Министерство образования Российской Федерации

ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Сундарон Э.М.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Часть 1

Учебное пособие

Издательство ВСГТУ
Улан-Удэ 2002

УДК 658.562.012.7 (075.8)
ББК 30.607 я 73
С898

Рецензенты:

Бодеева З.П. –эксперт-аудитор систем качества Бурятского центра стандартизации, метрологии и сертификации;

Олефирова А.П. - к.т.н., доцент кафедры «Метрология, стандартизация и сертификация»;

Сундарон Э.М.
С898 Статистические методы контроля и управления качеством. Учебное пособие. -Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2002.- 54 с.

В данной работе дан обзор элементарных статистических методов контроля и управления качеством, методология реализации, а также примеры их применения. Учебное пособие предназначено для студентов направления «Метрология, стандартизация и сертификация», специальностей «Метрология и метрологическое обеспечение», «Стандартизация и сертификация» и «Управление качеством» всех форм обучения как материал при изучении специального курса, а также дисциплин специализации.

ББК 30.607 я 73

ISBN

© Сундарон Э.М., 2002 г.
© ВСГТУ, 2002 г.

Введение

Обострение конкуренции на национальном и международном уровнях, внедрение на предприятиях и в организациях систем качества, соответствующих международным стандартам заставило многих вновь обратиться к статистическим методам. Статистические методы признаются важным условием рентабельного управления качеством, а также средством эффективности производственных процессов и качества продукции.

В стандартах ИСО серии 9000, где рассматриваются системы качества, записано: «В случаях необходимости поставщик должен разрабатывать процедуры, обеспечивающие выбор статистических методов, необходимых для проверки возможности технологического процесса и приемлемости характеристик продукции».

Какие же мероприятия требуют применения статистических методов? Все без исключения. И по всему жизненному циклу продукции, от определения требований в самом начале до их выполнения в конце.

Вопросами сбора, обработки и анализа результатов занимается математическая статистика, которая включает огромное количество различных методов, разработанных к настоящему времени и многие из которых довольно сложны для восприятия, тем более для широкого применения всеми участниками процесса. Японскими учеными были отобраны из всего множества семь методов: так называемые «7 инструментов». И их заслуга состоит в том, что они обеспечили простоту, наглядность, визуализацию этих методов, превратив их фактически в эффективные инструменты контроля и управления качеством продукции и услуг. Их можно понять и эффективно использовать без специальной математической подготовки.

В данном учебном пособии рассматриваются лишь те статистические методы, так называемые элементарные, являющиеся наиболее востребованными и сравнительно несложные в реализации. Кроме описанных процедур применения методов, в пособии приводятся конкретные примеры, помогающие легче воспринять принципы их использования.

В первой главе дается понятие качества и приводятся принципы управления качеством на предприятии. Вторая глава содержат классификацию статистических методов контроля и управления качеством.

В ниже следующих главах рассматриваются сущность этих методов и методология реализации.

1. Управление промышленным предприятием

Прежде чем говорить о методах управления качеством, тем более статистических, определимся с понятием «качество».

Качеством называют «совокупность характерных свойств, формы, внешнего вида и условий применения, которыми должны быть наделены товары для соответствия своему назначению». Или качеством называют «совокупность характерных особенностей, формы, внешнего вида и условий эксплуатации, определяющих пригодность товаров». Современная трактовка понятия «качество» – совокупность свойств товаров и услуг, определяющих их способность удовлетворять реальные и потенциальные потребности потребителей.

Все эти элементы определяются требованиями к качеству изделий, которые конкретно воплощены на этапе проектирования в технической характеристике изделия, в конструкторской документации и в технических условиях, предусматривающих качество сырья, конструктивные размеры и т.д.

Элементы, составляющие качество, называются показателями качества, а численное их выражение называется значением показателя качества.

Каким образом осуществляется управление качеством?

В ситуациях повседневной жизни мы бессознательно пользуемся круговым циклом управления: планирование – осуществление – контроль – управляющее воздействие.

И в любой ситуации необходимо предусмотреть следующее:

1. Определив цели и критерии, наметить этапы и методику для их достижения;
2. Заручившись согласием участников на осуществление принятых этапов и средств для достижения цели, приступить к осуществлению задуманного;
3. В процессе осуществления задуманного проверить, насколько точно достигаются намеченные цели и критерии;
4. В случае каких-либо отклонений принять меры по корректировке намеченного (управляющий воздействия);
5. Во избежание затруднений, с которыми уже однажды пришлось столкнуться, постараться учесть их при последующем составлении планов.

Само собой разумеется, что в условиях предприятия мы намеренно используем такой круговой цикл управления независимо от масштабов работы и продолжительности циклов. Отсюда вытекает, что круговой цикл управления, представляя собой основную линию претворения в жизнь рабочих замыслов, составляет подлинную сущность управления.

Рис. 1 Управление качеством на предприятии

Функции планирования, которые по сути дела подразумевают проектирование, заключаются в использовании стратегии и тактики руководства предприятием при анализе и учете результатов изучения рынков, рыночной информации, коэффициента эффективности капитальных затрат, технического уровня своего предприятия, эффективности контроля, ожидаемой реализации, предполагаемой себестоимости и т.д. и предусматривают определение уровня качества изделий и качества конструкции. Иными словами, определяя ожидаемое качество для товаров своей фирмы, функции планирования выполняют ответственную задачу.

Качество конструкции, конкретно воплощенные в цифровые значения установленных нормативов технических характеристик, способов эксплуатации, гарантийного обслуживания, и т.д. облекается в форму рабочих чертежей, технических условий и другой технической документации с тем, чтобы ими легко было воспользоваться на месте производства изделий.

Функции осуществления представляет собой воплощение запроектированного качества конструкции в готовую продукцию; она предусматривает проектирование технологических процессов, определение вида используемого оборудования, машин, рабочего инструмента, а также методов работы и методов контроля, в том числе методику контроля измерительных приборов и технологических процессов. Кроме того, функциями осуществления предусматривается обучение исполнителей работ. Все это в комплексе преследует цель –

сохранить степень соответствия продукции техническим требованиям и выдержать установленные сроки, а также по возможности улучшить эти показатели.

Функции контроля – само собой разумеется, что она осуществляется на стадии изготовления продукции, а также состоит в выяснении истинных достоинств товара после его поступлении на рынок. Другими словами, пригодность товара подтверждается посредством сбыта. И отнюдь не будет преувеличением следующее утверждение: в зависимости от возможности или невозможности реализовать товары в соответствии с планом сбыта можно составить мнение об их пригодности. На рисунке 4 приведены некоторые функции контроля. Второй уровень - конкретные функции управления, составляющие необходимый минимум, третий - перечень проблем.

Функция управляющего воздействия подразумевает меры по реализации продукции и соблюдению способов продажи товара, предусмотренных планом, проведение мероприятий по техническому обслуживанию (сервису) в случае, когда реализованный товар не отвечает требованиям качества. Кроме того, к ней относится сбор информации о качестве реализованного на рынке товара, выявление возможностей улучшения качества, изучение мнения потребителя о качестве товара для внесения необходимых изменений в процесс. Следовательно, любая информация о качестве реализованного товара будет иметь важное значение при последующем его проектировании.

Управление предприятием и организация сбыта имеют своей задачей не просто реализацию товара. Одной из важнейших функций является тщательный сбор рыночной информации и учет полученных данных при проектировании.

Для успешного и четкого управления перечисленными выше функциями планирования, осуществления, контроля и управляющего воздействия необходимо, чтобы все службы и отделы предприятия: проектный отдел, производственный отдел, службы материально-технического снабжения, контроля, сбыта и реализации, отдел управления предприятием и др., владея техникой управления и контроля, специальной технологией, а также статистическими методами и располагая представлениями о серьезном значении качества, с ответственностью за его уровень выполняли возложенные на них обязанности.

2. Повышение эффективности работ по управлению качеством

Одним из главных средств, повышающих соответствие изделий техническим требованиям и одновременно предусматривающих сдерживание роста затрат по управлению предприятием наряду с модернизацией оборудования, усовершенствованием технологии, и т.п. является использование статистических методов.

Японскими учеными были отобраны из всего множества семь методов: так называемые «7 инструментов». И их заслуга состоит в том, что они обеспечили простоту, наглядность, визуализацию этих методов, превратив их фактически в эффективные инструменты контроля и управления качеством продукции и услуг.

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

3. Классификация статистических методов

На сегодняшний момент времени известны следующие категории статистических методов, которые классифицируют по степени сложности:

1. Элементарные статистические методы, включающие так называемые «7инструментов». Из них:

1.1 Карта Парето;

1.2 Причинно-следственный анализ (диаграмма Исикава);

1.3 Группировка данных по общим признакам (диаграмма сродства);
1.4 Контрольный лист;
1.5 Гистограмма;
1.6 Диаграмма разброса;
1.7 Контрольная карта.

2. Промежуточные статистические методы

2.1 Теория выборочных исследований;
2.2 Статистический выборочный контроль;
2.3 Методы проведения статистических оценок и определения критериев;
2.4 Методы применения сенсорных проверок (экспертные оценки);
2.5 Методы планирования и расчета экспериментов;
2.6 Корреляционный и регрессионный анализы;

3. Передовые статистические методы;

3.1 Передовые методы планирования и расчета экспериментов;
3.2 Многофакторный (дисперсионный) анализ;
3.3 Методы исследования операций.

Элементарные статистические методы могут применяться абсолютно всеми работниками предприятий – от главных руководителей до рабочих, и не только в производственном отделе, но и в отделе планирования, маркетинга, материально-технического снабжения, и т.д. Они просты в применении, но без них невозможно овладеть более сложными методами. Например, в Японии этими методами пользуются даже выпускники школ.

Параллельно с применением этих методов рабочие должны понимать концепцию качества, основывающуюся на том, что следующий производственный процесс является потребителем твоей продукции, они должны действовать по схеме «планирование – выполнение – проверка – воздействие» (цикл PDCA Шухарта – Дэминга). Работники всех структурных подразделений, использующие статистические методы должны мыслить статистическими категориями, знать о разбросе данных и применять их при определении статистических оценок, принимать решения о проведении необходимых мероприятий и определять действенные статистические критерии.

Вторая группа методов рассчитана на инженерно-технических работников и специалистов в области управления качеством.

Методы третьей группы предназначены для ограниченного количества инженеров, поскольку применяются при проведении очень сложных анализов процесса формирования качества. Эти методы были положены в основу создания высокого уровня технологии и ее экспорта.

Существует принцип, согласно которому важность статистического метода равна его математическому потенциалу, умноженному на вероятность его применения. Следовательно, когда речь идет о широком применении статистических методов, рассматривать следует только те, которые понятны и которые могут легко применяться нестатистами.

Для решения проблем, связанных с качеством продукции, широкое применение находят элементарные методы - «7инструментов», а также промежуточные. Известный японский специалист по качеству профессор К.Исикава говорил: «Основываясь на опыте своей деятельности, могу сказать, что 95% всех проблем фирмы могут быть решены с помощью этих семи приемов».

4. Статистический ряд и его характеристики

Выборкой называют часть данных, полученных из общей совокупности, называемой *генеральной совокупностью,* по отношению к которой на основании данных выборки делают соответствующие выводы. При этом генеральная совокупность подразумевает однородную совокупность данных, по которым делаются выводы при принятии решения на основании

результатов анализа выборки. Если выборка достаточно хорошо представляет соответствующие характеристики генеральной совокупности, то такую выборку называют *представительной* или *репрезентативной.*

Данные, полученные на основании выборки, представляют собой первичный статистический материал, подлежащий обработке, осмыслению и научному анализу.

Для управления процессом мы стремимся на основе собранных данных выявить факты, а затем, опираясь на эти факты, предпринять необходимые действия. Сбор данных не самоцель, а средство отыскания тех фактов, которые стоят за данными. Возьмем выборочное обследование, например – продукции. Берем некоторую выборку, проводим на ней измерения, а затем решаем, стоит ли принимать всю партию или нет. Здесь наше внимание сосредоточивается не на самой выборке, а на качестве партии. Другой пример – управление процессом с помощью контрольных карт. Наша цель заключается не в определении характеристики выборки, взятой для нанесения на карту, а в том, чтобы выяснить, в каком состоянии находится сам процесс. В первом из приведенных примеров генеральной совокупностью являются исследуемые параметры качества сдаваемой продукции, а во втором – параметры качества процесса.

Сбор и регистрация данных на первый взгляд кажутся легким делом, на самом же деле это довольно сложно.

Упорядоченное представление данных называют *ранжированием.* Для получения *статистического ряда* необходимо не только ранжировать статистический материал, но и подвергнуть его дополнительной обработке, объединив одни и те же значения в группы. Причем следует отметить очевидную вещь – выборочные данные являются случайными, так как невозможно предсказать точные их значения до проведения измерений. Поэтому измеряемую величину обычно называют *случайной величиной.*

Число случаев в группе для каждого из повторяющихся значений называют *абсолютной частотой* или *статистическим весом* этого значения случайной величины.

Изменение фиксируемых значений случайной величины может быть дискретным или непрерывным. *Дискретным* значением случайной величины называют такое, при котором рядом лежащие значения в ранжированном ряду отличаются одно от другого на некоторую конечную величину (обычно целое число). Примером дискретного изменения случайной величины может быть число дефектных изделий в выборках, которые периодически берутся из текущего технологического процесса. *Непрерывным* изменением случайной величины называют такое, при котором рядом лежащие его значения в ранжированном ряду отличаются одно от другого на сколь угодно малую величину. При непрерывном изменении случайной величины ее распределении называют интервальным. За *величину интервала* (его также называют *классом*), как правило, принимают его середину, то есть центральное значение.

Если значение случайной величины находится точно на границе двух классов, то можно считать (чисто условно) данное значение принадлежащим в равной мере к обоим классам и прибавлять его половину к верхнему, а другую половину – к нижнему классу. Наряду с этим правилом можно рекомендовать придерживаться следующего порядка: в каждый класс включается те наблюдения, числовые значения которые больше нижней границы класса и меньше или равны верхней.

Число классов, на которые следует группировать статистический материал, не должно быть слишком большим (ряд становиться невыразительным и частоты в нем обнаруживают незакономерные колебания), но и не слишком малым (тогда свойства распределения описываются статистическим рядом слишком грубо). Практика показывает, что при достаточно большом числе наблюдений рационально выбирать 10-20 классов. Ширина классов подсчитывается по формуле

$$| x_i ; x_{i+1} | = (x_{max} - x_{min})/ k, \qquad (4.1)$$

где x_i ; x_{i+1} – границы i –го класса; x_{max} , x_{min} – максимальное и минимальное значение случайной величины в ранжированном ряду; k – число классов.

Кроме того, удобно статистический материал представлять числовыми значениями, которые до некоторой степени отражают существенные характеристики статистического ряда – характеристики положения и рассеяния случайной величины.

Важнейшей характеристикой положения случайной величины является *средняя арифметическая величина* наблюдаемых значений (или просто средняя), которую для характеристики выборки называют выборочной средней арифметической и обозначают через $\bar{x}$. Если в результате n измерений получены значения x_1, x_2, ….x_n, то

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \qquad (4.2)$$

В случае статистического ряда, когда значение параметра соответствует какая-либо частота средняя арифметическая

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} x_i \ m_i \qquad (4.3)$$

где $n = \sum_{i=1}^{k} m_i$

В этом случае среднюю называют *средней взвешенной.*

Кроме важнейшей характеристики положения – средней – при анализе и контроле процесса приходится встречаться и с другими характеристиками положения, в частности *медианой и модой* случайной величины.

Если полученные при измерениях значения расположить в возрастающем или убывающем порядке, то медианой будет значение Me, занимающее серединное значение в ряду. Таким образом, *медиана – это значение параметра, которое делит упорядоченный ряд на две равные по объему группы*. При нечетном числе измерений, т.е. при n= 2i +1, значение параметра для случая (i+1) будет медианным. При четном числе измерений (2i) медианой является средняя арифметическая двух значений, расположенных в середине ряда.

Таким образом, формулы для вычисления медианы имеют следующий вид:

$$Me = x_i + 1 \qquad (4.4)$$

для нечетного числа измерений:

$$Me = (x_i + x_{i+1})/2 \qquad (4.5)$$

для четного числа измерений.

Модой случайной величины называется ее значение, которое наиболее часто встречается в данном ряду. Для дискретного ряда мода определяется по частотам наблюдаемых значений контролируемого параметра качества и соответствует значению параметра с наибольшей частотой.

При непрерывном распределении с равными интервалами модальный интервал определяется по наибольшей частоте, при неравных интервалов – по наибольшей плотности. Плотность вычисляется как отношение частоты к продолжительности интервала.

Для отображения рассеивания в математической статистике применяют ряд характеристик. Самой простой из них является *размах R*, представляющий собой величину неустойчивую, зависящую от случайных обстоятельств и поэтому применяемую, как правило, в качестве приблизительной оценки рассеивания. Однако размах бывает очень удобно применять в контрольных картах. Он сравнительно легко вычисляется как разность между наибольшим и наименьшим значениями наблюдаемой случайной величины:

$$R = x_{max} - x_{min} \qquad (4.6)$$

Другая статистическая характеристика рассеивания наблюдаемых значений показывает, как тесно группируются отдельные значения вокруг средней арифметической. За меру рассеивания принимают сумму квадратов отклонений отдельных значений от средней арифметической, деленную на число наблюдений, уменьшенную на единицу – *выборочную дисперсию*. Для простой статистической совокупности

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \qquad (4.7)$$

При наличии частот m_i

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 m_i}{n-1} \qquad (4.8)$$

где $n = \sum_{i=1}^{k} m_i$

Вместо выборочной дисперсии часто применяют выборочной стандартное отклонение. Оно имеет ту же размерность, что и средняя арифметическая. Для простой статистической совокупности при наличии частот определяется соответственно по следующим формулам:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \qquad (4.9)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k}(x_i - \bar{x})^2 m_i}{n-1}} \qquad (4.10)$$

Отношение стандартного отклонения к средней арифметической, выраженное в процентах, называют *коэффициентом вариации V*

$$V = (S/\bar{x})100 \qquad (4.11)$$

Коэффициент вариации, который также используется как статистическая характеристика рассеивания, показывает относительное колебание отдельных значений около средней арифметической. Коэффициент вариации, являясь безразмерным, удобен для сравнения рассеивания случайной величины с ее средним значением.

Важнейшим этапом, предшествующим принятию решения при управлении процессом, является определение закона распределения исследуемой случайной величины по выборочным данным. Процедура проверки соответствия предполагаемого исследователем экспериментального закона распределения на основании выборочных данных теоретическому закону в настоящее время хорошо отработана, и поэтому мы не будем его рассматривать.

Переходя теперь к непосредственному рассмотрению семи инструментов контроля качества, следует отметить, что они подробно и доступно рассмотрены в следующих главах пособия.

5. Применение статистических методов в управлении качеством

В настоящее время эти методы, получив дальнейшее развитие, стандартизированы и рекомендуются для использования в работе по повышению качества (МС ИСО 9004-4 «Общее руководство качеством и элементы системы качества»): «Решение, принятые на основе анализа ситуаций и данных, играют определенную роль в осуществлении проектов и деятельности по улучшению качества. Успеху проектов и деятельности по улучшению качества способствует правильное применение средств и методов, разработанных для этих целей».

В таблице 1, приведенной ниже показаны области применения упомянутых «инструментов» качества.

Таблица 1

Средства и методы улучшения качества

Глава	**Средства и методы**	**Применение**
1	2	3
6	Форма сбора данных	Собирайте систематически данные для получения четкой картины фактов.
Средства и методы для нечисловых данных		
7.1.	Диаграмма сродства	Сгруппируйте большое количество идей, мнений или проблем по отдельной теме.
7.2.	Установление конкурентоспособности	Сравните процесс с процессами признанных лидеров с целью идентификации благоприятных возможностей улучшения качества.
7.3.	Метод «мозгового штурма»	Идентифицируйте все возможные решения проблем и потенциальные возможности улучшения качества.
7.4.	Причинно-следственная диаграмма	Анализируйте диаграмму зависимости между причиной и следствием и ставьте об этом в известность. Способствуйте решению проблемы от симптома до причин.
7.5.	Карта технологического процесса	Опишите существующий технологический процесс. Спроектируйте новый процесс.
7.6.	Диаграмма в виде дерева	Покажите связь между темой и ее составными элементами.
Средства и методы для числовых данных		
8.1	Контрольная карта	Установите характер неисправностей: дайте оценку стабильности процесса. Управление: установите, когда процесс нуждается в регулировании и когда необходимо его оставить таким, каким он есть. Подтверждение: подтвердите улучшение процесса.
8.2.	Гистограмма	Постройте диаграмму изменения данных. Передайте визуально

		информацию о поведении процесса. Примите решение, где сосредоточить усилия по улучшению.
8.3.	Диаграмма Парето	Отобразите, в порядке важности, вклад каждого объекта в общий результат. Классифицируйте возможности улучшения качества.
8.4.	Диаграмма разброса	Исследуйте и подтвердите зависимость между двумя связанными наборами данных. Подтвердите ожидаемую зависимость между двумя связанными наборами данных.

6. Форма сбора данных

Форма сбора данных используется для накапливания данных на систематической основе с целью получения четкой картины фактов, последовательному сбору информации и облегчения процедуры анализа. Она представляет собой шаблон для сбора и регистрации данных.

Когда цель сбора данных установлена, она становиться основой для определения характера сравнений, которые надлежит произвести, и типа данных, которые нужно собрать.

Для анализа собранных данных используются различные статистические методы, предназначенные для превращения данных в источник информации. Важно в процессе сбора тщательно упорядочить данные, чтобы облегчить их последующую обработку.

Во-первых, надо четко зарегистрировать источник данных. Без такой регистрации данные могут оказаться «мертвыми». Весьма часто, не смотря на то, что была потрачена целая неделя на сбор данных о показателях качества, из них можно извлечь мало полезной информации, поскольку не зафиксированы: день недели, когда собирались данные; оборудование, на котором производилась работа; рабочий, делавший операцию; партия используемых материалов и т.д.

Во-вторых, данные надо регистрировать таким образом, чтобы их было легко использовать. Поскольку данные часто применяются для вычисления статистических характеристик (среднее значение, размах, и т.д.), то лучше их записывать так, чтобы облегчить эти вычисления.

Процедура сбора делится на следующие этапы:

1. Установите конкретную цель сбора этих данных (решаемые вопросы);
2. Идентифицируйте данные, необходимые для достижения цели (решения вопроса);
3. Определите, как и кем будут анализироваться данные (посредством статистических средств);
4. Составьте форму для регистрации данных. Оставьте место для записи следующей информации:
   - кто собрал данные;
   - где, когда и как они были собраны.
5. Перепроверьте форму путем сбора и регистрации некоторых данных;
6. Проанализируйте и пересмотрите форму, если это необходимо.

В качестве примера рассмотрим следующую форму.

Количество дефектов при размножении (тиражировании) материала по каждому виду в зависимости от той или иной причины может быть собрано по форме, приведенной в таблице 2.

Таблица 2

Форма сбора данных

Причины дефектов	Виды дефектов				
	Отсутствующие страницы	Загрязненные копии	Просвечивание	Нарушение последовательности страниц	Итого
1	2	3	4	5	6
Заедание машины					
Влажность					
Оттенок					
Состояние оригиналов					
Прочие (точно указать)					
Итого					
Кто собрал данные:					
Дата:					
Где:					
Как:					

7. Средства для нечисловых данных

Некоторые решения об улучшении качества могут основываться на нечисловых данных. Такие данные играют важную роль в маркетинге, исследованиях и разработках, а также в решениях, принимаемых руководством. Для правильной обработки данных этого типа рекомендуется использовать соответствующие средства, чтобы преобразовать их в полезную информацию для принятия решений.

7.1. Диаграмма сродства

Диаграмма сродства используется для группирования большого количества идей мнений или вопросов по отдельной теме.

Когда собирается больше количество идей, мнений и других вопросов по отдельной теме, это средство позволяет группировать информацию по категориям на основе естественных взаимосвязей, существующих между ними. Процесс предназначен для стимулирования творчества и участия всего персонала и действует наилучшим образом в небольших по размеру группах (рекомендуется максимум восемь членов), участники которых привыкли работать вместе. Это средство часто используют для систематизации идей, полученных с помощью метода «мозгового штурма».

Поэтапная процедура использования этого метода заключается в следующем:

1. Обозначьте тему, которую предстоит изучить, в общих чертах (подробности могут нанести ущерб ответам);
2. Запишите как можно больше идей, мнений или вопросов отдельных лиц на карточках (по одному на карточке);
3. Перемешайте карточки и разложите их произвольно на большом столе;
4. Сгруппируйте родственные карточки вместе следующим образом:
   - рассортируйте карточки, которые кажутся родственными, по группам;

- ограничьте количество группировок до десяти, не вставляя принудительно единственные карточки в группы;
- найдите или создайте основную карточку, которая охватывает идею каждой группы;
- положите эту основную карточку учета сверху.

5. Перенесите информацию с карточек на бумагу, расчерченную по группировкам.

Примеры группирования карточек с характеристиками телефонного автоответчика, характерные для третьего и пятого этапов, приведены ниже.

На этапе 3:

Рис. 2 Этап 3

На этапе 5:

Таблица 3

Сгруппированные данные

Сгруппированные данные	Принцип группирования
Сообщения с переменным форматом. Штамп с отметкой даты и времени. Не подсчитывает «зависания»; Показывает количество сообщений	Входящие сообщения
Код доступа к секретной информации; Гнездо наушников	Сохранение тайны (информации)
Четкие инструкции; Карточка быстрых справок;	Инструкции
Четко маркированные средства управления; Легкоиспользуемый; Может работать от дистанционного телефона;	Средства управления
Легкостираемый; Стереть «выбранные» сообщения	Стирание

7.2. Установление конкурентоспособности

Установление конкурентоспособности применяется для сравнения процесса с процессами признанных лидеров с целью идентификации благоприятных возможностей улучшения качества. Оно дает возможность сравнить процессы и технические характеристики продукции и услуг с процессами и характеристиками продукции и услуг прознанных лидеров, что позволяет идентифицировать цели и установить приоритеты подготовки планов, которые приведут к повышению конкурентоспособности на рынке.

Поэтапная процедура использования этого метода заключается в следующем:

1. Определите пункты, по которым следует установить конкурентоспособность:
   - эти пункты должны включать основные характеристики процессов и их выходы;
   - выход процесса, который сравнивается, должен быть непосредственно связан с требованиями потребителя.
2. Определите круг конкурентов:
   - типичные организации могут быть непосредственными конкурентами и (или) неконкурентами, они являются признанными лидерами в интересуемом вопросе;
3. Соберите данные:
   - данные по характеристикам процесса и потребностям потребителя могут быть собраны посредством прямого контакта, наблюдений, опросов, личных и профессиональных контактов, а также технических журналов;
4. Организуйте проведение анализа данных:
   - анализ направьте на выработку наивысших практических целей по всем соответствующим пунктам.
5. Установите конкурентоспособность:
   - идентифицируйте благоприятные возможности улучшения качества, основанные на потребностях потребителя и характеристикам продукции и услуг как конкурента, так и неконкурента.

7.3. Метод «мозгового штурма»

«Мозговой штурм» – метод приведения в действие творческого мышления группы для генерирования и прояснения перечня идей, проблем или вопросов.

Данный метод используется для идентификации возможных решений проблем и потенциальных возможностей улучшения качества.

Процедура использования метода включает два этапа:

1. Этап генерирования

Организатор анализирует руководящие указания по «мозговому штурму» и назначает заседания, затем члены группы составляют перечень идей. Основная задача – генерировать как можно больше идей.

2. Этап прояснения

Группа анализирует перечень идей, чтобы убедиться, что каждый понимает все идеи, а оценка идеям будет дана после завершения заседания по применению метода.

Руководящие указания по «мозговому штурму» предполагают следующие:

- организатор определен;
- назначение заседания по применению метода «мозгового штурма» четко установлено;
- каждый член группы выступает по очереди, предлагая одну идею;
- по возможности, участники учитывают идеи других членов группы;
- на данном этапе идеи не осуждаются и не обсуждаются;
- идеи регистрируются так, чтобы все участники могли видеть запись;
- этот процесс продолжается до тех пор, пока идеи генерируются;
- все идеи анализируются с целью прояснения.

7.4. Причинно-следственная диаграмма

Причинно-следственная диаграмма является средством, используемым для понимания и отображения зависимости между данными следствием (например, изменчивость характеристик качества) и его потенциальными причинами. Многие потенциальные причины сводятся в главные категории и подкатегории так, что обнаруживается сходство со скелетом рыбы. Отсюда это средство также известно как диаграмма «рыбий скелет»

Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикава), графически упорядочивающая связь причин и вытекающих из них результатов, находит сейчас широкое применение. Ее автор профессор Токийского университета Каору Исикава рассматривая проблемы качества, стал обобщать исследования в форме диаграммы причин и результатов. Диаграмма Исикава включена в промышленный стандарт JIS на терминологию в области контроля качества.

Она используется для:

- анализа зависимости между причиной и следствием;
- сообщения зависимости между причиной и следствием;
- облегчения решения проблемы от симптома до причины.

Построение диаграммы Исикава осуществляется разложением главных факторов (факторов, определяющих итоговый результат анализируемого показателя) на более простые. При построении диаграммы необходимо обеспечить правильность соподчинения и взаимозависимости факторов.

Процедура построения делиться на этапы:

Этап 1. Определяется показатель качества, который следует анализировать. В первую очередь это показатель из числа главных факторов по диаграмме Парето. Наименование показателя записывается в середине листа справа и подчеркивается горизонтальной прямой, воспринимаемой как данный показатель. Прямая называется «хребет».

Этап 2. Определяются главные факторы – факторы первого порядка – и записываются значительно выше и ниже хребта и соединяется наклонными линиями в сторону наименования показателя качества. Каждая из этих линий называется «большой костью».

Этап 3. По каждому главному фактору определяются влияющие на него главные составляющие – факторы второго порядка – «средние кости».

Этап 4. По каждому фактору второго порядка определяются воздействующие на него причины – факторы третьего порядка, которые располагаются в виде прямых – «мелкие кости», примыкающих к соответствующей «средней кости».

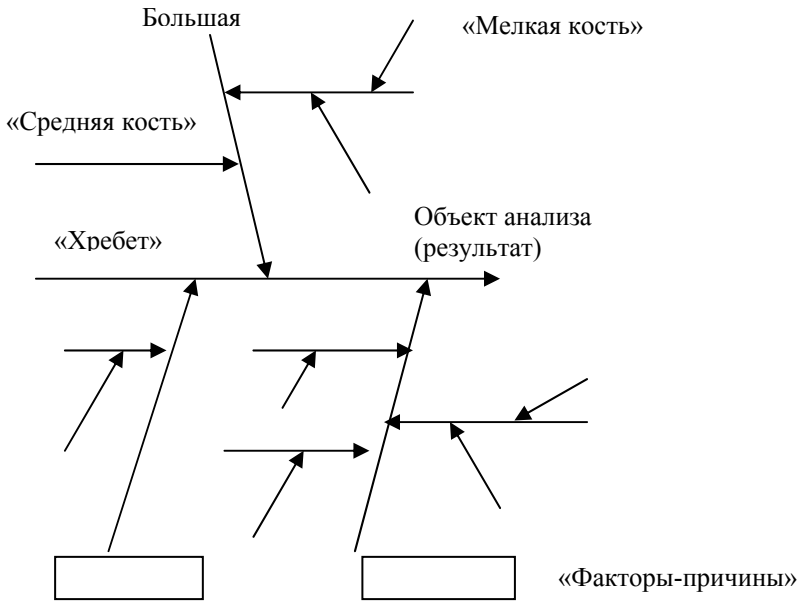


Рис. 3 Причинно-следственная диаграмма Исикава

Этап 5. Записывают информацию в определенном порядке.

Этап 6. Распределяют (ранжируют) факторы по значимости и выделяют особо важные из них, которые оказывают наибольшее влияние на фактор, непосредственно их касающийся. Ранжирование факторов по значимости можно проводить с помощью диаграммы Парето.

Факторы, подлежащие рассмотрению, должны включать:

системы данных и информации; окружающие условия; оборудование; материалы; средства измерения; методы; людей.

На рисунке 3 показана причинно-следственная диаграмма в обобщенном виде.

Факторы любого порядка, оказывающие наибольшее влияние на диаграмме Исикава специально помечают, что дает возможность оперативно отслеживать причины, негативно сказывающиеся на объекте анализа, и выработать мероприятия по их устранению.

7.5. Карта технологического процесса

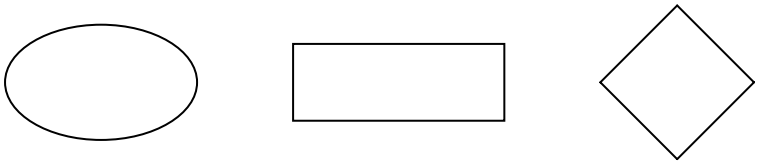
Карта технологического процесса является наглядным отображением этапов процесса и может быть полезной при изучении благоприятных возможностей улучшения качества, так как позволяет глубже понять как фактически действует процесс. Изучая, как разные этапы процесса связаны друг с другом, часто можно обнаружить потенциальные источники нарушений.

Карты технологического процесса могут применяться ко всем аспектам любого процесса от поставки материалов до этапов сбыта или технического обслуживания продукта.

Области применения:

- при описании существующего технологического процесса;
- при проектировании нового процесса.

Что бы построить карту технологического процесса, необходимо установить систему легкораспознаваемых символов. На рисунке 4 проиллюстрированы широко применяемые символы:



Начало и конец Этапов

Описание вида деятельности

Блок принятия решения

Указание направления потока от одного вида деятельности к следующему в последовательности операций.

Рис. 4 Символы последовательности операций

Этапы построения карты для существующего технологического процесса заключаются в следующем:

1. Идентифицируйте начало и конец процесса;
2. Исследуйте весь процесс от начала до конца;
3. Определите этапы процесса (деятельность, принятие решений, вход, выход);
4. Составьте проект карты технологического процесса, чтобы представить процесс;
5. Проанализируйте этот проект карты с людьми, вовлеченными в процесс;

6. Внесите улучшения в карту технологического процесса на основе данного анализа;
7. Проверьте карту технологического процесса, сравнив с фактическим процессом;
8. Датируйте карту для ссылок и использования в будущем (она будет служить в качестве зарегистрированной записи фактического протекания процесса и может также использоваться для идентификации благоприятных возможностей улучшения).

В качестве примера рассмотрим карту технологического процесса копирования документа. Она изображена на рисунке 5.

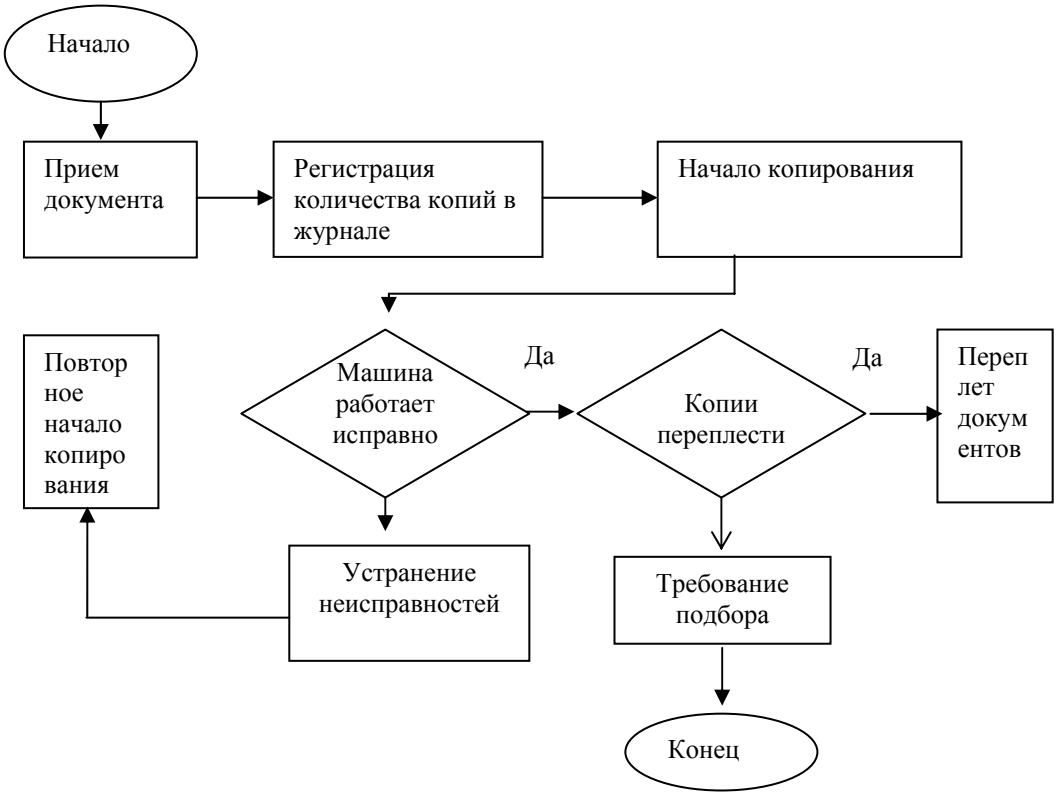


Рис. 5 Карта процесса

Этапы построения карты при проектировании нового процесса во многом совпадают с предыдущими рекомендациями и заключаются в следующем:

1. Идентифицируйте начало и конец процесса;
2. Отчетливо представьте себе этапы процесса, которые надо разработать (деятельность, принятие решений, вход, выход);
3. Определите этапы вышеперечисленных процессов;
4. Составьте проект карты технологического процесса, чтобы представить процесс;
5. Проанализируйте этот проект карты с людьми, вовлеченными в процесс;
6. Внесите улучшения в карту на основе данного анализа;
7. Датируйте карту для ссылок и использования в будущем (она будет служить в качестве зарегистрированной записи фактического протекания процесса и может также использоваться для идентификации благоприятных возможностей улучшения проекта).

7.6. Диаграмма в виде дерева

Диаграмма в виде дерева может быть использована для разложения темы на ее составные элементы. Идеи, генерированные при «мозговом штурме» и изображенные или сгруппированные с помощью диаграммы сродства, преобразовываются в диаграмму в виде

дерева с целью визуализации логических связей и их последовательности. Это сродство можно использовать при планировании и решении проблем, возникающих с качеством продукции и т.п.

Поэтапная процедура использования этого метода заключается в следующем:

1. Четко и просто сформулируйте тему, которую предстоит изучить

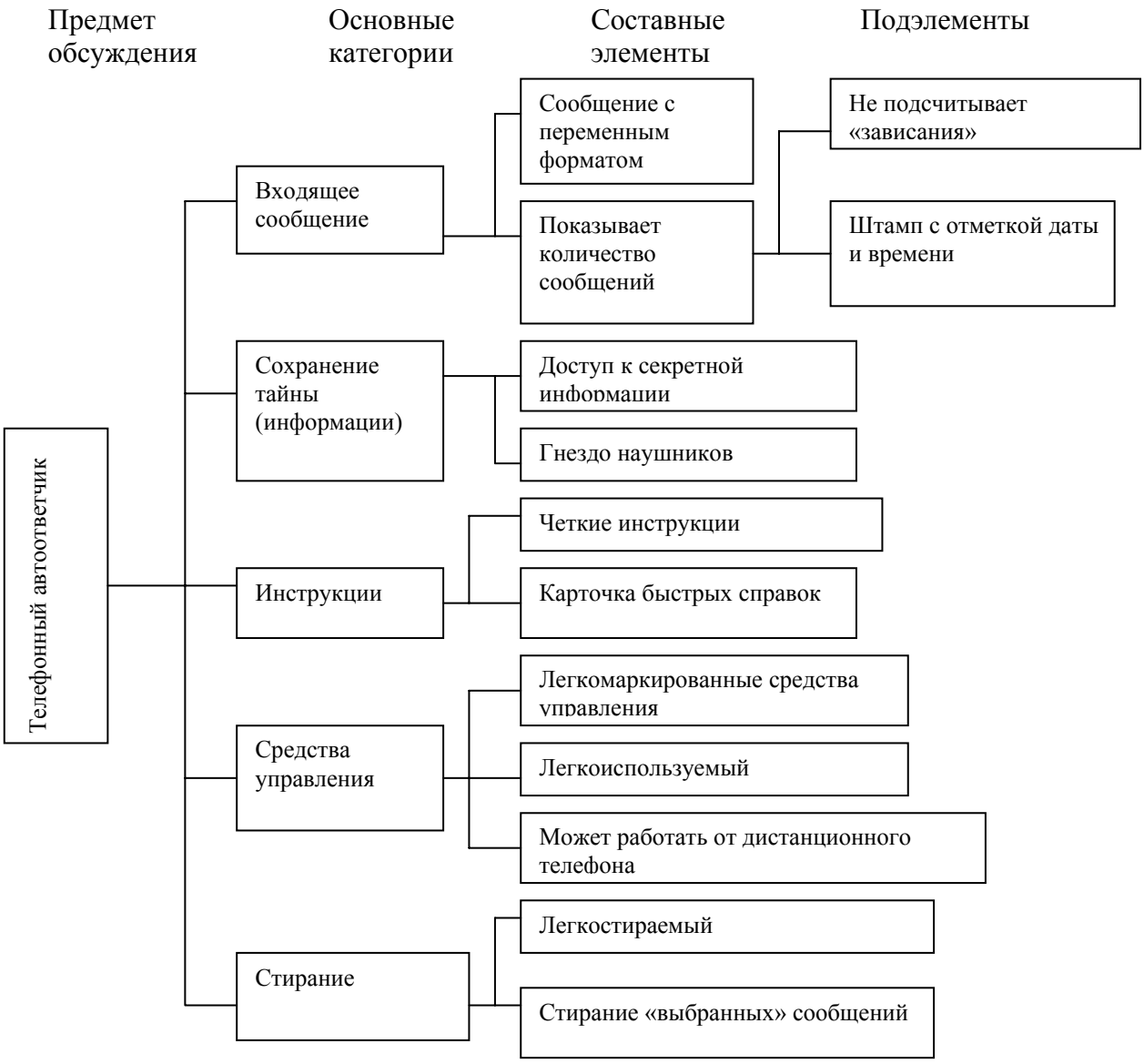


Рис. 6 Диаграмма в виде дерева

2. Определите основные категории темы, применяя метод «мозгового штурма» или используя карточки учета из диаграммы сродства;
3. Постройте диаграмму, поместив тему в прямоугольник слева, постепенно разветвляя основные категории по горизонтали вправо;
4. Для каждой основной категории определите составные элементы и любые подэлементы;
5. Составные элементы и подэлементы для каждой основной категории разветвляйте по горизонтали вправо;
6. Проанализируйте диаграмму, чтобы убедиться в том, что нет пробелов в последовательных или логических связях.

В качестве примера приведена диаграмма, демонстрирующая характеристики телефонного автоответчика и изображенная на рисунке 6.

8. Средства для числовых данных

Принятие решения об улучшении качества должно основываться, где это возможно, на числовых данных. Решения, касающихся различий, тенденций и изменений числовых данных, должны базироваться на правильной статистической интерпретации.

8.1.Контрольная карта

В настоящее время широкое распространение получили методы управления качеством с использованием контрольных карт.

Контрольные карты служат для наглядного отображения протекания процесса и своевременного распознавания неслучайных отклонений или нарушений процесса. Контрольные карты позволяют обслуживающему персоналу предотвратить дальнейшее появление продукции, не отвечающей заданным показателям качества.

Контрольная карта не указывает, какова причина нарушения, определение причины нарушения – задача мастера. Правильное применение контрольных карт повышает эффективность и производительность труда.

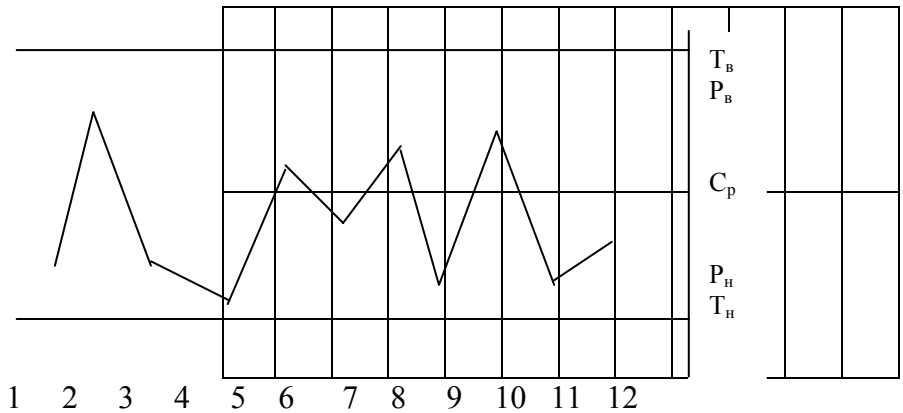
В соответствии с ГОСТ 15895 контрольная карта – карта для графического отображения изменения уровня настройки и точности процесса, в которую заносят значения статистических характеристик очередных выборок или проб и фиксируют технологические параметры или режимы. Чаще всего контрольная карта строится на бланке с сеткой из тонких вертикальных и горизонтальных линий. По вертикали отмечают значения величины показателя качества, а по горизонтали – дату, смену, порядковые номера выборок или проб и время.

В общем случае на диаграмму наносят:

- горизонтальные линии пределов технического допуска (верхнего $T_в$ и нижнего $T_н$);
- по две штриховые линии сверху и снизу, являющиеся границами регулирования значений показателя качества ($P_в$ – верхняя, $P_н$ – нижняя граница регулирования);
- линию $C_р$ – средний уровень качества.

Каждое отмечаемое на контрольной карте крестиком или цветным кружочком значение показателя качества оценивается, находится ли оно в ограниченной области около средней линии, и сравнивается с ранее помеченными значениями.

Линия, соединяющая точки средних арифметических значений выборок, отражает динамику изменения уровня настройки процесса, а линия, соединяющая точки размахов выборок, отражает динамику изменения точности процесса.



Номер выборки

Рис. 7 Образец контрольной карты.

При построении контрольных карт следует придерживаться следующих рекомендаций:

- желательно, чтобы контрольная карта была длинной и узкой (длина должна быть в несколько раз больше ширины);
- точки, выходящие за границы регулирования, должны быть отмечены короткими стрелками;
- карта должна быть снабжена примечаниями, поясняющими меры, которые принимались в различное время.

При наблюдении за стабильным технологическим процессом в течение некоторого промежутка времени с помощью контрольных карт можно определить статистические распределения показателей качества, присущие этому процессу. Если нет влияния особых погрешностей, то с возрастанием количества измеренных значений это распределение будет все более приближаться к нормальному закону.

При нормальном распределении в диапазоне значений от $\bar{x} - t_p - s_x$ и $\bar{x} + t_p - s$ находится некоторая доля значений, определенная статистической надежностью P, т.о. $P_в = \bar{x} + t_p - s$ и $P_н = \bar{x} - t_p \cdot s$ называются границами регулирования.

После предварительной оценки процесса (n=100÷150) определяют СТО S и вычисляют границы регулирования и наносят их на карту. Границы регулирования определяются при условии нормального протекания процесса.

Пока значения находятся внутри границ – процесс проходит нормально; если же значение показателя качества вышло за границы, то возможно 2 случая:

1. Выпадающее значение – оно хотя и относится к генеральной совокупности, но может выпасть на основании выбранной статистической надежности; в этом случае в технологический процесс вмешиваться не рекомендуется;
2. Значение вышло за границы регулирования, т.к. что-то изменилось в режиме, или в оборудовании. Следовательно, оно относится к другой генеральной совокупности и выход за границы регулирования не случайный. В этом случае необходимо исследовать причину нарушений процесса и устранить ее.

Чтобы различить 2 случая проводят анализ состояния технологического процесса на предшествовавшем отрезке времени, т.е. определяют систематический или случайный характер отношений.

Наряду с границами регулирования на карту наносят предупредительные границы. Выход за эти границы является сигналом к внимательному наблюдению за границами. Интервал между предупредительными границами обычно составляет около 65% интервала между границами регулирования. Обычно статистическую надежность выбирают 99%.

Границы регулирования строятся в зависимости от характеристик производственного процесса, вероятности ошибки a (a=1-γ) и объема выборки n.

На практике применяются объемы выборок равные 4, 5, 6, или 7. Желательно, нечетное (поскольку легче найти медиану). При наличии вычислительных средств применяются выборки больших объемов n>25.

В зависимости от вида контроля различаются две группы контрольных карт.

К 1-й группе относятся контрольные карты, применяемые при контроле и регулировании по количественному признаку, когда у единиц продукции изменяются числовые значения одного или нескольких показателей. Получаемые при этом распределения подчиняются закону Гаусса.

К контрольной карте 1-й группе относятся:

- контрольная карта средних арифметических значений – карта $\bar{x}$;
- контрольная карта медиан – карта $\tilde{x}$;
- контрольная карта индивидуальных значений – карта x_i;
- контрольная карта средних квадратических отклонений – карта s;
- контрольная карта размахов – карта R.

Наиболее удобным оказалось применение одновременно двух и более контрольных карт.

Например, «метод средних арифметических значений и размахов ($\bar{x}$-R)» и регулирование по карте $\tilde{x}$ и карте x_i - «метод медиан и индивидуальных значений ($\tilde{x}$ - x_i):

- карты средних арифметических значений и медиан применяют главным образом для наблюдения за изменением средних (заданных) значений показателя качества.
- карты средних квадратических отклонений и размахов служат для наблюдения за изменением амплитуды распределения, за величиной разброса.

Точнее отражают протекание процесса карты $\bar{x}$ и s, но когда вычислительные операции не автоматизированы, используют карты $\tilde{x}$ и R.

Карты индивидуальных значений x_i применяется в основном для наблюдения за медленно протекающими технологическими процессами и для изучения статистических характеристик процесса.

Ко 2-й группе относятся контрольные карты, применяемые при контроле и регулировании для альтернативного признака, когда единицы продукции делятся на 2 категории: годные и дефектные.

Разработано несколько типов контрольных карт для контроля и регулирования по альтернативному признаку. По сравнению с картами для количественного признака они имеют то преимущество, что с помощью одной карты можно контролировать одновременно несколько показателей, считая негодным изделие, если какой-либо показатель качества выходит за пределы допуска. С другой стороны, эффективность подобной карты меньше, т.к. относительно некоторого признака качества возможна лишь 2 решения.

В зависимости от назначения различают три типа карт по альтернативному признаку:

- карты «q» (доли брака);
- карты «c» (числа дефектов в единице продукции);
- карты «u» (отношения числа дефектов к числу единиц продукции).

Их построение аналогично построению карт для количественного признака и состоит в определении средней линии и границ регулирования. Далее на карту наносятся значения признака для каждой выборки.

Общий порядок выбора типа контрольных карт указан на схеме рисунка 8.

Рис. 8 Схема выбора типа контрольных карт
(n – объем выборки)

Расчетные формулы для определения средних линий и границ регулирования для случаев известных и неизвестных числовых характеристик распределения сведены в таблицу и даны в Приложениях.

Наиболее распространенными контрольными картами по альтернативному признаку являются контрольные карты доли брака – q-карта; контрольная карта количества бракованных изделий – ng-карта; контрольные карты дефектов – c-карта и u-карта (c – число дефектов в единицу продукции, u=c/n – число дефектов, делённое на число единиц продукции).

Наиболее часто значения показателя качества при контроле по альтернативному признаку распределяются по закону Пуассона (распределение и редких событий) или по биноминальному закону.

8.2.Гистограмма

Гистограмма применяется, когда требуется исследовать и представить распределение данных о числе единиц в каждой категории с помощью столбикового графика.

Как мы уже видели на диаграмме Парето, очень полезно представить в форме столбикового графика частоту, с которой появляется определенное событие (так называемое частотное распределение). Однако диаграмма Парето имеет дело только с характеристиками продукции и услуги: типами дефектов, проблемами, угрозой безопасности и т.п. Гистограмма же отражает состояние качества проверенной партии изделий и помогает разобраться в состоянии качества изделий в генеральной совокупности, выявить в ней положение среднего значения.

В общем случае гистограмма используется для:

- отображения картины изменения;
- передачи визуально информации о поведении процесса;
- принятия решения о том, где сосредоточить усилия п улучшению

Поэтапная процедура использования этого метода заключается в следующем:

1. Отберите значения различных показателей;
2. Определите диапазон данных путем вычитания наименьших из наибольших (размах показаний);
3. Определите количество интервалов в гистограммах (примерно от 6 до 12) и разделите диапазон на количество интервалов для установления ширины каждого интервала;
4. Обозначьте на горизонтальной оси шкалу показателей различных значений;
5. Обозначьте на вертикальной оси шкалу частот (количество или процент наблюдений);
6. Вычертите высоту каждого интервала, равную количеству показателей различных значений, попадающих в пределы интервала.

Процедуру составления гистограммы рассмотрим на конкретном примере.

Таблица 4

Значения x_i , n=100

0,9	1,5	0,9	1,1	1,0	0,9	1,1	1,1	1,2	1,0
0,6	0,1	0,7	0,8	0,7	0,8	0,5	0,8	1,2	0,6
0,5	0,8	0,3	0,4	0,5	1,0	1,1	0,6	1,2	0,4
0,6	0,7	0,5	0,2	0,5	0,3	0,5	0,4	1,0	0,8
0,7	0,8	0,3	0,4	0,6	0,7	1,1	0,7	1,2	0,8
0,8	1,1	0,6	1,0	0,7	0,6	0,3	1,2	1,4	1,0
1,0	0,9	1,0	1,2	1,3	0,9	1,3	1,2	1,4	1,0

1,4	1,4	0,9	1,1	0,9	1,4	0,9	1,8	0,9	1,4
1,1	1,4	1,4	1,4	0,9	1,1	1,4	1,1	1,3	1,1
1,5	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	1,7	1,8	1,5

В таблице 4 представлены данные, полученные в результате измерения коэффициента деформации одного из металлических материалов в процессе термообработки. Составление этой таблицы преследует цель точно определить рабочие размеры, относящиеся к предшествующему технологическому процессу, исходя из данных о величине деформации при термообработке.

Рассматривая таблицу можно понять, что одним зрительным восприятием этих данных невозможно получить достоверную информацию. Отсюда следует, что для выяснения состояния качества изделий генеральной совокупности необходимо упорядочить эти данные. В такой ситуации лучше всего составить гистограмму.

Прежде чем приступать к разработке гистограммы, необходимо упорядочить данные, для чего применим бланки регистрации плотности распределения. Информация, содержащаяся в бланке в первую очередь должна содержать:

- номер и наименование измеряемого объекта;
- измеряемый параметр;
- нормативы;
- технологический процесс;
- измерительный инструмент;
- единицу измерений и т.д.

Таблица 5

Бланк регистрации плотности распределения

Форма:	Измеряемый параметр: длина	Изм. Инструмент: МК 0-25	Дата: месяц___ Число___	№ и наименование детали №_____
Норматив: Ед. измерения: мм	Технологический процесс: термообработка	Объем партии: 1000 шт.	Кол. измеряемых образцов: 100 шт.	Контролер
Интервалы	Значения середины интервалов	Штриховые отметки	Частота	Накопленная частота
0,05-0,25	0,15		2	2
0,25-0,45	0,35		8	10
0,45-0,65	0,55		13	23
0,65-0,85	0,75		15	38
0,85-1,05	0,95		20	58
1,05-1,25	1,15		17	75
1,25-1,45	1,35		13	88
1,45-1,65	1,55		9	97
1,65-1,85	1,75		3	100

Затем определяем размах показаний:

$$R = x_{max} - x_{min} = 1.7$$

Выбрав количество интервалов равных 10, определяем ширину интервала:

$$H = R/10 = 0.17 \approx 0,2$$

После того как в бланке регистрации размечены интервалы, получаемые измерением, значения разносят по соответствующим интервалам, обозначая их штриховой отметкой. На рисунке 9 изображена гистограмма, выполненная согласно перечисленным процедурам и иллюстрирующая описанный выше пример.

Если изобразить распределение на гистограмме и выяснить, в удовлетворительном ли состоянии находятся партия изделий и технологический процесс, то появиться возможность активно разрешать проблемные моменты.

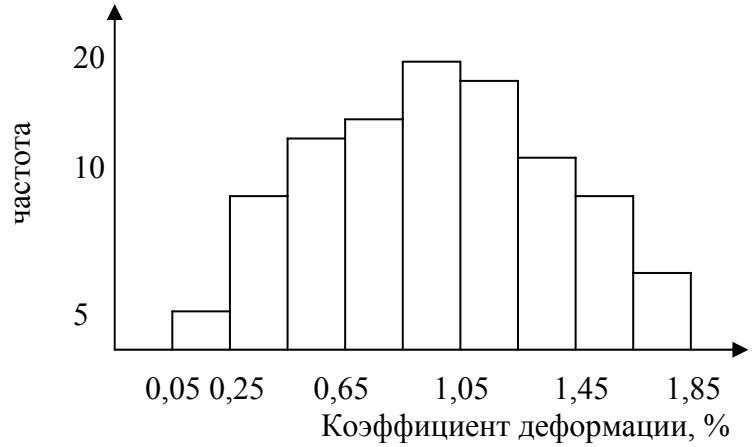


Рис. 9 Гистограмма

Для этой цели, исходя из установленных пределов допуска, всесторонне рассматривают следующие вопросы: каковы ширина распределения по отношению к ширине допуска, каков центр распределения по отношению к центру поля допуска, какова форма распределения.

8.3. Диаграмма Парето

Столбиковая диаграмма, названная именем итальянского экономиста В.Парето (1845-1923), который изобрел формулу, показывающую неравномерность распределения благ, а именно, наибольшая доля доходов или благ принадлежит небольшому числу людей, но они дают наибольшую отдачу. Подобное распределение для классификации проблем качества на немногочисленные существенно важные и многочисленные несущественные впервые применил американский ученый Дж. Джуран и назвал этот метод анализом Парето, согласно которому в большинстве случаев подавляющее число дефектов и связанных с ним потерь возникает из-за относительно небольшого числа причин.

Суть диаграммы Парето заключается в том, что при ее построение в большинстве случаев обнаруживается статистическая закономерность, так называемый «Закон 80/20», означающий, что если число дефектов принять за 100%, то примерно 80% всех дефектов происходит из-за приблизительно 20% всех возможных причин. Экономическим целесообразным будет устранить 1/5 часть причин, приносящих наибольший ущерб. Диаграмма Парето позволяет определить основные причины возникновения проблем от второстепенных причин.

Порядок построения диаграммы заключается в следующем:

На основании обобщенных данных первичного учета, например, по актам о браке, рекламациям, совокупность видов дефектов упорядочивается в специальной таблице.

Таблица 5

Код	Дефект или причина	Число дефектов	Сумма дефектов	Процент дефектов	Кумулятивный процент дефектов
А	Отказ блока ЯП	88	88	55	55
Б	Отказ вольтметра	40	128	25	80
В	Отказ блока ПС	16	144	10	90
Г	Ошибка монтажа	4	148	2,5	92,5
Д	Прочие	12	160	7,5	100

Особенностью таблицы для построения диаграммы Парето является последовательность записи факторов (видов причин, дефектов) сверху вниз в порядке убывания значимости их влияния на объект анализа.

При построении диаграммы Парето на оси абсцисс откладывают данные графы 2 или 1, а на оси ординат данные графы 3 в порядке убывания частоты появления дефектов, располагая при этом всегда «прочие дефекты» на оси ординат последними. Если доля этих факторов значительно велика, то необходимо их расслоить (разбить на составляющие), выделив из них наиболее значительные факторы.

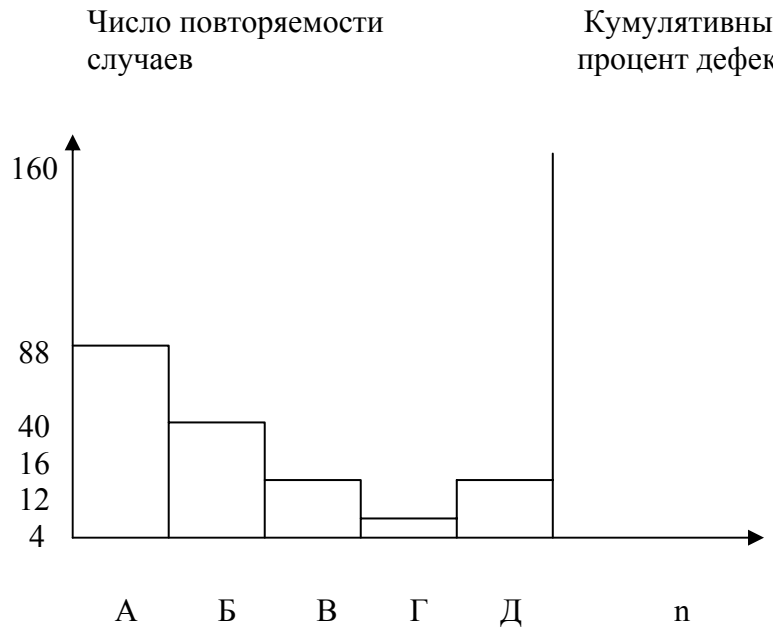


Рис. 10 Диаграмма Парето

По полученным на осях абсцисс и ординат точкам строят столбиковый график, где каждому фактору соответствует прямоугольник (столбик), вертикальная сторона которого равна значению частоты повторяемости рассматриваемого фактора, отложенного на оси ординат. Ширина столбиков принимается одинаковой.

Кроме столбиковой диаграммы вычерчивают кривую Лоренца (кривую кумулятивного процента), предварительно введя с правой стороны графика дополнительную ординату и определив на ней точки, соответствующие данным графы 6.

Совокупный график, объединяющий столбиковую диаграмму и кривую Лоренца, называют диаграммой Парето.

Из диаграммы следует, что фактор «Отказ блока ЯП» оказывается самым весомым (55%) и является главной причиной значительного числа рекламаций.

Из кривой Лоренца, характеризующей накопление потерь в зависимости от уровней весомостей фактора, следует то, что подчиняясь закону «80/20», нужно в первую очередь все усилия направить на устранение проявления двух факторов отказов блока ЯП (фактор А) и отказ вольтметра (фактор Б), имеющих совокупную весомость в появлении рекламаций, равную 80% (55% +25%).

Обобщая вышесказанное, можно установить общий порядок построения диаграммы Парето:

1. Выберите проблемы, которые необходимо решить, и расположите их в порядке важности (путем «мозговой атаки», используя существующие данные – отчеты);
2. Определите критерий для сравнения единиц измерения (натуральные характеристики, стоимостные);
3. Наметьте период времени для изучения;
4. Сгруппируйте данные по категориям, сравните критерий каждой группы;
5. Перечислите категории слева направо на горизонтальной оси в порядке уменьшения значения критерия. В последний столбик включите категории, имеющие наименьшее значение.

Постепенно расчленяя главные причины на составляющие до первопричин и определяя с помощью диаграммы Парето важнейшие из них, можно составить разветвленную схему основных причинных связей (диаграмму причин), дающую возможность целенаправленно, с наименьшими задержками решать рассматриваемую проблему.

8.4.Диаграмма разброса

Диаграмма разброса является графическим методом изучения зависимости между двумя связанными наборами данных, которые появляются парными (например, x и y – по одному от каждого набора). Данные, отображаемые диаграммой разброса, образуют поле корреляции. Зависимость между связанными наборами данных устанавливается на основе формы поля. Положительная зависимость между x и y означает, что увеличение значений x связано с увеличением значений y и наоборот.

Шесть широко встречающихся видов полей корреляции приведены на рисунке 15. Изучая эти виды, можно понять зависимость между указанными выше наборами данных.

Процедура построения диаграммы разброса заключается в следующем:

1. Отберите парные данные из двух связанных наборов данных, зависимость которых предстоит изучить. Желательно иметь до 30 пар данных;
2. Обозначьте оси через x и y;
3. Найдите минимальное и максимальное значение как для x, так и для y, нанесите их на шкалы, определите масштаб (обе оси должны иметь одинаковую длину);
4. Нанесите на поле парные данные (x; y), причем, если значения совпадают, пометьте их отличительным символом или цветом;
5. Исследуйте вид полей корреляции для установления типов и силы зависимости.

Для более точного определения значения коэффициента корреляции и обоснования зависимости воспользуйтесь формулами и рекомендациями, данными в литературе по корреляционному и регрессионному анализу.

Сильная положительная зависимость

Сильная отрицательная зависимость

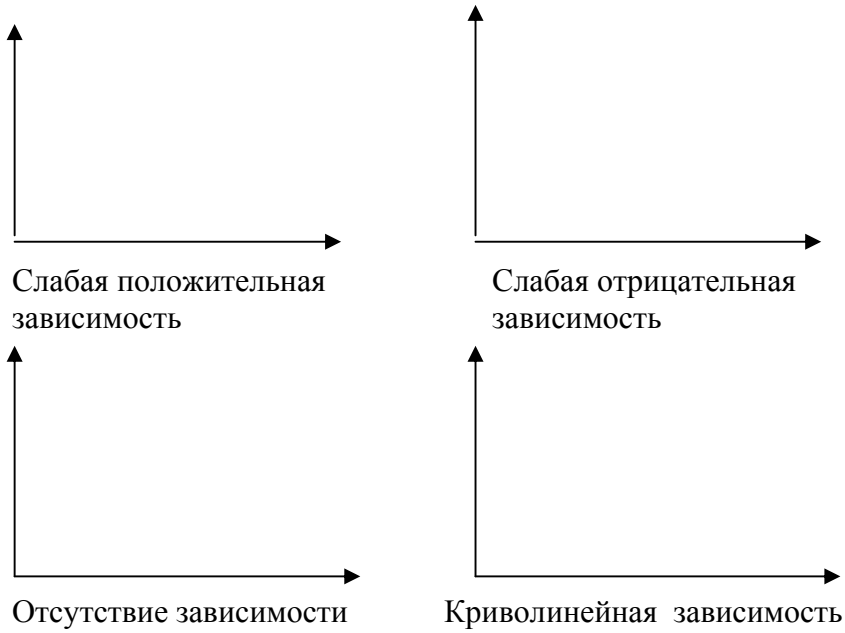


Рис. 11 Широко встречающиеся диаграммы разброса

Заключение

Говоря об управлении качеством, некоторые делают поспешный вывод, утверждая, что это и есть статистические методы управления качеством, но это вовсе не так. Следует полагать, что управление качеством – это скорее такой вид руководства, в основе которого лежат человеческие взаимоотношения. Кроме того, за последние годы широко внедряется руководство, основанное на мотивации, т.е. на использовании моральных и материальных стимулов поведения человека в организации. Статистические методы же применяются в качестве средства, которое дает возможность вынести правильное решение о сути явлений в числовых выражениях.

Для поддержания и совершенствования качества на предприятиях зачастую эффективно используют целый ряд простых статистических методов, которые были представлены в данном учебном пособии. Изложение этих методов доступно как учащимся, так и практическим работникам.

Контрольные вопросы

1. В чем особенности «семи инструментов качества»?
2. С чего нужно начинать внедрение «семи инструментов»?
3. Каков порядок сбора статистических данных?
4. Приведите примеры генеральных совокупностей?
5. Когда выборку считают представительной?
6. Какие характеристики положения случайной величины вам известны и как их можно вычислить?
7. Какие характеристики рассеяния случайной величины вам известны и как их можно вычислить?
8. В чем отличие генеральных и выборочных характеристик?
9. Каково назначение контрольного листка и какие требования при его заполнении необходимо соблюдать?
10. Почему именно гистограмму выбрали в качестве инструмента контроля качества?

11. Как с помощью диаграммы разброса можно оценить вид и тесноту связи контролируемых параметров?
12. В чем особенности диаграммы Парето как инструмента контроля качества?
13. Как следует строить причинно-следственную диаграмму?
14. Какие контрольные карты вам известны и в чем их особенности?
15. Какую информацию о качестве процесса можно получить с помощью контрольной карты?

Список литературы

1. Шишкин И.Ф. Контроль: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: СЗПИ, 1992.
2. Сакато Сиро. «Практическое руководство по управлению качеством». – М.: Машиностроение, 1980, -214 с.
3. Балашов Е.П., Долженков В.А. «Статистический контроль и регулирование качества массовой продукции». – М.: Машиностроение, 1984 г.
4. Головинский В.В. Статистические методы регулирования и контроля качества. Расчет оптимальных вариантов. –М.: «Машиностроение», 1974, - 264с.
5. Гостев В.И. «Статистический контроль качества продукции». – М.: Машиностроение, 1965 г.
6. Шторм Р. Теория вероятностей, Математическая статистика. Статистический контроль качества. – М.: Мир, 1970.
7. ГОСТ 15895. Статистические методы управления качеством продукции. Термины и определения.
8. ГОСТ 18321. Статистические методы управления. Правила отбора единиц в выборку.
9. РД 50-605-86. Методические указания по применению стандартов на статистический приёмочный контроль.
10. ГОСТ 16.305-74. Управление технологическими процессами. Контроль точности технологических процессов. Методы оценки точности в условиях серийного и массового производства.
11. ГОСТ 27.202-83 Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготовленной продукции.
12. МС ИСО 9004-4 Общее руководство качеством и элементы системы качества. Часть 4: Руководящие указания по улучшению качества. –М.:СНИИС, 1995.

Содержание

Введение
Управление промышленным предприятием
Повышение эффективности работ по управлению качеством
Классификация статистических методов
Статистический ряд и его характеристики
Применение статистических методов в управлении качеством
Форма сбора данных
Средства для нечисловых данных
Средства для числовых данных
Заключение
Контрольные вопросы
Список литературы

Сундарон Э.М.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Часть 1

Учебное пособие

Подписано в печать 20.03.2002 г. Формат 60×84 1/16.
Усл.п.л. 1,39, уч.-изд.л. 0,9. Тираж 60 экз. Заказ № 45.

Издательство ВСГТУ. г.Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40, а.
©ВСГТУ, 2002 г.