all parts)	Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results [Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений]
[10]	ISO 7870 (all parts)	Control charts (Контрольные карты)
[11]	ISO 10012	Measurement management systems — Requirements for measurement processes and measuring equipment (Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию)
[12]	ISO 10725	Acceptance sampling plans and procedures for the inspection of bulk materials (Планы приемочного выборочного контроля и методы контроля сыпучих материалов)
[13]	ISO 11095	Statistic methods — Linear calibration using reference materials (Статистические методы. Линейная калибровка с использованием образцов сравнения)
[14]	ISO 11453	Statistical interpretation of data — Tests and confidence intervals relating to proportions (Статистическое представление данных. Проверка гипотез и доверительные интервалы для пропорций)
[15]	ISO 11462 (all parts)	Guidelines for implementation of statistical process control (SPC) (Руководство по внедрению статистического управления процессами)
[16]	ISO 11648-2	Statistical aspects of sampling from bulk materials — Part 2: Sampling of particulate materials (Статистическое представление данных. Проверка гипотез и доверительные интервалы для пропорций)
[17]	ISO 11843 (all parts)	Capability of detection (Способность обнаружения)
[18]	ISO/TR 12845	Selected illustrations of fractional factorial screening experiments (Избранные иллюстрации дробных факториальных отсеивающих экспериментов)
[19]	ISO/TR 12888	Selected illustrations of gauge repeatability and reproducibility studies (Избранные иллюстрации к изучению повторяемости и воспроизводимости показаний индикатора)
[20]	ISO 13053 (all parts)	Quantitative methods in process improvement — Six Sigma (Количественные методы улучшения процессов. «Шесть сигм»)
[21]	ISO/TR 13195	Selected illustrations of response surface method — Central composite design (Примеры применения метода поверхности отклика. Центральное композиционное проектирование)
[22]	ISO 16269 (all parts)	Statistical interpretation of data (Статистическое представление данных)

[23] ISO 16336 Applications of statistical and related methods to new technology and product development process — Robust parameter design (RPD) [Применение статистических методов к новым технологиям и процессу разработки продукции. Робастное параметрическое проектирование (RPD)]

[24] ISO 16355 (all parts) Applications of statistical and related methods to new technology and product development process (Применение статистических и связанных с ними методов в процессе разработки новых технологий и продукции)

[25] ISO 18404 Quantitative methods in process improvement — Six Sigma — Competencies for key personnel and their organizations in relation to Six Sigma and Lean implementation (Количественные методы улучшения процессов. «Шесть сигм». Компетенция ведущих специалистов и их организаций, касающаяся внедрения методов «Шесть сигм» и «Бережливость»)

[26] ISO/TS 21749 Measurement uncertainty for metrological applications — Repeated measurements and nested experiments (Неопределенность измерения в метрологии. Повторные измерения и эксперименты с группировкой)

[27] ISO 22514 (all parts) Statistical methods in process management — Capability and performance (Статистические методы в управлении процессами. Воспроизводимость и пригодность)

[28] ISO 28590 Sampling procedures for inspection by attributes — Introduction to the ISO 2859 series of standards for sampling for inspection by attributes (Процедуры выборочного контроля по качественным признакам. Введение в стандарты серии ИСО 2859 по процедурам выборочного контроля по качественным признакам)

[29] ISO/TR 29901 Selected illustrations of full factorial experiments with four factors (Избранные иллюстрации полного факторного эксперимента с четырьмя факторами)

[30] ISO/IEC Guide 98-1 Uncertainty of measurement — Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement (Неопределенность измерения. Часть 1: Введение в выражение неопределенности измерения)

[31] IEC 31010 Risk management — Risk assessment techniques (Менеджмент риска. Технологии оценки риска)

[32] IEC 60050-192 International Electrotechnical Vocabulary — Part 192: Dependability (Международный электротехнический словарь. Часть 192. Надежность)

[33] IEC 61070 Compliance test procedures for steady-state availability (Методики испытаний на соответствие техническим требованиям к стационарной готовности изделий)

[34] IEC 61123 Reliability testing — Compliance test plans for success ratio (Испытания на безотказность. Планы испытаний на соответствие техническим требованиям для определения коэффициента успешного исхода)

[35] IEC 61649 Weibull analysis (Анализ Вейбулла)

УДК 658.562.012.7:65.012.122:006.354 ОКС 03.120.30

Ключевые слова: описательная статистика, планирование экспериментов, проверка гипотез, анализ измерительных систем, анализ воспроизводимости процесса, регрессионный анализ, анализ безотказности, выборочный контроль, моделирование, статистическое управление процессом, статистическое назначение допусков, анализ временных рядов, выборка

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 07.05.2026. Подписано в печать 19.05.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,35.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru