ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**Бийский технологический институт (филиал)**

государственного образовательного учреждения

высшего профессионального образования

«Алтайский государственный технический университет

им. И.И. Ползунова»

А.Ю. Козлюк, А.Г. Овчаренко

**ПРОСТЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

Методические рекомендации к лабораторной работе

по курсу «Средства и методы управления качеством»

для студентов специальности 220501.65 «Управление качеством»

Бийск

Издательство Алтайского государственного технического университета

им. И.И. Ползунова

2009

УДК 658.5(076)

Рецензент: к.т.н., доцент Фролов А.В.

Работа подготовлена на кафедре производственной безопасности и управления качеством.

**Козлюк, А.Ю.**

Простые инструменты контроля качества: методические рекомендации к лабораторной работе по курсу «Средства и методы управления качеством» для студентов специальности 220501.65 «Управление качеством» / А.Ю. Козлюк, А.Г. Овчаренко; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2009. – 36 с.

Методические рекомендации содержат основные сведения о простых инструментах контроля качества, к которым относятся следующие статистические методы: контрольный листок, гистограмма, диаграмма разброса, диаграмма Парето, стратификация, диаграмма Исикавы, контрольная карта. Изложены назначение и основные принципы применения каждого из перечисленных методов.

УДК 658.5(076)

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры

производственной безопасности и управления

качеством

Протокол № 02/09 от 16.02.09 г.

© А.Ю. Козлюк, А.Г. Овчаренко, 2009

© БТИ АлтГТУ, 2009

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc228283588)

[1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОСТЫХ ИНСТРУМЕНТАХ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА 5](#_Toc228283589)

[1.1 Контрольный листок 5](#_Toc228283590)

[1.2 Гистограмма 8](#_Toc228283591)

[1.3 Диаграмма разброса 13](#_Toc228283592)

[1.4 Диаграмма Парето 18](#_Toc228283593)

[1.5 Расслоение, или стратификация, данных 20](#_Toc228283594)

[1.6 Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы) 22](#_Toc228283595)

[1.7 Контрольная карта 23](#_Toc228283596)

[1.8 Графики 29](#_Toc228283597)

[1.9 Диаграмма (блок-схема) потока 32](#_Toc228283598)

[2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ 33](#_Toc228283599)

[3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 34](#_Toc228283600)

[ЛИТЕРАТУРА 35](#_Toc228283601)

# ВВЕДЕНИЕ

В середине 1960-х годов в Японии получили широкое распространение кружки качества. Чтобы вооружить их эффективным инструментом анализа и управления качеством, японские ученые отобрали из всего множества известных инструментов семь методов.

Заслуга ученых, и в первую очередь профессора К. Исикавы, состоит в том, что они обеспечили простоту этих методов, превратив их фактически в эффективные инструменты анализа и управления качеством. Их можно понять и эффективно использовать без специальной математической подготовки.

Эти методы в научно-технической литературе получили название «Семь инструментов контроля качества». В дальнейшем их число увеличилось (добавились графики и диаграммы потока) и их стали называть «простые инструменты контроля качества».

При всей своей простоте эти методы позволяют сохранить связь со статистикой и дают возможность профессионалам пользоваться результатами этих методов и при необходимости совершенствовать их.

К простым инструментам контроля качества относятся следующие статистические методы:

1. **контрольный листок;**
2. **гистограмма;**
3. **диаграмма разброса;**
4. **диаграмма Парето;**
5. **стратификация (расслоение);**
6. **диаграмма Исикавы;**
7. **контрольная карта;**
8. **графики;**
9. **диаграмма потока.**

Эти методы можно рассматривать и как отдельные инструменты, и как систему методов (разную в различных обстоятельствах).

Применение этих инструментов в производственных условиях позволяет реализовать важный принцип функционирования системы менеджмента качества в соответствии с МС ISO серии 9000 версии 2000 года – «принятие решений, основанное на фактах». Инструменты контроля качества дают возможность получить эти факты, достоверную информацию о состоянии изучаемых процессов. Перечисленные инструменты контроля качества используют в основном исполнители (менеджеры) первой линии для контроля и улучшения конкретных процессов. Причем это могут быть как производственные, так и бизнес-процессы (делопроизводство, финансовые процессы, управление производством, снабжением, сбытом и т. п.). Комплексный характер управления качеством на всех этапах жизненного цикла продукции и производства является, как известно, непременным условием Всеобщего управления качеством.

# 1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОСТЫХ ИНСТРУМЕНТАХ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

## Контрольный листок

Контрольный листок используется как для регистрации опытных данных, так и для предварительной их систематизации. Имеются сотни различных видов контрольных листков. Чаще всего они оформляются в виде таблицы или графика.

Контрольный листок может фиксировать как количественные, так и качественные характеристики процесса (место выявленных дефектов на изделии, виды отказов и др.) В связи с этим контрольные листки разделяют на следующие типы:

а) *контрольный листок для регистрации видов дефектов*(рисунок 1), в котором каждый раз, когда контролер обнаруживает дефект, он делает пометку (штрих). Когда набирается четыре штриха, пятый их перечеркивает. В конце рабочего дня контролер может быстро сосчитать число и разновидности дефектов. К недостаткам этого листка можно отнести невозможность провести расслоение данных;



Рисунок 1 – Пример контрольного листка для регистрации видов

дефектов

б) *контрольный листок причин дефектов* (рисунок 2), который выполнен таким образом, что из него можно выбрать необходимую информацию о дефектах, допущенных не только по вине рабочего или по причине плохой наладки станка, но и определить появление брака, вызванное усталостью рабочего во второй половине дня или изменением условий его работы;

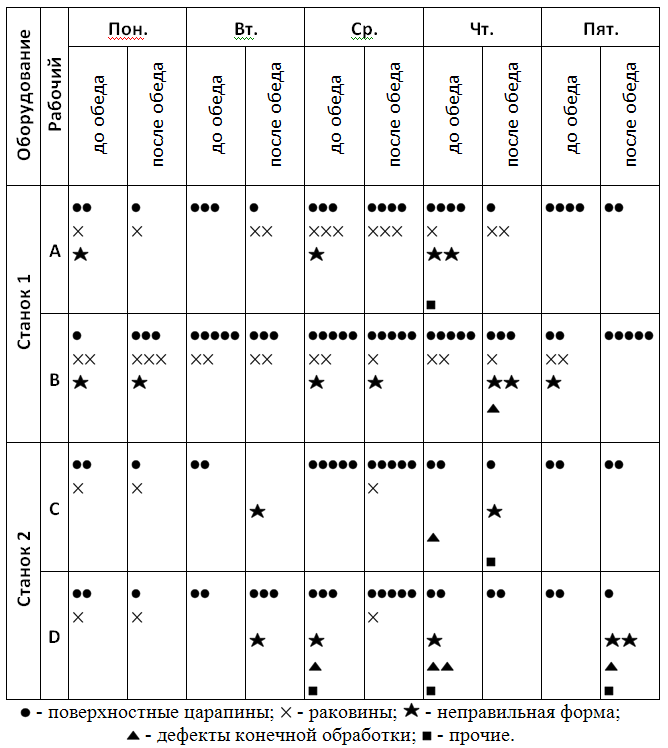


Рисунок 2 – Пример контрольного листка причин дефектов

в) *контрольный листок локализации дефектов* (рисунок 3), который необходим для диагноза процесса, поскольку причины дефектов часто можно найти, только исследуя места их возникновения;

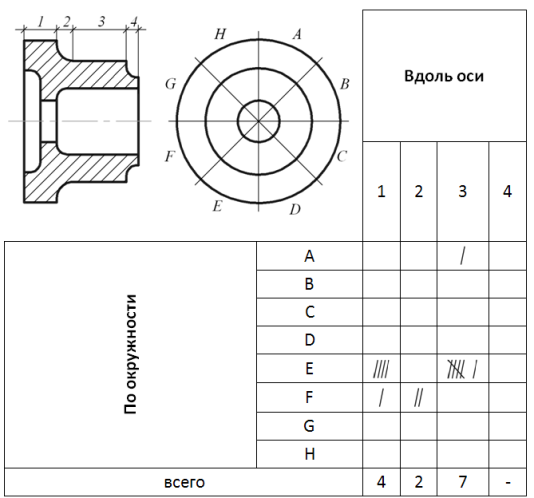


Рисунок 3 – Пример контрольного листка локализации дефектов

г) *контрольный листок для регистрации распределения измеряемого параметра* (рисунок 4). Как правило, такие листки заполняются для анализа технологического процесса путем построения гистограмм.

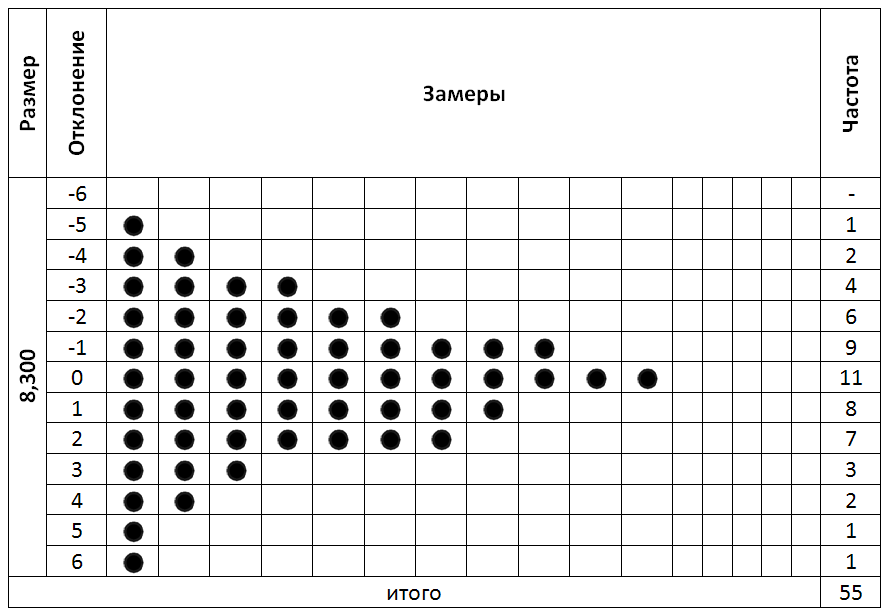


Рисунок 4 – Пример контрольного листка для регистрации   
распределения измеряемого параметра

Необходимо тщательно спланировать сбор данных, чтобы избежать ошибок, которые могут исказить представление об изучаемом процессе. Возможны следующие ошибки: недостаточная точность измерений из-за несовершенства средств или методов измерений, из-за плохой информированности сборщиков данных, их низкой квалификации или их заинтересованности в искажении результатов; совмещение измерений, относящихся к разным условиям протекания процесса; влияние процесса измерений на изучаемый процесс. Чтобы избежать этих ошибок, нужно соблюдать следующие правила.

а) Необходимо установить суть изучаемой проблемы и поставить вопросы, нуждающиеся в разрешении.

б) Следует разработать форму контрольного листка, позволяющую с минимальными затратами времени и средств получить достоверную информацию о процессе.

в) Необходимо разработать методику измерений, исключающую получение данных, не учитывающих важные условия протекания процесса. Например, измерения следует производить на одном виде оборудования при использовании определенной оснастки, с указанием режимов процесса, исполнителя, времени и места протекания процесса. Это позволит в дальнейшем учесть влияние этих факторов на процесс.

г) Необходимо выбрать сборщика данных, непосредственно получающего информацию о процессе в качестве оператора, наладчика или контролера, не заинтересованного в ее искажении, обладающего квалификацией для получения достоверных данных.

д) Со сборщиками данных следует провести инструктаж о методике измерений или обучить их.

е) Средства и методы измерений должны обеспечивать требуемую точность измерений.

ж) Следует выполнить аудит процесса сбора данных, оценить его результаты, при необходимости откорректировать методику сбора данных.

## 1.2 Гистограмма

Этот распространенный инструмент контроля качества используется для предварительной оценки дифференциального закона распределения изучаемой случайной величины, однородности экспериментальных данных, сравнения разброса данных с допустимым значением, природы и точности изучаемого процесса.

Гистограмма – это столбчатый график 1 (рисунок 5), позволяющий наглядно представить характер распределения случайных величин в выборке. Для этой же цели используют полигон 2 – ломаную линию, соединяющую середины столбцов гистограммы.

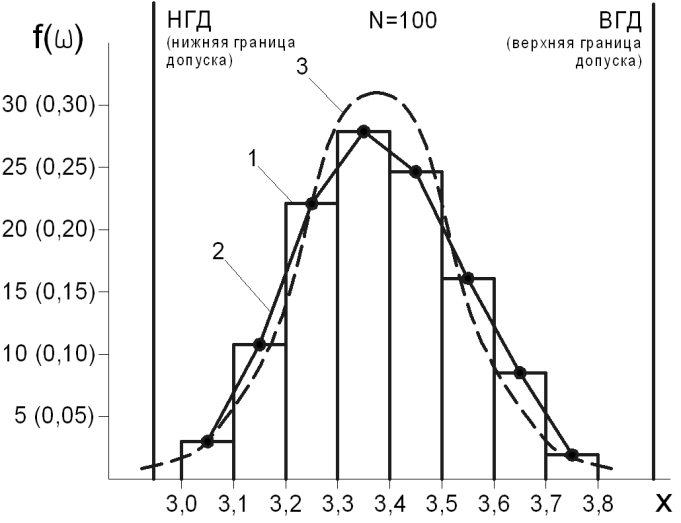


Рисунок 5 – Гистограмма (1), полигон (2) и теоретическая кривая   
распределения значений размера детали (3)

Построение гистограммы производится следующим образом:

а) составляется план исследования, выполняются измерения и результаты заносят в таблицу. Результаты могут быть представлены в виде фактических измеренных значений либо в виде отклонений от номинального значения;

б) в полученной выборке находят максимальное *Xmax* и минимальное *Xmin* значения;

в) определяют размах значений *R= Xmax − Xmin*;

г) размах разбивают на *z* равных интервалов. Обычно , где *N* – объем выборки. Представительной считается выборка при значениях *N* от35до200. Часто *N =* 100. Как правило, число *z* составляет от 7 до 11.

д) определяют длину интервала , которая должна быть больше цены деления шкалы измерительного устройства, которым выполнялись измерения;



е) подсчитывают частоты *fi* (абсолютное число наблюдений) и частот  (относительное число наблюдений) для каждого интервала. Составляется таблица распределения и строится его графическое изображение с помощью гистограммы или полигона в координатах *f*i *– x*i или ωi *– х*i, где *х*i – середина или граница *i*-гo интервала. В каждый интервал включаются наблюдения, лежащие в пределах от нижней границы интервала до верхней. Частоты значений, попавших на границы между интервалами, поровну распределяются между соседними интервалами. Для этого значения, попавшие на нижнюю границу, относят к предшествующему интервалу, значения, попавшие на верхнюю границу, *–* к последующему интервалу. Масштаб графиков по оси абсцисс выбирается произвольным, а по оси ординат рекомендуется такие, чтобы высота максимальной ординаты относилась к ширине основания кривой как 5:8.

Имея таблицу распределения, выборочные среднее и дисперсию *S2* для общей выборки можно рассчитать по формулам:

|  |  |
| --- | --- |
| ; , | (1) |

где  – среднее значение *i*-го интервала.

С помощью гистограммы (полигона) можно установить теоретический закон распределения, которому в наилучшей степени соответствует эмпирическое распределение данного фактора, найти параметры этого теоретического распределения.

Зная значения , *S* и закон распределения характеристики технологического процесса, можно оценить точность технологического процесса по данному параметру, например, с помощью методики анализа процесса по индексу воспроизводимости (*Сp*).

Основным достоинством гистограммы является то, что анализ ее формы и расположения относительно границ поля допуска дает много информации об изучаемом процессе без выполнения расчетов. Для получения такой информации из исходных данных необходимо выполнить достаточно сложные расчеты. Гистограмма позволяет оперативно выполнить предварительный анализ процесса (выборки) исполнителю первой линии (оператору, контролеру и др.) без математической обработки результатов измерений.

Например, как видно на приведенном выше рисунке 5, гистограмма смещена относительно номинального размера к нижней границе допуска, в области которой вероятен брак. Оператор для предотвращения брака должен прежде всего отрегулировать настройку станка для совмещения значения и середины поля допуска. Возможно, что этого окажется недостаточно для исключения брака. Тогда потребуется повысить жесткость технологической системы, стойкость инструмента и уменьшить разброс размеров.

Наиболее распространенные формы гистограмм приведены на рисунке 6.

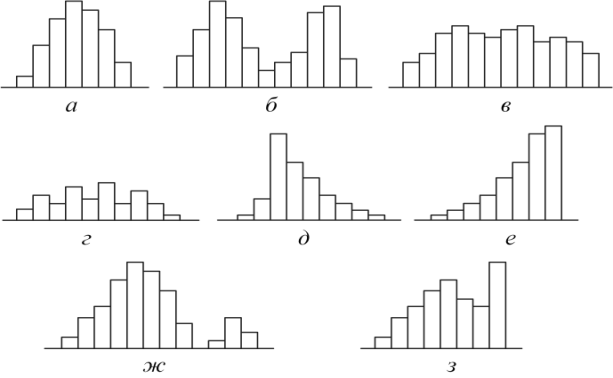


Рисунок 6 – Основные типы гистограмм

**Колоколообразное распределение** (рисунок 6а) – симметричная форма с максимумом примерно в середине интервала изменения изучаемого параметра; характерно для распределения параметра по нормальному закону, при равномерном влиянии на него различных факторов. Отклонения от колоколообразной формы могут указывать на наличие доминирующих факторов или нарушений методики сбора данных (например, включение в выборку данных, полученных в других условиях).

**Распределение с двумя пиками, или двухвершинное,** (рисунок 6б) характерно для выборки, объединяющей результаты двух процессов или условий работы. Например, когда анализируются результаты измерений размеров деталей после обработки, такая гистограмма будет иметь место, если в одну выборку объединены измерения деталей при разных настройках инструмента или при использовании разных инструментов либо станков. Поэтому используют различные схемы стратификации для выделения различных процессов или условий.

**Распределение типа плато** (рисунок 6в) имеет место для тех же условий, что и предыдущая гистограмма. Особенностью данной выборки является то, что в ней объединено несколько распределений, в которых средние значения незначительно отличаются между собой. Целесообразно провести анализ последовательно выполняемых операций, применить альтернативные процедуры реализации операций для уменьшения вариабельности условий процессов и их результатов. Полезно также применение метода стратификации (расслоения) данных.

**Распределение гребенчатого типа** (рисунок 6г) – регулярно чередующиеся высокие и низкие значения. Этот тип обычно указывает на ошибки измерений, на ошибки в способе группировки данных при построении гистограммы или на систематическую погрешность в способе округления данных. Менее вероятна альтернатива того, что это один из вариантов распределения типа плато.

Необходимо анализировать процедуры сбора данных и построения гистограммы, прежде чем рассматривать возможные характеристики процесса, которые могли бы вызывать такую структуру.

**Скошенное распределение** (рисунок 6д) имеет асимметричную форму с пиком, расположенным не в центре данных, и с «хвостами» распределения, которые резко спадают с одной стороны и мягко – с другой. Иллюстрация на рисунке 6д называется положительно скошенным распределением, потому что длинный «хвост» простирается вправо к уменьшающимся значениям. Отрицательно скошенное распределение имело бы длинный «хвост», простирающийся влево к уменьшающимся значениям.

Такая форма гистограммы указывает на отличие распределения изучаемого параметра от нормального. Оно может быть вызвано:

а) преобладающим влиянием какого-либо фактора на разброс значений параметра, например, при механической обработке это может быть влияние точности заготовок или оснастки на точность обработанных деталей;

б) невозможностью получения значений больше или меньше определенной величины – это имеет место для параметров с односторонним допуском (например, для показателей точности взаимного расположения поверхностей − биения, неперпендикулярности и др.), для параметров, у которых существуют практические ограничения их значений (например, значения времени или числа измерений не могут быть меньше нуля).

Такие распределения возможны, так как обусловлены природой получения выборок. Следует обратить внимание на возможность уменьшения длины «хвоста», так как он увеличивает вариабельность процесса.

**Усеченное распределение** (рисунок 6е) имеет асимметричную форму, при которой пик находится на краю или вблизи от края данных, а распределение с одной стороны обрывается очень резко и имеет плавный «хвост» с другой стороны. Иллюстрация на рисунке 6е показывает усечение с левой стороны с положительно скошенным «хвостом». Конечно, можно также столкнуться с усечением справа с отрицательно скошенным «хвостом». Усеченные распределения − это часто гладкие, колоколообразные распределения, у которых посредством некоторой внешней силы (отбраковка, 100%-ный контроль или перепроверка) часть распределения изъята или усечена. Необходимо обратить внимание на то, что усилия по усечению увеличивают стоимость и, следовательно, это хорошие кандидаты на устранение.

**Распределение с изолированным пиком** (рисунок 6ж) имеет небольшую, отдельную группу данных в дополнение к основному распределению. Как и распределение с двумя пиками, эта структура представляет собой некоторую комбинацию и предполагает, что работают два различных процесса. Однако маленький размер второго пика указывает на ненормальность, на что-то такое, что не происходит часто или регулярно.

В данном случае необходимо обратить внимание на условия, сопутствующие данным в маленьком пике: нельзя ли обособить конкретное время, оборудование, источник входных материалов, процедуру, оператора и т. д. Такие маленькие изолированные пики в сочетании с усеченным распределением могут быть следствием отсутствия достаточной эффективности отбраковки дефектных изделий. Возможно, что маленький пик представляет ошибки в измерениях или переписывании данных.

**Распределение с пиком на краю** (рисунок 6з) имеет большой пик, присоединенный к гладкому в остальном распределению. Такая форма существует тогда, когда протяженный «хвост» гладкого распределения был обрезан и собран в одну-единственную категорию на краю диапазона данных. Кроме того, это указывает на неаккуратную запись данных.

## 1.3 Диаграмма разброса

Диаграмма разброса позволяет без математической обработки экспериментальных данных значений двух переменных на основе их графического представления оценить характер и тесноту связи между ними. Это дает возможность линейному персоналу контролировать ход процесса, а технологам и менеджерам − управлять им. Этими двумя переменными могут быть:

*а) характеристика качества процесса и фактор, влияющий на ход процесса.* К примерам применения диаграммы разброса для анализа зависимости между причинным фактором и характеристикой (следствием) относятся диаграммы для анализа зависимости суммы, на которую заключены контракты, от числа поездок бизнесмена с целью заключения контрактов; процента брака от процента невыхода на работу операторов; расхода сырья на единицу готовой продукции от степени чистоты сырья; выхода реакции от температуры реакции; степени деформации от скорости формовки и т. д.

При наличии корреляционной зависимости причинный фактор оказывает очень большое влияние на характеристику, поэтому, удерживая этот фактор под контролем, можно достичь стабильности характеристики. Можно также определить уровень контроля, необходимый для требуемого показателя качества;

*б) две различные характеристики качества.* Примерами применения диаграммы разброса для анализа зависимости между двумя причинными факторами могут служить диаграммы для анализа зависимости между содержанием рекламаций и руководством по эксплуатации изделия; между циклами закалки отожженной стали и газовым составом атмосферы; между числом курсов обучения оператора и степенью его мастерства и т. д.

При наличии корреляционной зависимости между отдельными факторами значительно облегчается контроль процесса с технологической, временной и экономической точек зрения;

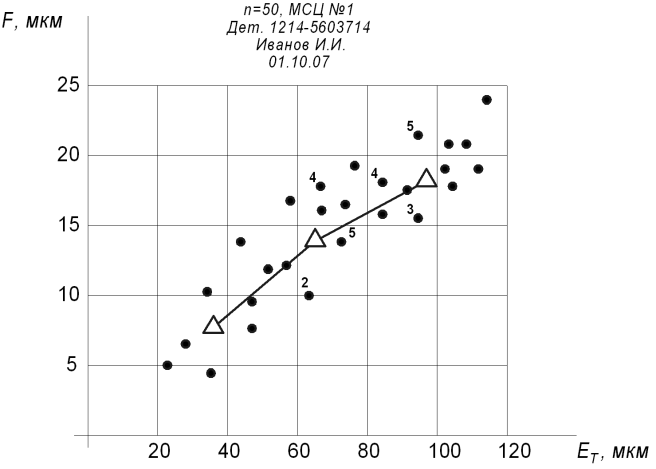
*в) два фактора, влияющие на одну характеристику качества.* Применение диаграммы разброса для анализа зависимости между двумя характеристиками (результатами) можно видеть на таких примерах, как анализ зависимости между объемом производства и себестоимостью изделия; между прочностью на растяжение стальной пластины и ее прочностью на изгиб; между размерами комплектующих деталей и размерами изделий, смонтированных из этих деталей; между прямыми и косвенными затратами, составляющими себестоимость изделия; между толщиной стального листа и устойчивостью к изгибам и т. д.

При наличии корреляционной зависимости можно осуществлять контроль только одной (любой) из двух характеристик.

Построение диаграммы разброса (поля корреляции) производят в следующем порядке.

* Планируют и выполняют эксперимент, при котором реализуется взаимосвязь *у = f(x)*, либо производят сбор данных, в которых выявляется взаимосвязь *у =f(x)*. Первый путь получения данных характерен для технических (конструкторских или технологических) задач, второй путь − для организационных и социальных задач. Желательно получить не менее 25−30 пар данных, которые заносят в таблицу. Таблица имеет три графы: номер опыта (или детали), значения *x* и *у*.
* Оценивают однородность экспериментальных данных. Резко выделяющиеся результаты, не принадлежащие данной выборке, исключают попарно.
* Находят максимальные и минимальные значения *х* и *у*. Выбирают масштабы по оси ординат *(у)* и оси абсцисс *(х)* так, чтобы изменение факторов по этим осям имело место на участках примерно одинаковой длины. Тогда диаграмму будет легче читать. На каждой оси нужно иметь от 3до10 градаций. Желательно использовать целые числа.
* Для каждой пары значений *yi – xi* на графике получают точку как пересечение соответствующих ординаты и абсциссы. Если в разных наблюдениях получены одинаковые значения вокруг точки, рисуют столько концентричных кружков, сколько этих значений минус одно, либо наносят все точки рядом, либо рядом с точкой указывают общее число одинаковых значений.
* На диаграмме или рядом с ней указывают время и условия ее построения (общее число наблюдений, фамилию и инициалы оператора, собравшего данные, средства измерений, цену деления каждого из них и др.).
* Для построения эмпирической линии регрессии диапазон изменения *х* (или *у*) разбирают на 3*−*5 равных частей. Внутри каждой зоны для попавших в нее точек находят значения  и  (*j* – номер зоны). Наносят эти точки на диаграмму (на рисунке 7 они обозначены треугольниками) и соединяют между собой. Полученная ломаная более наглядно иллюстрирует вид зависимости *у=f(х).*

Эмпирическую линию регрессии строят обычно на этапе обработки опытных данных, но даже само расположение точек диаграммы рассеяния в факторном пространстве (*у – х*) без построения этой линии позволяет предварительно оценить вид и тесноту взаимосвязи *у=f(x)*.



*F* – погрешность направления зубьев,  
*ET* – биение опорного торца заготовки

Рисунок 7 – Диаграмма разброса *F=f(ET)* при зубофрезеровании   
цилиндрических шестерен

Взаимосвязь двух факторов может быть линейной или нелинейной, прямой или обратной, тесной или слабой (легкой) (рисунок 8).

После качественного анализа зависимости *у=f(x)* по форме и расположению диаграммы рассеяния выполняют количественный анализ этой зависимости. При этом часто используют такие методы, как метод медиан, метод сравнения графиков изменения значений *у* и *х* во времени или контрольных карт для этих значений, методы корреляционно-регрессионного анализа.

Наиболее объективную, количественную оценку степени тесноты и характера взаимосвязи между значениями изучаемых параметров можно получить при использовании методов корреляционно-регрес-сионного анализа. Достоинством этих методов является также то, что достоверность их результатов поддается оценке.

Степень тесноты линейной взаимосвязи между двумя факторами оценивается с помощью коэффициента парной корреляции:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

где   – средние арифметические значения *уi* и *хi* в данной выборке, *i* – номер опыта, *Sy*, *Sx* – их средние квадратические (стандартные) отклонения, *n* – объем выборки (часто *n* составляетот30до 100).

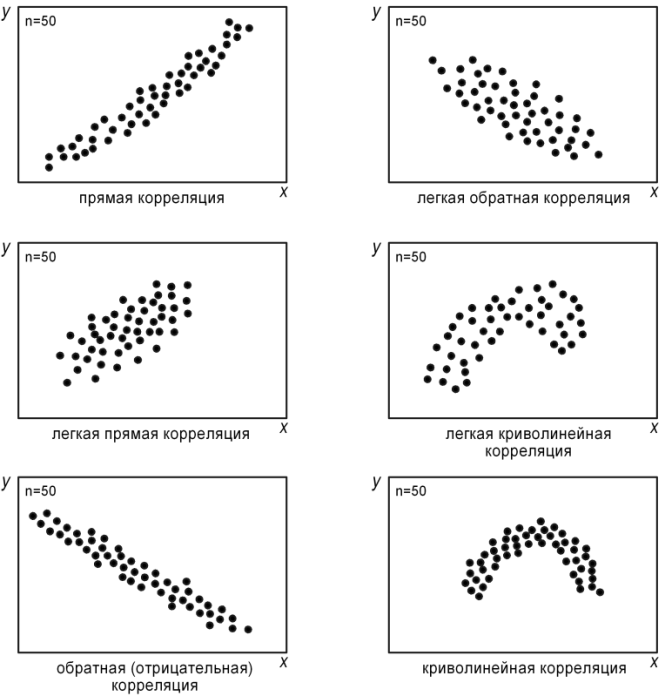


Рисунок 8 – Различные типы корреляции

Достоверность *ryx* оценивается обычно с помощью критерия Стьюдента. Значения *ryx* находятся в интервале от минус 1 до +1. Если они достоверны, то есть существенно отличаются от 0, значит, между исследуемыми факторами имеется линейная корреляционная зависимость. В противном случае эта зависимость отсутствует либо является существенно нелинейной. Если значение *ryx* равно +1 или минус 1, что встречается крайне редко, между исследуемыми факторами существует функциональная взаимосвязь. Знак *ryx* говорит о прямом (+) или обратном (-) характере взаимосвязи между исследуемыми факторами.

При наличии достоверной взаимосвязи величин *у* и *х* находят ее математическое описание (модель). Для этого проводят регрессионный анализ, который сводится к оценке параметров регрессии *β*0 и *β*1, проверке гипотезы о значимости модели и оценке ее адекватности. При этом часто используют полиномы различной степени.

Для оценки параметров регрессии используется метод наименьших квадратов. Прогнозируемое значение зависимой переменной при линейной регрессии определяется как:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

Для оценки параметров модели используют зависимости:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (4) |

где

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Значимость уравнения регрессии обычно оценивается с помощью *F*-критерия Фишера. Разности между наблюдаемыми и прогнозируемыми значениями называют остатками, а соответствующую сумму квадратов – остаточной суммой квадратов:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

Для проверки значимости определяют значение *F* и сравнивают с распределением Фишера при заданном уровне значимости *α* и числами степеней свободы *1* и *(n-2)*. Если *F> F1-α (1, n-2*), то регрессионная модель статистически значима.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

Зависимость *у=f(x)* может быть использована для решения оптимизационной или интерполяционной задачи. В первом случае по допустимому (оптимальному) значению *у* устанавливают допустимое значение *х*. Во втором случае определяют значения *у* при изменении значений *х*. Необходимо отметить, что зависимость *y=f(x)*, установленная на основе экспериментальных данных, справедлива лишь для условий, в которых эти данные были получены.

## 1.4 Диаграмма Парето

Диаграмма Парето − это способ графического представления опытных данных о результатах различных видов деятельности, процессов, облегчающий принятие решения о наиболее важных причинах получения этих результатов. Если установлены приоритеты, деятельность по улучшению результатов будет более эффективной.

В 1897 году итальянский экономист В. Парето сформулировал принцип «неправильного распределения благосостояния в обществе». Он показал, что 80 % благ контролируется 20 % людей. В 1907 году эта идея была проиллюстрирована американским экономистом М. Лоренцом с помощью кумулятивной кривой, совмещенной со столбчатым графиком. Это сочетание и называют диаграммой Парето. На справедливость этого соотношения для обеспечения качества впервые обратил внимание известный американский специалист Дж. Джуран в 1950 году. Он установил, что подавляющее число дефектов и связанных с ними потерь чаще всего возникает из-за небольшого количества причин, и назвал это соотношение принципом Парето.

В настоящее время диаграмма Парето широко используется для решения технических, экономических, организационных проблем при проектировании, производстве и эксплуатации машин. К числу наиболее характерных проблем в работе предприятия, для решения которых привлекают диаграмму Парето, относятся брак на различных операциях и в готовой продукции, простои оборудования из-за поломок или плохой организации производства, большие запасы готовой продукции на складе предприятия, поступление рекламаций, отказ постоянных партнеров (покупателей) от сотрудничества, задержки поставок сырья и полуфабрикатов, их низкое качество.

*1.4.1 Пример построения и анализа диаграммы Парето*

Фирмапроизводит металлические листы для крыш. За исследуемый период было произведено 8020 бракованных изделий. Поставлена задача – уменьшить количество брака. Для выявления главных причин брака составляют диаграмму Парето, для чего подбирают все факторы, которые могут оказать влияние на возникновение брака. Порядок построения следующий.

1. Собирают данные, которые могут иметь отношение к браку, выявляют количество видов брака и подсчитывают сумму потерь, соответствующую каждому из видов.
2. Располагают виды брака в порядке убывания суммы потерь так, чтобы в конце стояли виды, которым соответствуют наименьшие суммы потерь, и виды, входящие в рубрику «Прочие».
3. Подсчитывают кумулятивную сумму, начиная с видов брака, которым соответствуют максимальные суммы потерь; их общую сумму принимают за 100 %.
4. Откладывают по оси абсцисс виды брака, начиная с тех, которым соответствуют максимальные суммы потерь, а по оси ординат – суммы потерь.
5. Строят столбчатый график, где каждому виду брака соответствует прямоугольник (столбик), вертикальная сторона которого соответствует значению суммы потерь от этого вида брака (основания всех прямоугольников равны), и вычерчивают кривую кумулятивной суммы (кумулятивного процента). На правой стороне графика по оси ординат откладывают значения кумулятивного процента. Полученный график называется диаграммой Парето (рисунок 9).
6. Для диаграммы Парето указывают ее название, период получения данных, число данных, процент брака, итоговую сумму потерь и т. д.

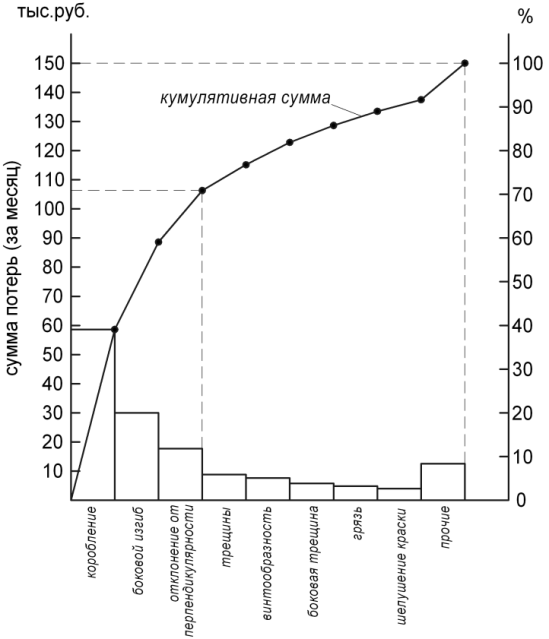


Рисунок 9 – Диаграмма Парето для анализа брака кровельных листов

При взгляде на построенную диаграмму Парето становится ясно, что фактор «коробление» оказывается самым весомым и является причиной появления потерь, составляющих примерно 43 % от их общей суммы. Естественно, анализ этого фактора и выяснение причин появления этого дефекта будут наиболее эффективными для решения проблемы. На графике видно, что три вида брака составляют около 75 % всей суммы потерь. Результаты анализа этой группы дефектов должны дать максимальный эффект в улучшении качества изделий.

Диаграмма Парето оказывается наиболее эффективной, если число факторов, размещаемых по оси абсцисс, составляет 7−10.

Когда фактор «Прочие» оказывается слишком большим по сравнению с другими факторами, следует повторить анализ или выделить из «Прочих» несколько факторов.

Анализ диаграмм Парето, построенных для различных типов однородной продукции, выпускаемой предприятием, позволяет сравнить степень совершенства различных типов продукции.

Анализ диаграмм Парето, построенных для одного типа продукции в различные промежутки времени, позволяет оценить эффективность работы предприятия по совершенствованию этой продукции.

## 1.5 Расслоение, или стратификация, данных

Это один из наиболее простых, эффективных и распространенных методов выявления причин несоответствий, влияния различных факторов на показатели качества процесса.

Расслоение данных заключается в разделении результатов процесса на группы, внутри которых эти результаты получены в определенных условиях протекания процесса. Например, данные о браке в цехе за какой-то период времени могут быть рассортированы вначале по различным изделиям (фактор первого порядка). Внутри каждого изделия (детали), если финишная операция производилась на разных станках, эти данные можно рассортировать по типам станков или по заводам-изготовителям станков одного типа (фактор второго порядка). Внутри данных о браке с данного станка сведения о браке могут быть рассортированы по сменам работы станка; операторам, обслуживающим станок и т. д.

Данные, разделенные на группы по признаку условий их формирования, называют слоями (**стратами**), а сам процесс разделения на слои (страты) − расслоением (**стратификацией**) данных.

Расслоение данных производится обычно по следующим признакам:

1. оборудование (тип и форма; конструкция; срок службы; расположение, фирма-производитель, состояние и др.);
2. человеческий фактор (заказчик; оператор; рабочий, поставленный в замену; мастер; стаж работы; мужчина или женщина; квалификация и др.);
3. исходные материалы (изготовитель; тип и торговая марка; партия, качество, производитель и др.);
4. методы (методы операции; условия операций − температура, давление и т. д.; система сдачи продукции, метод контроля, средство измерения и др.);
5. время (дата; первая или вторая половина дня; день или ночь; день недели, смена работы, время года и др.);
6. изделие (тип; сорт; качество; партия, производитель и др.).

В производственных условиях используют метод 5М, учитывающий факторы, зависящие от человека (man), машины, оборудования (machine), материала (material), метода работы (method), способа и условий измерений (measurement). В сфере услуг используется метод 5Р, учитывающий влияние на результаты процессов служащих (people); процедур (procedures); потребителей, являющихся фактически покровителями сервиса (patrons); места, где осуществляется сервис (place); поставщиков средств сервиса (provisions).

Наиболее часто используются три способа реализации расслоения данных.

1. *табличный –*  результаты процесса, полученные в различных условиях, заносятся в отдельные части таблицы и сравниваются между собой;
2. *графический –* результаты процесса наносятся на график, в котором выделяются зоны, полученные в различных условиях. Результаты для различных условий процесса сравниваются между собой;
3. *дисперсионный анализ –* оценивается доля дисперсии результатов процесса, полученных в данных условиях, в общей дисперсии результатов для различных условий. Если эта доля является существенной, значит, данный фактор влияет на процесс. Метод позволяет количественно оценить степень влияния фактора на процесс.

Табличный и графический способы не требуют математической обработки данных и поэтому наиболее часто используются как исполнителями (мастерами, операторами, контролерами), так и техническими службами.

## 1.6 Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы)

Причинно-следственную диаграмму используют для выявления и систематизации факторов (причин), влияющих на определенный результат процесса или вызывающих какую-либо проблему при его реализации. Построение причинно-следственной диаграммы обычно выполняют на первой стадии анализа процесса. Это качественный анализ, задачей которого является определение причин проблем. Затем определяют степень влияния этих причин (диаграмма Парето, корреляционный, дисперсионный анализ), характер влияния (контрольный листок, диаграмма разброса, гистограмма, регрессионный анализ, графики и др.), намечают мероприятия по устранению или уменьшению влияния причин несоответствий.

В 1953 году профессор Токийского университета К. Исикава, обсуждая проблему качества на одном заводе, суммировал мнение инженеров в форме диаграммы причин и результатов. Считается, что тогда этот подход был применен впервые, но еще раньше сотрудники профессора Исикавы пользовались этим методом для упорядочения факторов в своей научно-исследовательской работе. Когда же диаграмму начали применять на практике, она оказалась весьма полезной и скоро стала широко использоваться во многих компаниях Японии, получив название диаграммы Исикавы.

Причинно-следственную диаграмму из-за ее формы иногда называют еще «рыбьей костью» или «рыбьим скелетом». Объектом исследования может быть проблема (например, «потребители не удовлетворены») или искомый результат (например, «полное удовлетворение потребителей»). Причем последний вариант бывает предпочтительней, так как часто позволяет найти более короткие пути к цели.

Причинно-следственная диаграмма может быть построена индивидуально, но лучше это делать с помощью команды в режиме «мозгового штурма». При этом действуют все рекомендации по организации «мозгового штурма». К основным из них относятся: состав команды (в нее включают как узких специалистов разного профиля, так и людей, далеких от данной проблемы, но с высоким творческим потенциалом), порядок работы, роль ведущего и др. Чаще всего причинно-следственная диаграмма строится для отдельной проблемы (результата) (рисунок 15). Если выявлено много факторов, причинно-следственная диаграмма может быть детализирована для отдельных (главных) факторов (причин).

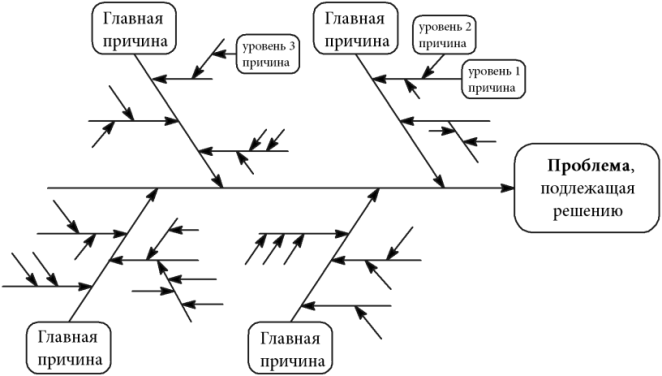


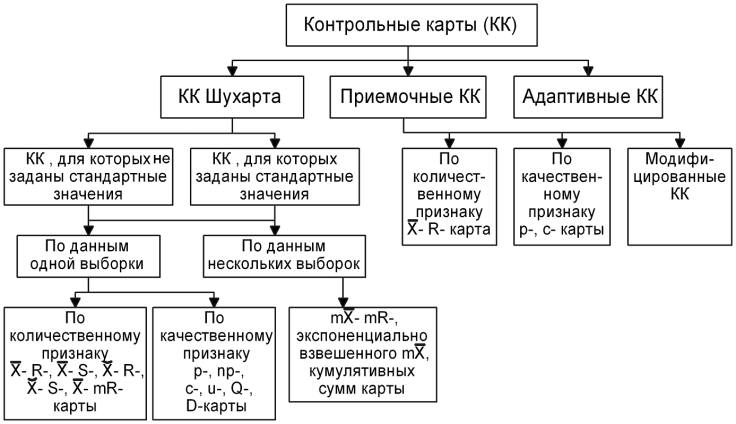
Рисунок 15 – Причинно-следственная диаграмма

*1.6.1 Порядок построения причинно-следственной диаграммы*

1. Создается команда, уточняется формулировка проблемы. На большом листе справа посередине располагают название проблемы и рисуют стремящуюся к ней стрелку.
2. Команда генерирует идеи о главных причинах проблемы, и их наносят на причинно-следственную диаграмму. Здесь можно использовать принципы 5М (для производства), 5Р (для сферы услуг). Если речь идет о специфической проблеме, специалисты совместно с производственным персоналом должны выявить главные причины появления данной проблемы.
3. Команда генерирует идеи о причинах первого уровня (непосредственно влияют на главную причину), второго уровня (непосредственно влияют на причину первого уровня) и т. д. для каждой главной причины.

## 1.7 Контрольная карта

Контрольные карты – это способ графического представления результатов технологических или других процессов в порядке их выполнения. Контрольные корты предназначены для мониторинга процессов с целью их анализа, регулирования и контроля. Для решения этих задач используют различные виды контрольных карт (рисунок 16).



*, , R, S* – выборочные средние, медианы, размахи, средние

квадратичные отклонения; *mR, m*– скользящие размахи и средние;

*p* – доля несоответствий; *с* – число несоответствий; *np* – число

несоответствующих изделий, *u=с/n* – число несоответствий на ед.

продукции; *Q* – взвешенное качество, оцениваемое с помощью весовых коэффициентов, *D* – разновидность *Q*-карты

Рисунок 16 – Классификация контрольных карт

Основная цель контрольных карт − дать оперативную информацию об изменении состояния процесса, о появлении специальных (внешних, не присущих процессу) источников вариации результатов, то есть о выходе процесса из состояния статистической управляемости. Наличие такой информации является условием анализа этих причин и улучшения процесса. Контрольная карта состоит из центральной линии (ЦЛ), пары контрольных пределов (ВКП – верхний контрольный предел, НКП – нижний контрольный предел) и значений параметров (показателей качества).

*1.7.1 Построение контрольной карты для числа дефектов в   
выборке (c)*

1. Среднее значение 

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

1. Ширина зоны:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (9) |

1. Верхний и нижний контрольный предел:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (10) |

Если значение НКП<0, то принимается НКП=0.

*1.7.2 Построение контрольной карты для числа дефектов на одно изделие (u)*

1. Среднее значение :

|  |  |
| --- | --- |
| , | (11) |

где *m* – количество выборок.

1. Ширина зоны карты :

|  |  |
| --- | --- |
| , | (12) |

где  – средний объем выборки.

1. Верхний и нижний контрольный предел:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13) |

Если значение НКП<0, то принимается НКП=0.

*1.7.3 Построение контрольной карты для числа дефектных   
изделий (np)*

*np* – количество несоответствующих изделий в выборке, где *n* – объем выборки, *p* – доля несоответствующих изделий в выборке.

1. Среднее значение :

|  |  |
| --- | --- |
| , | (14) |

где *k* – количество выборок; *npi* – количество несоответствующей продукции в выборке.

1. Средняя доля несоответствующей продукции в выборке :

|  |  |
| --- | --- |
| , | (15) |

где *n=const*.

1. Ширина зоны карты:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (16) |

1. Верхний и нижний контрольный предел:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (17 |

*1.7.4 Построение контрольной карты для доли дефектных  
изделий (p)*

*p* – доля несоответствующей продукции в выборке, причем объем выборки может быть различным.

1. Средний объем выборок :

|  |  |
| --- | --- |
| , | (18) |

где *k* – число выборок.

1. Доля несоответствующей продукции в выборке:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (19) |

где *np* – число несоответствующих изделий в какой-либо выборке;   
*n* – объем выборки.

1. Средняя доля несоответствующих изделий во всех выборках:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (20) |

1. Ширина зоны карты :

|  |  |
| --- | --- |
| **.** | (21) |

1. Верхний и нижний контрольный предел:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (22) |

*1.7.5 Построение контрольной карты средних арифметических значений и размахов*



1. Средняя линия контрольной карты соответствует значению 



1. Верхний и нижний контрольный предел  карты:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (23) |

где *A2* – коэффициент, зависимый от объема выборки.

1. Средняя линия контрольной карты соответствует значению.

1.7.5.4 Верхний и нижний контрольный предел карты:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (24) |

где *D3, D4* – коэффициенты, зависимые от объема выборки.

Различные признаки нарушения стабильности процесса, выявляемые с помощью контрольных карт, приведены на рисунке 17 и в таблице 2.

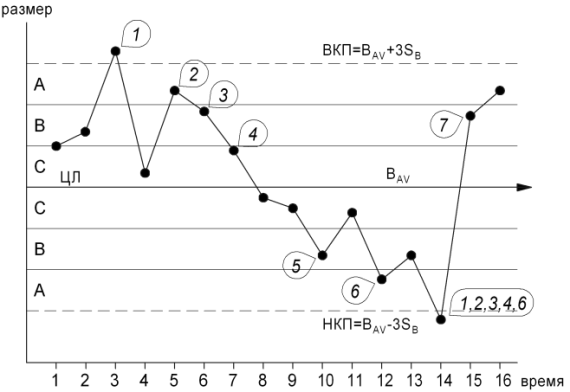


Рисунок 17 – Признаки нарушения стабильности процесса

Таблица 2 – Правила для выявления специальных причин вариаций

|  |  |
| --- | --- |
| **Правило** | **Описание правила** |
| Правило 1 | Точка лежит выше ВКП (ниже НКП) |
| Правило 2 | Из трех последовательных точек две лежат выше (ниже) ЦЛ более чем на два стандартных отклонения |
| Правило 2' | Две последовательные точки лежат выше (ниже) ЦЛ более чем на два стандартных отклонения |
| Правило 3 | Из пяти последовательных точек четыре лежат выше (ниже) ЦЛ более чем на одно стандартное отклонение |
| Правило 3' | Четыре последовательные точки лежат выше (ниже) ЦЛ более чем на одно стандартное отклонение |
| Правило 4 | Семь последовательных точек лежат выше (ниже) ЦЛ |
| Правило 5 | Шесть последовательных точек расположены в порядке монотонного возрастания (убывания) |
| Правило 6 | Среди десяти последовательных точек существует подгруппа из восьми точек (слева направо), которая образует монотонную возрастающую (убывающую) последовательность |
| Правило 7 | Из двух последовательных точек вторая лежит по крайней мере на четыре стандартных отклонения выше (ниже) первой |

При обнаружении указанных нарушений нормального хода процесса последовательность действий зависит от типа контрольной карты, которые могут быть предназначены для анализа, регулирования (управления) или контроля процесса.

**Для анализа процесса** используют контрольные карты Шухарта, для которых не заданы стандартные (допустимые) значения. Эти карты строят по данным самих выборок. Процесс приводят в статистически управляемое состояние, а затем с помощью контрольных карт Шухарта определяют, не вышел ли он из него. Стратегия анализа и совершенствования процесса основана на определении статистической управляемости процесса и индекса воспроизводимости процесса (PCI) для выявления возможности его улучшения.

**Для регулирования процесса** используют контрольные карты Шухарта при наличии заданных стандартных значений. Такие контрольные карты основаны либо на опыте применения контрольных карт данного процесса, либо на требованиях к параметрам процесса, найденным с учетом экономических показателей процесса. Для регулирования обычно используют карту , но при этом учитывают и стабильность процесса по карте *R* или *S*. При появлении на контрольной карте сигнала о нарушении уровня настройки или разброса процесс останавливают и производят его регулировку (например, поднастраивают или заменяют инструмент).

**Контроль продукции** проводится с помощью приемочных контрольных карт, на которые наносят контрольные границы с учетом рисков заказчика и поставщика. Приемочная контрольная карта гарантирует, что продукция на выходе технологического процесса будет иметь уровень качества не хуже заданного. С помощью приемочных контрольной карты производят как выборочный контроль, так и управление процессом. До тех пор пока текущие выборки дают значения  внутри контрольных границ, процесс не следует регулировать. Если очередная точка  вышла за контрольные границы, то следует остановить процесс, произвести регулировку уровня настройки и подвергнуть сплошному контролю всю продукцию, выпущенную с момента предыдущей выборки. Стабильность процесса, если точка  лежит в пределах контрольных границ, не регулируется. Приемочные карты могут применяться для точных процессов, у которых разброс показателя качества значительно меньше поля допуска.

Эффект от применения контрольных карт можно оценить уменьшением стоимости ущерба от брака, затрат на анализ, регулирование и контроль технологического процесса. Этот эффект будет возрастать по мере накопления опыта применения контрольных карт, совершенствования производства.

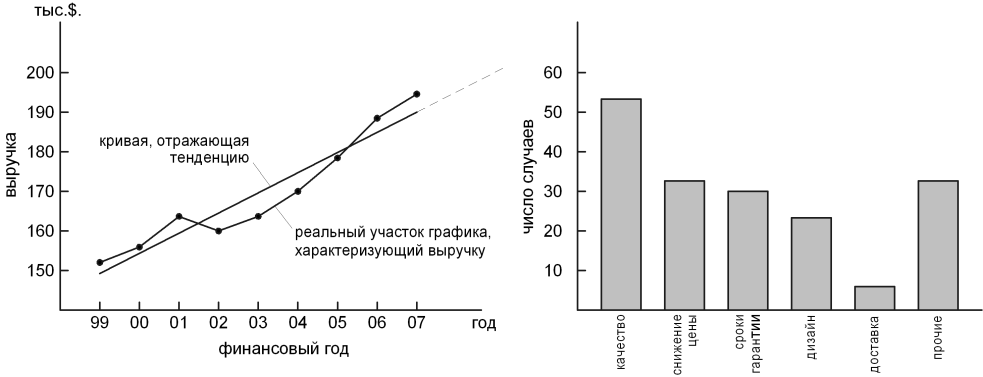
## 1.8 Графики

Кроме семи простых инструментов контроля качества в настоящее время находят применение другие виды графического представления данных. Графическое представление опытных данных придает наглядность и облегчает понимание закономерностей, которые эти данные отражают. Наиболее часто используются следующие виды графиков.

**График в виде ломаной линии** иллюстрирует зависимость функции от дискретно изменяющегося аргумента. Таким аргументом может быть период времени, размер детали, номер партии (выборки), изделие, предприятие, станок и т. п. График получают, соединяя прямыми точки, которые соответствуют значениям фактора при различных значениях аргумента. Используя метод наименьших квадратов (МНК), через эти точки можно провести аппроксимирующую прямую или кривую (рисунок 10а). С помощью этой прямой (кривой) можно решать задачи оптимизации или интерполяции (предсказания) значений фактора при изменении значений аргумента.

**Столбчатый график.** С помощью столбчатого графика представляют количественную зависимость, выражаемую высотой столбика, таких факторов, как себестоимость изделия от вида изделия, сумма потерь в результате брака от процесса, коэффициент вклада в возникновение пожара от рабочего участка, сумма выручки от магазина и т. д. Разновидности столбчатого графика − диаграмма Парето и гистограмма. При построении столбчатого графика по оси ординат откладывают количество, по оси абсцисс − факторы; каждому фактору соответствует столбик.

Пример столбчатого графика показан на рисунке 10б. С помощью этого графика анализируются стимулы к покупке изделий. При первом взгляде на график становится ясным коэффициент вклада в решение о покупке каждого из стимулов. Столбики, выражающие стимулы, расположены на графике в порядке их частоты.



а б

Рисунок 10 – Пример графика в виде ломаной линии (а)

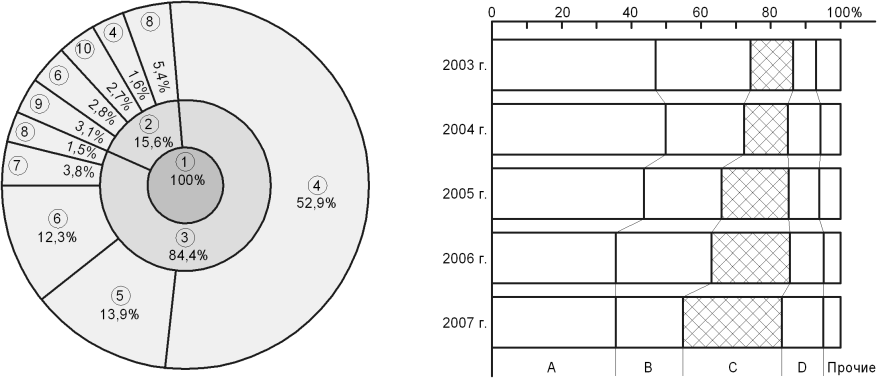
и столбчатого графика (б)

**Круговой график** отображает соотношение составляющих какого-то параметра и всего параметра в целом, например: соотношение сумм выручки от продажи отдельно по видам деталей и полную сумму выручки. Целое принимается за 100 % и выражается полным кругом. Составляющие выражаются в виде секторов круга и располагаются по кругу в направлении движения часовой стрелки, начиная с элемента, имеющего наибольший процент вклада и целое, в порядке уменьшения процента вклада. Последним ставится элемент «прочие». На круговом графике легко видеть сразу все составляющие и их соотношение. На рисунке 11а представлено соотношение составляющих себестоимости производства в виде кругового графика, где 1 – себестоимость производства; 2 – косвенные расходы; 3 – прямые расходы; 4 – стоимость сырья и материалов; 5 – выплаты по внешним заказам; 6 – расходы на зарплату; 7 – стоимость закупаемых деталей; 8 – прочие; 9 – стоимость электроэнергии; 10 – выплаты по уценке.

**Ленточный график** используют для наглядного представления соотношения составляющих какого-то параметра и одновременно для выражения изменения этих составляющих с течением времени, например, для графического представления соотношения составляющих суммы выручки от продажи изделий по видам изделий и их изменения по месяцам (или годам); для представления содержания анкет при ежегодном анкетировании и его изменении из года в год; для представления причин дефектов и изменения их по месяцам и т. д.

При построении ленточного графика прямоугольник графика делят на зоны пропорционально составляющим или в соответствии с количественными значениями и по длине ленты размечают участки в соответствии с соотношением составляющих по каждому фактору. Систематизируя ленточный график так, чтобы ленты располагались в последовательном временном порядке, можно оценить изменение составляющих с течением времени.

Пример ленточного графика для выражения соотношения сумм выручки от продажи изделий по отдельным видам изделий показан на рисунке 11б, где A, B, C и D – различные виды изделий.



а б

Рисунок 11 – Примеры кругового графика (а) и ленточного графика (б)

**Диаграммы «паутина».** Построение производится следующим образом: из центра круга к окружности проводятся по числу факторов прямые линии (радиусы). На эти радиусы наносят деления градуировки и откладывают значения данных. Точки, которыми обозначены отложенные значения, соединяют отрезками прямой. Числовые значения, относящиеся к каждому из факторов, сравнивают со значениями, достигнутыми другими фирмами. Поскольку график отличается высокой наглядностью, его используют для анализа управления предприятием, для оценки кадров, для оценки качества и т. д.

Пример диаграммы «паутина» для анализа управления показан на рисунке 12.

Анализируя график, можно в общих чертах оценить состояние управления в данной фирме. При сравнении значений можно видеть, что особого внимания требуют проблемы, связанные с соотношением прибылей и убытков. Ясно также, что имеются определенные трудности с постоянными и меняющимися расходами.



Рисунок 12 – Анализ состояния управления

## 1.9 Диаграмма (блок-схема) потока

Диаграмма (блок-схема) потока представляет собой графическое изображение основных операций изучаемого процесса, их взаимосвязей и последовательности выполнения. Это эффективное средство изучения разнообразных процессов – как производственных, так и административных. Оно позволяет всем участникам процесса лучше понять его суть, облегчает работу по его улучшению. Построение диаграммы потока рекомендуется производить на первом этапе работ по анализу и совершенствованию процесса. На основе диаграммы потока легче использовать другие инструменты качества для изучения процесса.

При создании диаграммы потока могут использоваться различные графические символы: геометрические фигуры; специальные инженерные символы, принятые в данной области техники; рисунки, на которых условно изображены элементы процесса и связи между ними.

Разработку диаграммы лучше вести силами специальной команды, в которую следует включить как непосредственных исполнителей ключевых операций, так и специалистов, хорошо знающих процесс (технологов, менеджеров, экономистов и др.). Диаграмма должна содержать информацию обо всех входах и выходах процесса, возможных вариантах протекания процесса. Выходом процесса должен быть не склад готовой продукции, а потребитель.

# 2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

*Цель работы:* освоение практического применения основных инструментов контроля качества.

*Выполнение работы:*

– изучить назначение и методику применения основных инструментов контроля качества;

– получить исходные данные для заданий у преподавателя;

– выполнить задания и составить отчет в электронном виде, используя предоставленное программное обеспечение;

– ответить на контрольные вопросы.

***Задание 1***

Дополнить данные контрольного листка. Построить диаграмму Парето по данным контрольного листка, сделать вывод.

***Задание 2***

На основе данных измерений построить гистограмму, определить ее тип и сделать вывод.

***Задание 3***

Определить наличие и тип корреляции по заданным парным данным. Определить уравнение регрессии и его значимость. Построить диаграмму разброса с линией регрессии.

***Задание 4***

Построить две причинно-следственные диаграммы, связанные с некачественными продукцией и услугой.

***Задание 5***

Построить контрольную карту по заданным данным и провести ее анализ.

# 3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите типы и назначение контрольных листков.
2. Назовите правила использования контрольных листков.
3. Приведите порядок построения гистограммы.
4. Назовите основные типы гистограмм, свяжите их с особенностями процесса.
5. По каким двум переменным возможно построение диаграммы разброса?
6. Каков порядок построения диаграммы разброса?
7. Назначение и построение диаграммы Парето.
8. По каким признакам возможна стратификация данных?
9. Какие способы используют для реализации стратификации данных?
10. Назначение и построение диаграммы Исикавы.
11. Какие существуют виды контрольных карт?
12. Какие существуют правила для выявления специальных причин вариаций на контрольных картах?
13. Перечислите наиболее распространенные виды графиков.
14. Объясните назначение и порядок построения диаграммы «Паутина».
15. Что представляет собой блок-схема потока?

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Адлер, Ю.П. Управление качеством. Часть1 – Семь простых методов: учебное пособие для вузов / Ю.П. Адлер [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – М/ МИСИС, 2001. – 138 с.
2. ГОСТ Р50779.42-99 (ISO 7870-93). Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.
3. ГОСТ Р50779.43-99 (ISO 7966-93). Статистические методы. Приемочные контрольные карты.
4. Кане, М.М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учебное пособие / М.М. Кане [и др.]. – СПб.: Питер, 2008. – 560 с.: ил.
5. Клячкин, В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии: учебное пособие / В.Н. Клячкин. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 304 с.: ил.
6. Управление качеством: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Управление качеством» / И.И. Мазур,   
   В.Д. Шапиро; под общ. ред. И.И. Мазура. – 2-е изд. – М.: Омега-Л, 2005. – 400 с.
7. Шушерин, В.В. Средства и методы управления качеством: учебное пособие / В.В. Шушерин [и др.]. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2006. – 202 с.

Учебное издание

**Козлюк** Андрей Юрьевич

**Овчаренко** Александр Григорьевич

**ПРОСТЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

Методические рекомендации к лабораторной работе по курсу

«Средства и методы управления качеством» для студентов

специальности 220501.65 «Управление качеством»

Редактор Идт Л.И.

Технический редактор Сазонова В.П.

Подписано в печать 27.05.09. Формат 60×84 1/16  
Усл. п. л. – 2,09. Уч. изд. л. – 2,25  
Печать – ризография, множительно-копировальный  
аппарат «RISO TR-1510»

Тираж 70 экз. Заказ 2009-55

Издательство Алтайского государственного  
технического университета  
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46

Оригинал-макет подготовлен ИИО БТИ АлтГТУ

Отпечатано на ИИО БТИ АлтГТУ  
659305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27