

О.И. Горбунова, И.К. Гусева

ИНСТРУМЕНТЫ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Учебное пособие

Министерство образования и науки Российской Федерации
Байкальский государственный университет

О.И. Горбунова, И.К. Гусева

ИНСТРУМЕНТЫ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Учебное пособие

Иркутск
Издательство БГУ
2016

УДК 005.6 (075.8)
ББК 65.291.823.2я7
Г67

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Байкальского государственного университета

Рецензенты:

канд. экон. наук, доц. Е.Ю. Богомолова
канд. экон. наук, доц. А.Ю. Беликов

Горбунова О.И.

Г67 Инструменты и методы управления качеством: учеб. пособие /
О.И. Горбунова, И.К. Гусева. – Иркутск: Изд-во БГУ, 2016. – 116 с. – Ре-
жим доступа: <http://lib-catalog.isea.ru>.

Рассматриваются современные методы и инструменты менеджмента качества, особое внимание уделяется статистическим методам анализа и выработки управленческих решений по проблемам качества. В пособии также представлены новые комплексные инструменты и методы менеджмента качества. Даны методические рекомендации по применению статистических методов для разработки решений в области менеджмента качества.

Для студентов всех форм обучения.

УДК 005.6 (075.8)
ББК 65.291.823.2я7

© Горбунова О.И.,
Гусева И.К. 2016
© Издательство БГУ, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Современные методы и инструменты менеджмента качества	6
1.1. Статистические методы управления качеством «семь инструментов» контроля качеством	13
1.2. «Новые» инструменты менеджмента качества	25
1.3. Комплексные инструменты менеджмента качества	48
2. Методические рекомендации по выполнению практических заданий «статистические методы контроля качества»	74
Практическая работа № 1. «Сбор информации для анализа качества продукции».....	74
Практическая работа № 2. «Анализ парето».....	82
Практическая работа № 3. «Диаграмма причин и результатов».....	88
Практическая работа № 4. «Выявление характера рассеивания размеров при изготовлении однородных деталей на настроенных станках».....	97
Приложения	
1. Требования к отчету по практическим работам.....	108
2. Практические советы.....	109

ВВЕДЕНИЕ

Проблема качества – кардинальная проблема нашей экономики. Нет качества без управления качеством. Таков вывод современной практики во всем мире. В нашей стране прилагались многолетние усилия, направленные на достижение высокого качества продукции. Однако приходится признать, что в целом они не дали пока желаемых результатов.

В настоящее время уже очевидно, что конкурентоспособность любой организации, независимо от формы собственности и ее размеров, зависит в первую очередь от качества ее продукции и соизмеримости цены с предлагаемым качеством, т.е. от того, в какой степени продукция определенной компании удовлетворяет запросам потребителя. Высокое качество продукции или услуги, удовлетворяющее ожидания потребителя, соизмеряется современным потребителем со стоимостью (ценой) этой продукции или услуги.

Следует подчеркнуть, что существует, по крайней мере, два основных фактора, общих для большинства крупных промышленных компаний, которые побуждают руководителей, специалистов и персонал ускорять реализацию статистического контроля качества продукции (СПК). Один из них – требование международных стандартов ИСО серии 9000, рассматривающих применение статистических методов как неперемный признак существования у поставщика продукции системы качества и ее эффективного функционирования.

Представляется, по меньшей мере, пять сфер применения статистических методов в системах качества:

- 1) статистическая обработка информации о качестве продукции, имеющей, несомненно, случайный характер;
- 2) статистическое регулирование технологических процессов;
- 3) статистический подход к оценке результатов сплошного контроля и к выбору средств контроля;
- 4) статистический приемочный контроль качества продукции на различных этапах ее изготовления;
- 5) прогнозирование и контроль надежности продукции.

Другой фактор, способствующий привлечению внимания к СПК, – введение в действие серии международных и государственных стандартов РФ по СПК, основанных на принципе распределения приоритетов. Использование этого принципа должно вдохнуть новую жизнь в применение СПК, поскольку принцип распределения приоритетов способен предотвратить множество ситуаций, вызывавших недоумение при прежнем подходе к СПК и подрывавшем доверие к нему.

В настоящее время в российских компаниях и организациях должно проводиться систематическое и непрерывное обучение различных категорий пер-

сонала от высшего руководства до рядовых исполнителей основам системы менеджмента качества, действующей в данных компаниях. Определенная часть программы обучения посвящена статистическим методам. Персоналу разъясняют суть и полезность применения таких методов, подчеркивается невозможность эффективного управления процессами без знания, понимания и использования статистических методов, в частности, при контроле продукции. Вот почему при подготовке менеджеров должно уделяться больше внимания вопросам менеджмента качества в организациях и, конечно, статистическим методам в контексте контроля качества.

Широкое внедрение в практику статистических методов контроля и управления позволит значительно ускорить решение задачи повышения качества в российских компаниях. Этот шаг не требует сколько-нибудь значительных затрат, если только не считать организации широкомасштабного обучения управленцев, рабочих и специалистов. Обучение и организация производства, включая систему стимулирования, – ключевые моменты.

1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Для того, чтобы усовершенствование процессов и всех видов деятельности в организации стало не только результативным, но и эффективным, необходимо обеспечить сбалансированное выполнение основных функций менеджмента качества, таких как *поддержание* (действия, направленные на обеспечение имеющихся технологических, организационных и операционных стандартов, правил, норм, процедур) и *улучшение* (постоянная управленческая деятельность организации, направленная на улучшение качества продукции, процессов производства и системы менеджмента качества) на всех иерархических уровнях организационной структуры (рис. 1.1).

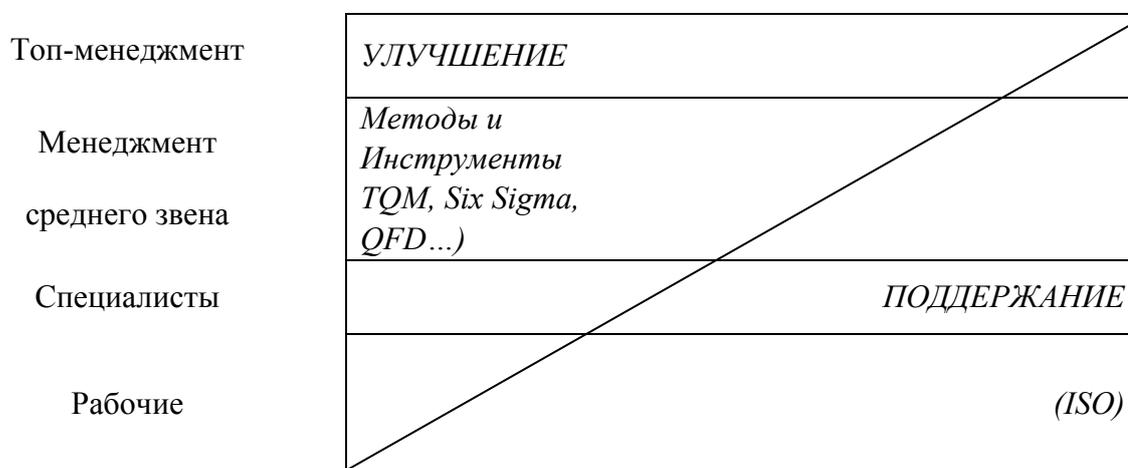
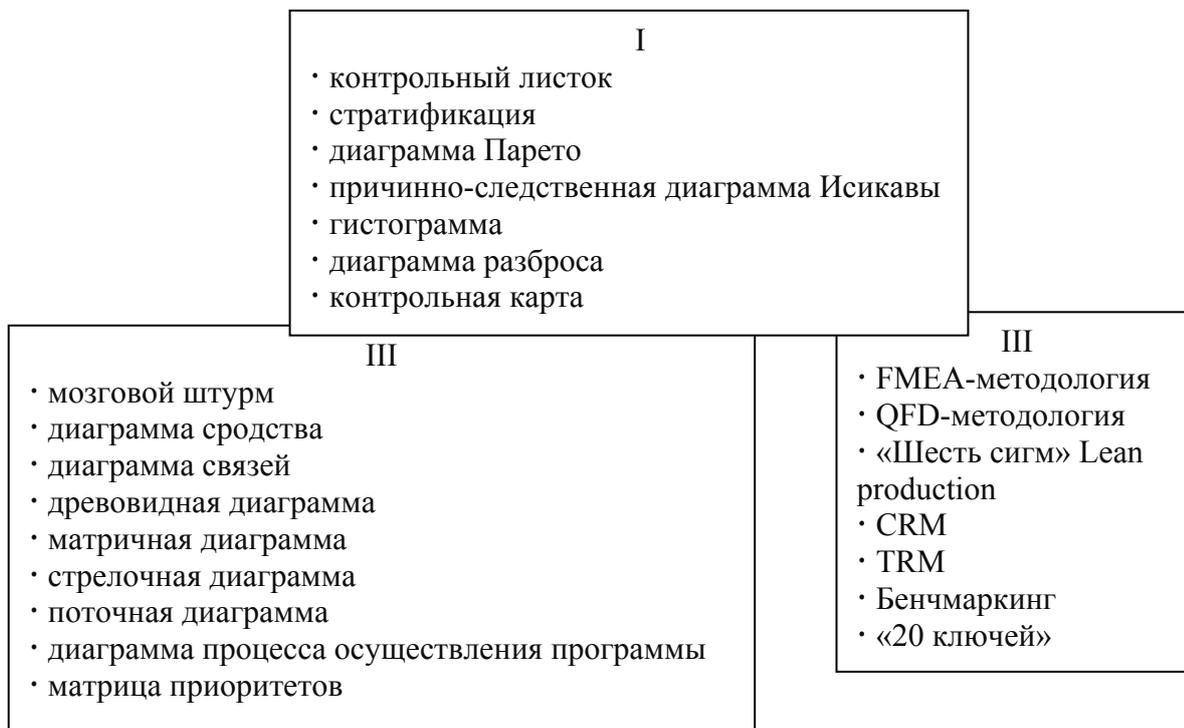


Рис. 1.1. Распределение функций менеджмента качества по организационной иерархии

Эффективное управление требует объединения усилий всех сотрудников, включая высший и средний менеджмент, специалистов и рабочих, занятых во всех сферах деятельности организации: от маркетинговых исследований до послепродажного обслуживания.

При этом необходимо применение всего арсенала современных методов и инструментов менеджмента качества, позволяющих оценить качество объекта и облегчить решение проблем управления его качеством, как в условиях наличия достоверной информации, так и в условиях неопределенности.

Качество зависит от многочисленных и разнообразных факторов технического, экономического и социально-психологического характера. Фирмы, ведущие целенаправленную, продуманную политику повышения качества своей продукции и услуг, используют для достижения поставленных целей солидный набор методов, инструментов и средств. Условно они могут быть сгруппированы в три блока (рис. 1.2).



Условные обозначения:

I – количественные, в том числе статистические, методы и инструменты мониторинга, анализа и выработки управленческих решений;

II – методы и инструменты управления качеством, работающие преимущественно с вербальной информацией;

III – комплексные инструменты и методология улучшения качества, работающие как с числовой, так и вербальной информацией

Рис. 1.2. Классификация методов и инструментов менеджмента качества

1.1. Статистические методы управления качеством

Высокое качество создают
люди высоких качеств
FORD Corporation

Владение статистическими методами (статметоды) управления качеством продукции является важнейшим компонентом высокой производственной культуры. Статметоды не только инструмент контроля качества готовой продукции, но и способ оценки текущего состояния технологических процессов, позволяющий своевременно внести в них коррективы и, таким образом, обеспечить стабильность качества. Именно поэтому во всех развитых странах обучению теории и практике применения статметодов отводится особое место.

Основные положения статистических методов контроля качества

Статистические методы управления качеством, начало применения которым положил У. Шухарт, значительно способствуют улучшению качества выпускаемой продукции. Статистические методы принято делить на 3 категории по степени сложности их реализации:

1. *Элементарные статистические методы* включают семь простых методов:

- 1) контрольный листок;
- 2) причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы);
- 3) гистограмма;
- 4) диаграмма разброса;
- 5) анализ Парето;
- 6) стратификация (метод расслоения);
- 7) контрольная карта.

2. *Промежуточные статистические методы* включают:

- теорию выборочных исследований;
- статистический выборочный контроль;
- различные методы проведения статистических оценок и определения критериев;
- метод применения сенсорных проверок;
- метод планирования экспериментов.

3. *Методы, рассчитанные на инженеров и специалистов в области управления качеством*, включая:

- передовые методы расчета экспериментов;
- многофакторный анализ;
- различные методы исследования операций.

Роль статистических методов в управлении производственными процессами

1. Каковы причины выпуска дефектных изделий?

Одна за другой заготовки поступают на конвейер. В конце конвейера упаковочная машина непрерывно пакует изделия и отправляет их на склад готовой продукции. Внимательный взгляд обнаруживает человека, стоящего между конвейером и упаковочной машиной. Он строго следит за потоком изделий и время от времени берет некоторые изделия и бросает их в корзину, стоящую у него за спиной. Это – дефектные изделия.

Подобную картину можно наблюдать на многих предприятиях. Поначалу эти отброшенные изделия рассматривали, как потери продукции, но вскоре к ним стали относиться как к обычному явлению. Такое отношение к появляю-

щимся дефектам не может быть решением проблемы, скорее, наоборот, – это шаг назад, отход от ее решения.

Как появляются дефектные изделия и что надо сделать, чтобы уменьшить их число?

Многие думают, что дефектные изделия неизбежны, поскольку продукция должна удовлетворять жестким требованиям стандартов по качеству, а факторы, ведущие к появлению дефектов, многочисленны. Однако, несмотря на различия в видах продукции и типах технологических процессов, причины появления дефектных изделий универсальны.

Изменчивость – вот в чем причина. Что будет, если изготавливать изделия из материалов одинакового качества на одинаковых станках, с помощью одних и тех же методов и проверять эти изделия совершенно одинаковым образом? Вне зависимости от того, сколько изделий будет изготовлено, все они должны быть идентичными, пока идентичны упомянутые четыре условия, то есть либо все изделия будут соответствовать требованиям, либо нет. Если же никаких отклонений в перечисленных четырех условиях производства не будет, то все изделия должны быть «идентичными» – бездефектными.

Практически невозможно, чтобы все изделия оказались дефектными. Из всего объема выпуска только некоторые будут таковыми, в то время как остальные – доброкачественные. Иначе говоря, и те и другие изделия перемешиваются.

Почему же наряду с бездефектными изделиями изготавливаются дефектные? Причины этого заключаются в *изменениях материалов, наладки станков, приемов работы и методов проверки*. Если бы не было перечисленных изменений, все изделия были бы идентичными, а их качество оставалось бы неизменным.

Физические способности и мастерство рабочих также оказывают воздействие на изменение качества изделий. Есть высокие и низкие, худые и толстые, слабые и сильные люди, левши и люди, у которых лучше развита правая рука. Рабочие могут думать, что они работают одинаково, но есть индивидуальные отличия. Даже один и тот же человек работает по-разному в зависимости от своего самочувствия в каждый конкретный день, состояния и степени усталости. Иногда он допускает ошибки из-за невнимательности.

В процессе контроля тоже могут возникнуть изменения в качестве. Вариации в данных замеров могут явиться следствием неисправности измерительного инструмента или несовершенства метода измерения. В случае органолептического (сенсорного) контроля, например, при визуальном осмотре, изменения в качестве могут объясняться изменениями в критериях, которыми руководствуется контролер. Изменения в контроле не имеют прямого отношения к изменениям в качестве самого продукта, но они влияют на решения относительно годности продукта: признается он качественным или дефектным.

Рассматривая проблему подобным образом, видим, что в процессе изготовления изделия существует множество факторов, оказывающих влияние на

его показатели качества. Оценивая производственный процесс с точки зрения изменения качества, мы можем рассматривать его как *некую совокупность причин изменчивости*. Эти причины и объясняют изменения в показателях качества изделий, разделяя их на *дефектные* и *бездефектные*.

Изделие считается бездефектным, если его показатели качества соответствует определенному стандарту, в противном случае изделие классифицируется как дефектное. Более того, даже дефектные изделия отличаются друг от друга в сопоставлении со стандартом. Это означает, что нет «абсолютно одинаковых» изделий.

Изменчивость – причина выпуска дефектных изделий. Если попытаться ее уменьшить, их число, несомненно, сократится. Это – простой и здравый принцип, одинаково правильный вне зависимости от видов изделий или типов технологических процессов.

2. Диагноз процессов.

Причины изменений качества бесчисленны и их воздействие различно. Некоторые из них сильно влияют на изменение качества, в то время как другие, теоретически считающиеся важными, на самом деле не оказывают существенного воздействия, если должным образом контролируются.

Все бесчисленные возможные причины делятся на две группы. К первой относится небольшое число причин, которые оказывают существенное воздействие (их именуют *«немногочисленные существенно важные»*). Вторую группу составляет большое число причин, оказывающих, тем не менее, незначительное воздействие (их называют *«многочисленные несущественные»*). Обычно факторов, вызывающих дефекты, не так уж много. Этот принцип, именуемый *принципом Парето*, применим во многих случаях.

Используя указанный принцип изменчивости вместе с принципом Парето, можно значительно проще решить проблему сокращения числа дефектных изделий. В первую очередь следует найти существенно важные причины, вызывающие появление дефектных изделий и, после того как они будут четко выявлены, устранить их. «В нашем процессе столь много причин дефектности, что на них практически невозможно воздействовать». Такого рода заявление можно часто услышать от людей, связанных с процессами, ведущими к появлению дефектных изделий. В любом процессе есть много причин, воздействующих на изменение качества, и вовсе не в одном конкретном процессе сосредоточено чрезвычайно большое число таких причин. Существует большая разница между «мнимыми» причинами, якобы вызывающими дефекты, и реальными «виновниками» – причинами, действительно ведущими к выпуску дефектной продукции.

Процедура поиска причин появления дефектных изделий среди многочисленных факторов называется диагнозом процесса. Чтобы сократить число некачественных изделий, нужно в первую очередь поставить правильный «диагноз», то есть найти истинные причины дефектов. Если диагностика неверна, нельзя

уменьшить число дефектных изделий. Это все равно, что дать лекарство больному, у которого приступ аппендицита. Лекарство не вылечит больного, оно лишь на время притупит боль, но затем болезнь проявится в еще худшей форме.

Как же поставить правильный диагноз? Существует много методов. Некоторые полагаются на интуицию, другие опираются на прошлый опыт, третьи прибегают к статистическому анализу данных. Можно также проводить экспериментальные исследования. Метод интуиции используется весьма часто, потому что в этом случае решение можно принять довольно быстро. Действительно, к интуиции эксперимента надо относиться с уважением, поскольку проявляется нечто, выходящее за рамки способностей обыкновенного человека. Ход, который интуитивно делает гроссмейстер, оказывается лучше хода, который сделают сотни любителей. Совет и интуиция специалистов и экспертов заслуживают большого уважения. Однако сложность проблемы сокращения числа дефектов в том, что не всегда ясно, кто же истинный эксперт. В случае с шахматами на совет экспертов можно полностью положиться, поскольку сильный или слабый игрок выявляется в реальных матчах, и чемпионами становятся те, кто регулярно выигрывают в напряженных состязаниях. В случае же с диагностикой процессов даже лучший «врач» не всегда оказывается таковым, и может статься, что именно он «обрек многих пациентов на смерть». Более того, в период бурного прогресса трудно остаться экспертом в решении всех проблем, сам характер которых постоянно меняется. Проблемы, ведущие к появлению дефектных изделий, часто возникают там, где отсутствует предыдущий опыт. Однако для устранения дефектных изделий важен не столько годами накопленный опыт, сколько сильная воля к их снижению и желание объективно анализировать реальную ситуацию. Взгляд на вещи сквозь призму статистики и статистические методы – наиболее эффективные средства объективного наблюдения.

Применение статистических методов – весьма действенный путь разработки новой технологии и контроля качества производственных процессов. Многие ведущие фирмы стремятся к их активному использованию, и некоторые из них тратят более ста часов ежегодно на обучение этим методам, осуществляемое в рамках самой фирмы. Хотя знание статистических методов – часть образования менеджера, само знание еще не означает умения применить его. Способность рассматривать события с точки зрения статистики важнее, чем знание самих методов. Кроме того, надо уметь честно признавать недостатки и возникшие изменения и собирать соответствующую информацию. В заключение хотелось подчеркнуть, что *важно не столько знание самих статистических методов, сколько сознательное желание их использовать.*

Семь простых методов статистического контроля качества

Статистические методы являются тем средством, которое необходимо изучать, чтобы внедрить системы управления качеством. Они представляют одну из наиболее важных составляющих комплексной системы Всеобщего Управления Качеством (TQM).

Один из базовых принципов системы управления качеством (TQM) состоит в принятии решений на основе фактов. Главные причины трудностей, возникающих при управлении качеством, – ложные представления и ошибочные действия. Чтобы различить, что ложно, а что ошибочно, нужно организовать процесс поиска фактов, т.е. собрать статистический материал. Наиболее полно это решается методом моделирования как производственных, так и управленческих процессов, инструментами математической статистики. Однако современные статистические методы довольно сложны для восприятия и широкого практического использования без углубленной математической подготовки всех участников процесса. В 1979 г. Союз японских ученых и инженеров (JUSE) собрал воедино семь достаточно простых в использовании методов анализа процессов. Их заслуга состоит в том, что они обеспечили простоту, наглядность, визуализацию этих методов, превратив их фактически в эффективные инструменты контроля качества. Их можно понять и эффективно использовать без специальной математической подготовки.

При всей своей простоте они сохраняют связь со статистикой и дают профессионалам возможность пользоваться их результатами, а при необходимости – совершенствовать их. Эти семь методов можно рассматривать и как отдельные инструменты, и как систему методов повышения качества (разную в различных обстоятельствах). Последовательность применения семи методов может быть различной в зависимости от цели, которая поставлена перед системой. Точно так же применяемая система не обязательно должна включать все семь методов. Их может быть меньше, а может быть и больше, ибо существуют и другие статистические методы, например, методы оценки качества. Уникальность предлагаемых семи инструментов контроля качества состоит в том, что они являются необходимыми и достаточными статистическими методами, применение которых помогает решить 95 % всех проблем, возникающих на производстве.

Внедрение семи инструментов контроля качества начинается с обучения этим методам всех участников процесса. Обучаются не только инженеры и рабочие, но и бизнесмены. Статистическое мышление необходимо для каждого участника процесса, а для этого необходимо знать статистические методы. Каждый служащий компании или организации, используя статистические методы для анализа и контроля процессов, тем самым способствуют повышению качества, эффективности производства и снижению затрат.

Говоря о семи простых статистических методах контроля качества, следует подчеркнуть, что это *инструменты познания, а не инструменты управления*. Основное их назначение – контроль протекающего процесса и предоставление участнику процесса фактов для корректировки и улучшения процесса. Знание и применение на практике семи инструментов контроля качества лежат в основе одного из важнейших требований TQM – постоянного обеспечения качества (самоконтроля). Статистические методы повышения качества в настоящее время применяются не только в производстве, но и в планировании, проектировании, маркетинге, материально-техническом снабжении и т.д.

В управлении качеством статистический контроль должен дополняться применением знаний естественных законов не только для понимания объектов исследования, но и для выработки мероприятий по повышению качества.

Применение статистических методов – весьма действенный путь разработки новых технологий и контроля качества процессов. Многие ведущие фирмы стремятся к их активному использованию, а некоторые из них тратят более ста часов ежегодно на обучение этим методам своих сотрудников, осуществляемое в рамках самой фирмы. Хотя знание статистических методов – часть нормального образования специалиста, само знание еще не означает умения применить его. Способность рассматривать события с точки зрения статистики важнее, чем знание самих методов.

«Семь инструментов» контроля качеством

«Принятие решений на основе фактов» – одно из основных требований управления качеством. А это значит, что ***все принимаемые решения*** должны основываться только на фактах, а не на интуиции или личном опыте специалиста, принимающего решение. Наиболее полно достичь этого можно методом моделирования процессов, как производственных, так и управленческих, а также инструментами математической статистики. Однако, современные статистические методы довольно сложны для восприятия и широкого практического использования без углубленной математической подготовки всех участников процесса. Международный опыт в области управления качеством позволил специалистам разработать и собрать воедино семь достаточно простых в использовании наглядных методов анализа процессов. Эти семь простых методов называют *«семь инструментов качества»*, которые включают в себя:

- 1) контрольные листки;
- 2) диаграмма Парето;
- 3) причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы);
- 4) гистограммы;
- 5) диаграммы разброса;
- 6) метод расслоения (стратификация);

7) контрольные карты.

1. Контрольные листки

Контрольные листки (рис. 1.3) могут применяться как при контроле по качественным, так и при контроле по количественным признакам.

Наименование Документа		Контрольный листок по видам дефектов	
Предприятие: XXX	Изделие: _____	Кол-во Деталей _____	
Цех: _____	Операция: _____		
Участок: _____	Контролер: _____		
Типы дефектов	Данные контроля	ИТОГО	
Деформации	|||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| ||	47	
Царапины	|||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| ||	42	
Трещины	|||| |||| |||| |||| ||||	24	
Раковины	|||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| ||	38	
Пятна	|||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| ||	53	
Разрыв	|||| ||	7	
Прочие	|||| |||| ||	12	
ИТОГО			

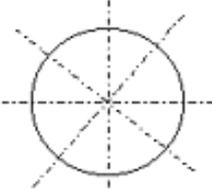
Наименование Документа		Контрольный листок по месту расположения дефектов	
Предприятие: XXX	Изделие: _____	Кол-во Деталей _____	
Цех: _____	Операция: _____		
Участок: _____	Контролер: _____		
			
Типы дефектов	Данные контроля	ИТОГО	
Деформации	|||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| ||	47	
Царапины	|||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| ||	42	
Трещины	|||| |||| |||| |||| ||||	24	
Раковины	|||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| ||	38	
Пятна	|||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| ||	53	
Разрыв	|||| ||	7	
Прочие	|||| |||| ||	12	
ИТОГО			

Рис. 1.3. Пример контрольного листка

2. Анализ Парето.

Анализ Парето получил свое название по имени итальянского экономиста Вильфредо Парето.

Как универсальный принцип предложен Джозефом Джураном, который в своей публикации сослался на частную закономерность, выявленную итальянским

экономистом и социологом Вильфредо Парето в 1897 году. Идею принципа Парето Джуран изложил в первом издании своего справочника по качеству в 1951 году. Впоследствии в статье «Mea culpa» Джуран рассказал, как он пришел к этой идее, и почему возникло название «принцип Парето», хотя сам Парето никакого принципа не предлагал. В. Парето исследовал конкретные кумулятивные зависимости распределения доходов населения в Италии, которые графически описываются кривой Лоренца, поскольку именно такая зависимость была предложена американским экономистом Максом Отто Лоренцем в 1905 году. По сути, принцип Парето отражает неравномерность распределения причин и следствий в природе. Другим известным показателем степени неравномерности кумулятивного распределения является коэффициент Джини, предложенный итальянским экономистом и социологом Коррадо Джини в 1912 г.

Правило Парето – «универсальный» принцип, который применим во множестве ситуаций, и без сомнения – в решении проблем качества. Джозеф Джуран отметил «универсальное» применение принципа Парето к любой группе причин, вызывающих то или иное последствие, причем большая часть последствий (80 %) вызвана малым количеством причин (20 %). Анализ Парето ранжирует отдельные области по значимости или важности и призывает выявить и в первую очередь устранить те причины, которые вызывают наибольшее количество проблем (несоответствий). Анализ Парето как правило иллюстрируется диаграммой Парето (рис. 1.4–1.5), на которой по оси абсцисс отложены причины возникновения проблем качества в порядке убывания вызванных ими проблем, а по оси ординат – в количественном выражении сами проблемы, причем как в численном, так и в накопленном (кумулятивном) процентном выражении. На диаграмме отчетливо видна область принятия первоочередных мер, очерчивающая те причины, которые вызывают наибольшее количество ошибок. Таким образом, в первую очередь, предупредительные мероприятия должны быть направлены на решение проблем именно этих проблем.

Соблюдение принципа 80/20 очень часто встречается в самых разных областях. Например, в том, что 20 % людей обладают 80 % капитала, или 80 % пользователей посещают 20 % сайтов, 20 % покупателей или клиентов (постоянных) приносят 80 % прибыли. Но следует учитывать, что в этих утверждениях фундаментальными являются не приведенные числовые значения, а сам факт их существенного различия.

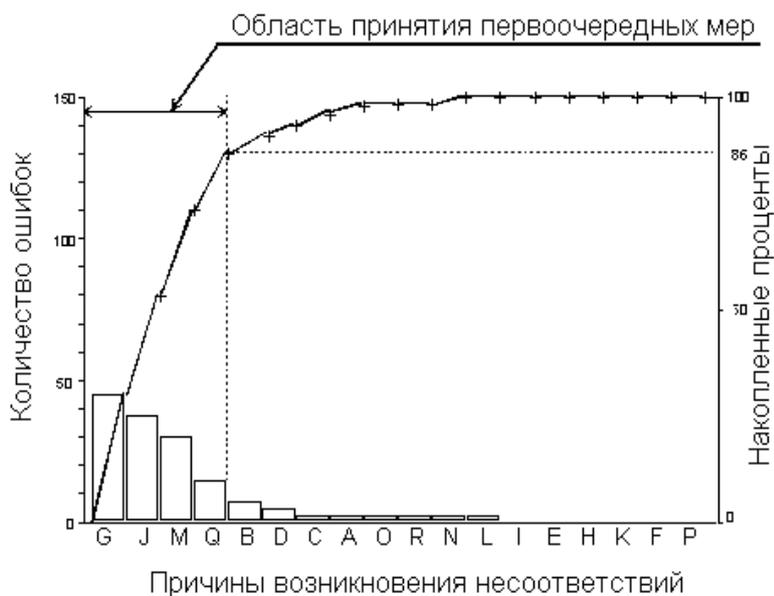


Рис. 1.4. Пример диаграммы Парето

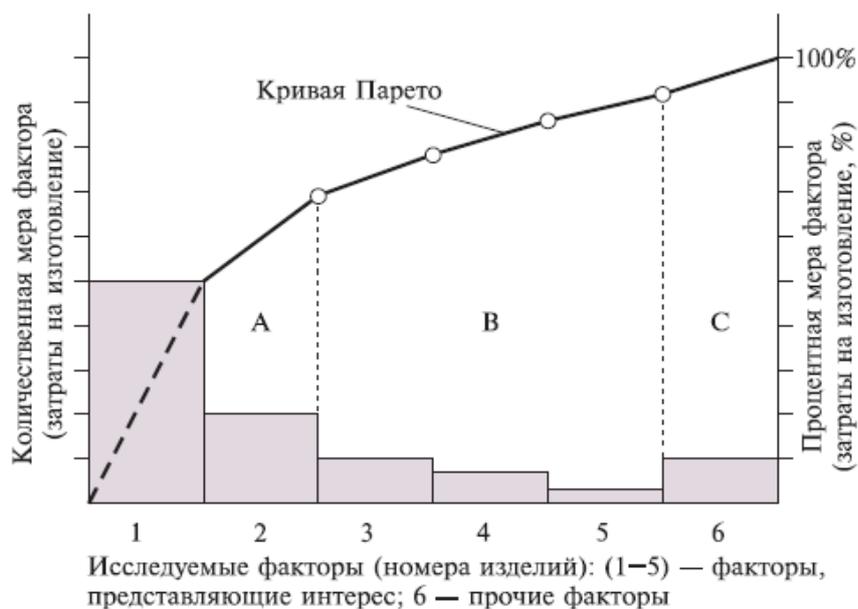


Рис. 1.5. Диаграмма Парето

3. Гистограммы

Гистограммы – способ графического представления табличных данных, один из вариантов столбчатой диаграммы, отображающий зависимость частоты попадания параметров качества изделия или процесса в определенный интервал значений от этих значений (рис. 1.6).

Количественные соотношения некоторого показателя представлены в виде прямоугольников, площади которых пропорциональны. Чаще всего для удобства восприятия ширину прямоугольников берут одинаковую, при этом их высота определяет соотношения отображаемого параметра.

В статистике гистограмма – геометрическое изображение эмпирической функции плотности вероятности некоторой случайной величины, построенное по выборке.

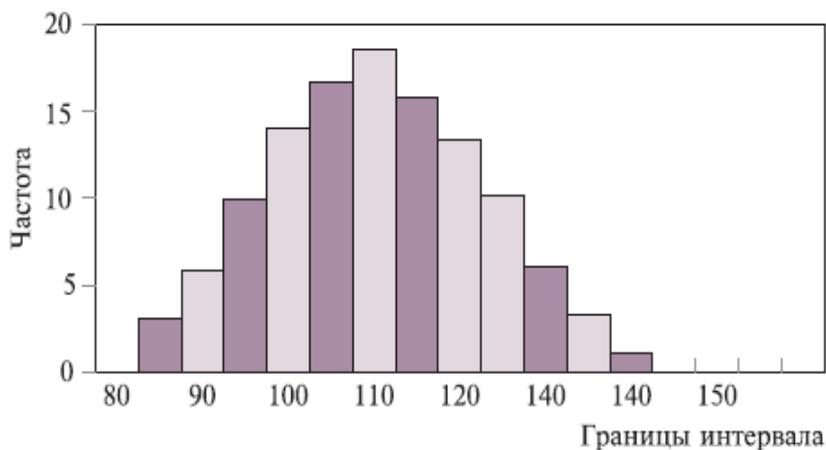


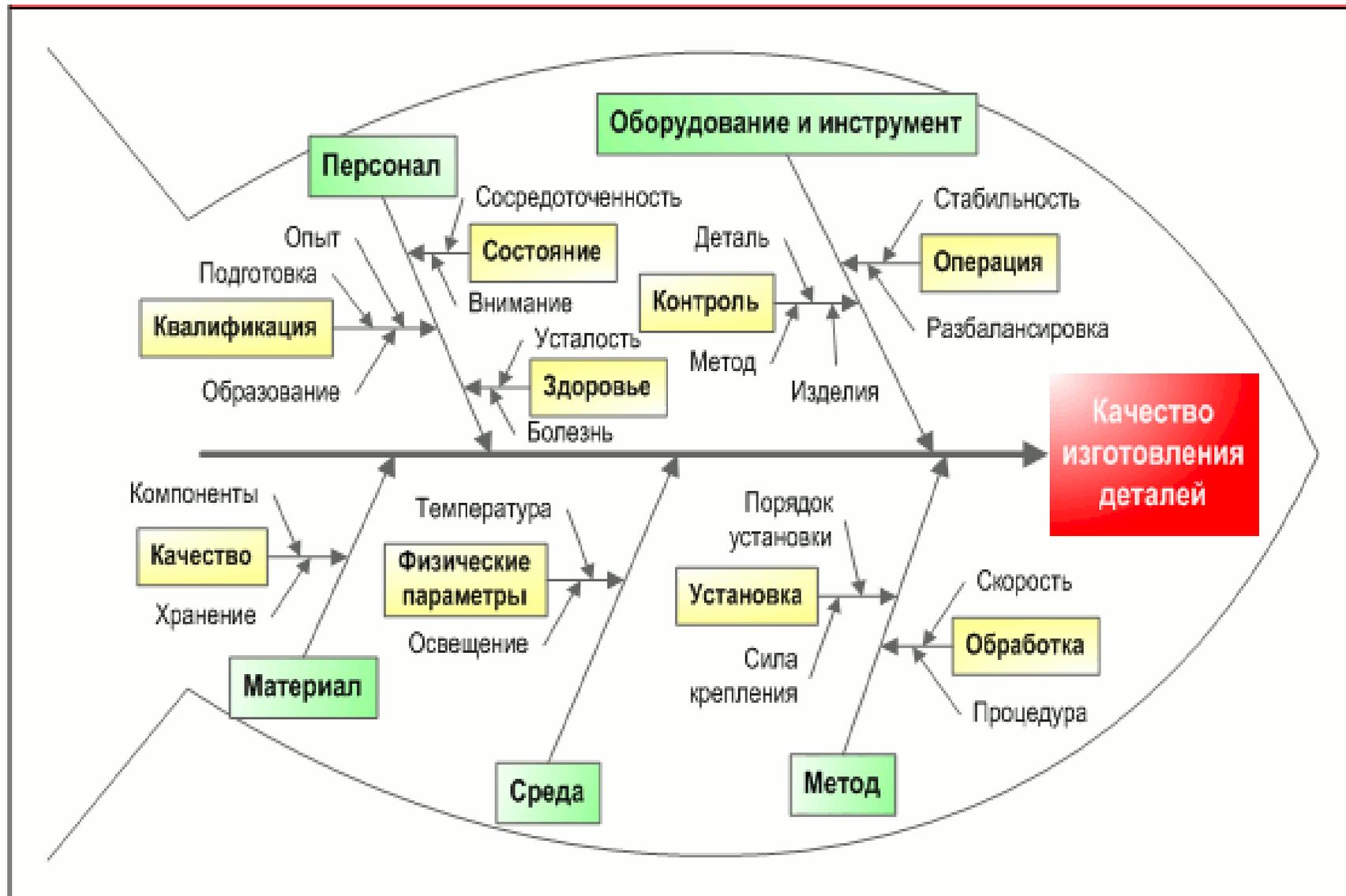
Рис. 1.6. Пример гистограммы

4. Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы).

Диаграмма Исикавы или причинно-следственная диаграмма (иногда ее называют диаграмма «рыбья кость») применяется с целью графического отображения взаимосвязи между решаемой проблемой и причинами, влияющими на ее возникновение. Данный инструмент используют совместно с методом «мозгового штурма», т.к. он позволяет быстро отсортировать по ключевым категориям причины проблем, найденных с помощью мозгового штурма.

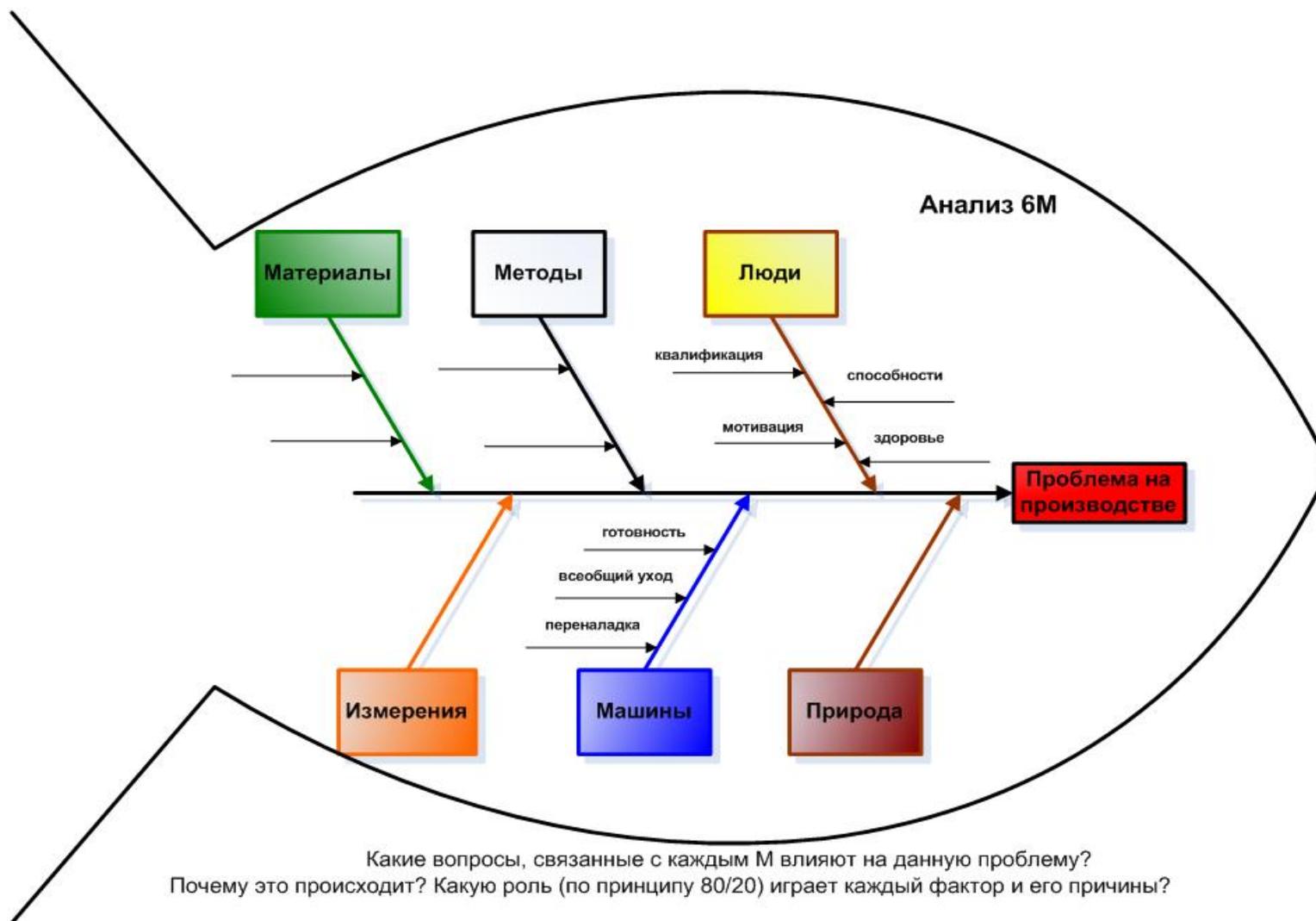
Диаграмма Исикавы дает возможность выявить ключевые параметры процессов, влияющие на характеристики изделий, установить причины проблем процесса или факторы, влияющие на возникновение дефекта в изделии. В том случае, когда над решением проблемы работает группа специалистов, причинно-следственная диаграмма помогает группе достичь общего понимания проблемы. Также, с помощью диаграммы Исикавы можно понять, каких данных, сведений или знаний о проблеме недостает для ее решения и тем самым сократить область принятия необоснованных решений. Когда строится диаграмма Исикавы, причины проблем распределяют по ключевым категориям (например, 5 ключевых категорий или диаграмма «5М»). Количество категорий при построении диаграммы можно уменьшать в зависимости от рассматриваемой проблемы. Диаграмма с максимальным количеством категорий называется диаграмма типа «6М».

Диаграмма типа «5М» рассматривает такие компоненты качества, как «человек» (*man*), «машина» (*machine*), «материал» (*material*), «метод» (*method*), «контроль, управление» (*management*), а в диаграмме типа «6М» (рис. 1.7) к ним добавляется компонент «среда» (*milieu*).



a)

Рис. 1.7. Примеры причинно-следственной диаграммы



б)

Рис. 1.7. Примеры причинно-следственной диаграммы (окончание):
а) диаграмма Исикавы проблемы «Качество изготовления деталей диаграмма типа «6М»

Применительно к решаемой задаче квалитетического анализа, для компоненты «человек» необходимо определить факторы, связанные с удобством и безопасностью выполнения операций; для компоненты «машина» – взаимоотношения элементов конструкции анализируемого изделия между собой, связанные с выполнением данной операции; для компоненты «метод» – факторы, связанные с производительностью и точностью выполняемой операции; для компоненты «материал» – факторы, связанные с отсутствием изменений свойств материалов изделия в процессе выполнения данной операции; для компоненты «контроль» – факторы, связанные с достоверным распознаванием ошибки процесса выполнения операции; для компоненты «среда» – факторы, связанные с воздействием среды на изделие и изделия на среду.

5. Диаграммы разброса

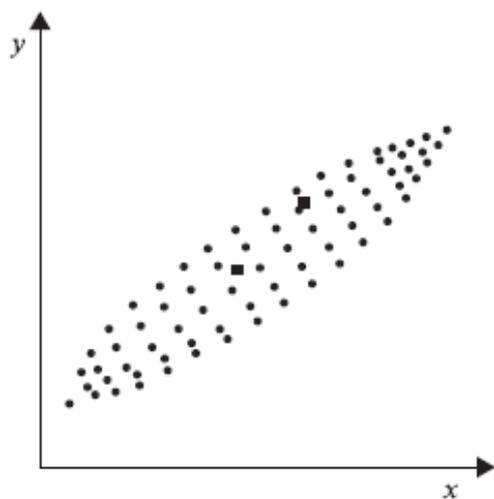
Диаграмма разброса – инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи между парами соответствующих переменных. Эти две переменные могут относиться к:

- характеристике качества и влияющему на нее фактору;
- двум различным характеристикам качества;
- двум факторам, влияющим на одну характеристику качества.

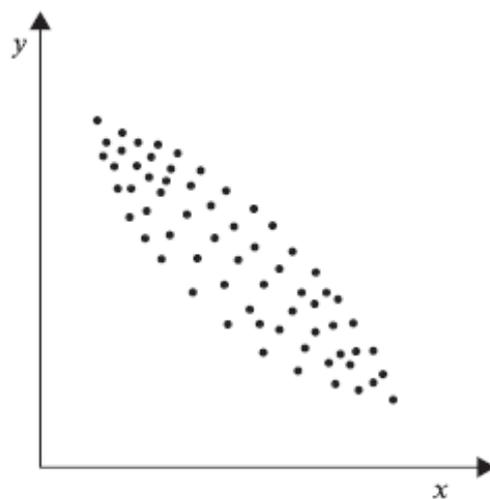
При наличии корреляционной зависимости между двумя факторами значительно облегчается контроль процесса с технологической, временной и экономической точек зрения.

Диаграмма разброса в процессе контроля качества используется также для выявления причинно-следственных связей показателей качества и влияющих факторов.

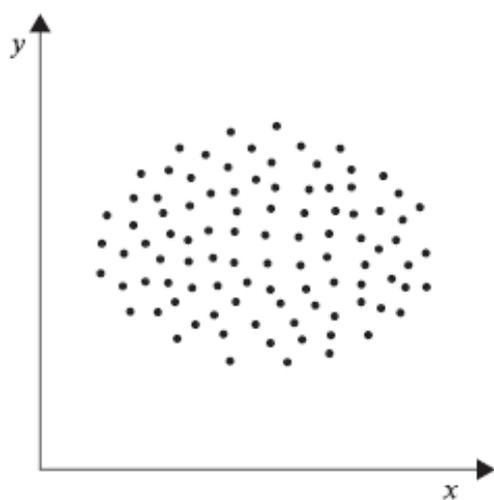
Диаграмма разброса – это точечная диаграмма в виде графика, получаемого путем нанесения в определенном масштабе экспериментальных, полученных в результате наблюдений точек (см. рис. 1.8). Координаты точек на графике соответствуют значениям рассматриваемой величины и влияющего на него фактора. Расположение точек показывает наличие и характер связи между двумя переменными (например, скорость и расход бензина, или выработанные часы и выход продукции).



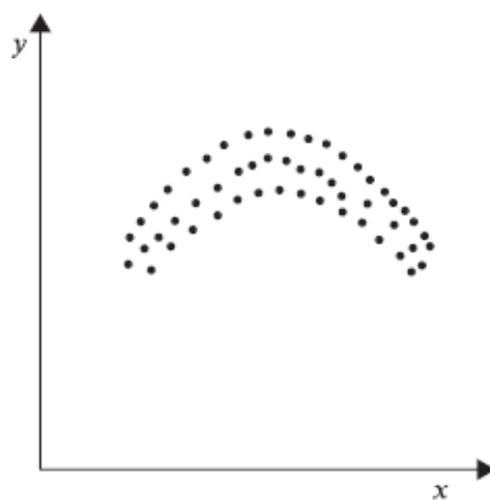
а. Прямая корреляция



б. Отрицательная корреляция



в. Отсутствие корреляции



г. Криволинейная корреляция

Рис. 1.8. Примеры диаграмм разброса (рассеяния)

По полученным экспериментальным точкам могут быть определены и числовые характеристики связи между рассматриваемыми случайными величинами: коэффициент корреляции и коэффициенты регрессии.

6. Стратификация

В основном, стратификация – процесс сортировки данных согласно некоторым критериям или переменным, результаты сортировки часто показываются в виде диаграмм и графиков (рис. 1.9).

Можно классифицировать массив данных в различные группы (или категории) с общими характеристиками, называемыми переменной стратификации. Важно установить, которые переменные будут использоваться для сортировки. Стратификация – основа для других инструментов, таких как анализ Парето или диаграммы рассеивания. Такое сочетание инструментов делает их более мощными. На рис. 7 приведен пример анализа источника возникновения дефектов. Все дефекты (100 %) были классифицированы на четыре категории: по поставщикам, по операторам, по смене и по оборудованию. Из анализа представленных данных наглядно видно, что наибольший вклад в наличие дефектов вносит в данном случае «поставщик 2».

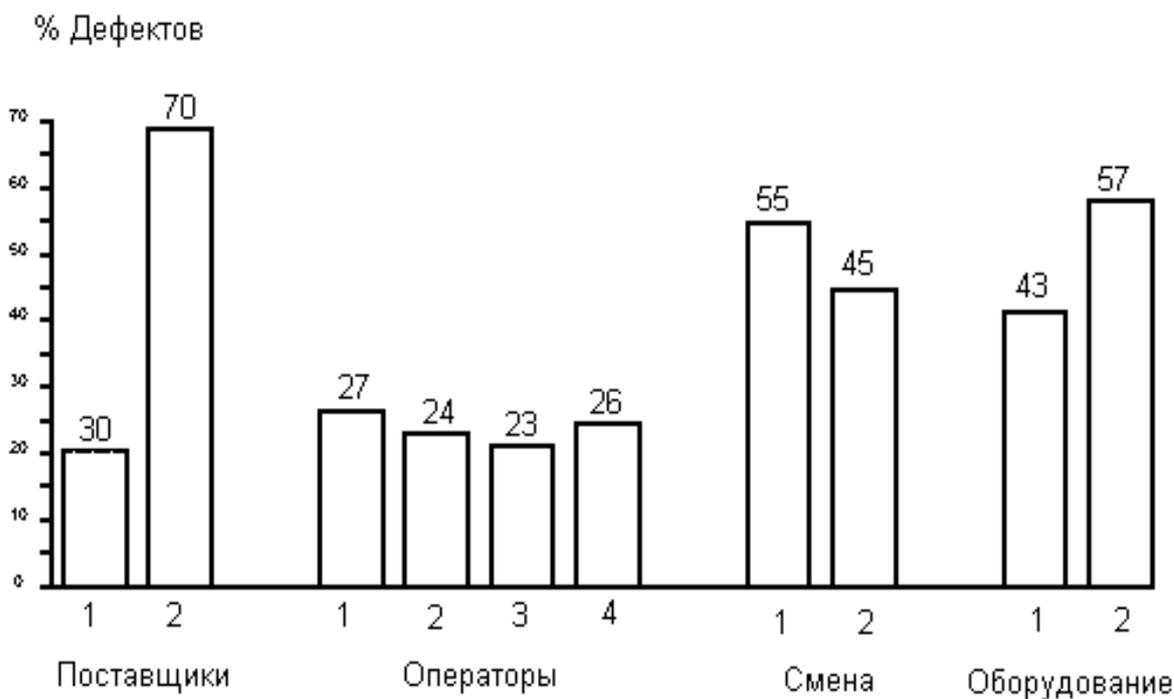


Рис. 1.9. Стратификация данных

7. Контрольные карты

Контрольные карты – специальный вид диаграммы, впервые предложенный У.Э. Шухартом в 1925 г. Контрольные карты имеют вид, представленный на рис. 1.10. Эти карты отображают характер изменения показателя качества во времени.

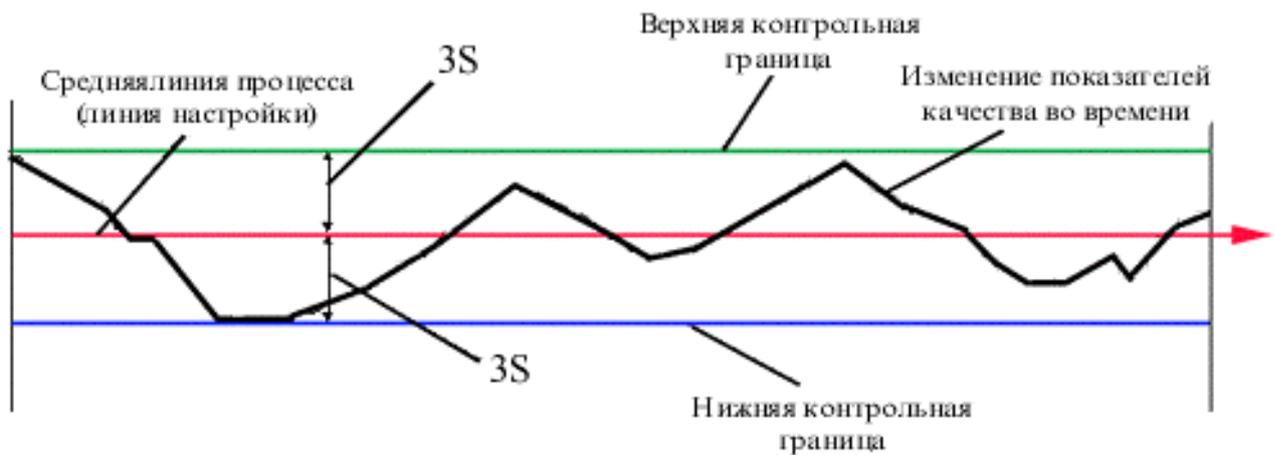


Рис. 1.10. Общий вид контрольной карты

Контрольные карты по количественным признакам

Контрольные карты по количественным признакам – это, как правило, сдвоенные карты, одна из которых изображает изменение среднего значения процесса, а другая – разброса процесса. Разброс может вычисляться или на основе размаха процесса R (разницы между наибольшим и наименьшим значением), или на основе среднеквадратического отклонения процесса S . В настоящее время обычно используются $\bar{x} - S$ карты, $\bar{x} - R$ карты используются реже.

Контрольные карты по качественным признакам

Карта для доли дефектных изделий (p – карта). В p – карте подсчитывается доля дефектных изделий в выборке. Она применяется, когда объем выборки переменный.

Карта для числа дефектных изделий (np – карта). В np – карте подсчитывается число дефектных изделий в выборке. Она применяется, когда объем выборки постоянный.

Карта для числа дефектов в выборке (c – карта). В c – карте подсчитывается число дефектов в выборке.

Карта для числа дефектов на одно изделие (u – карта). В u – карте подсчитывается число дефектов на одно изделие в выборке.

Пример бланка контрольной карты представлен на рис. 1.11.

ЛАНИТ	КОНТРОЛЬНАЯ КАРТА ПО КАЧЕСТВЕННЫМ ПРИЗНАКАМ										р, пр, с/и	Изделие _____ Деталь _____ Операция _____ Станок _____										Работник, рабочее место, Лист №				Сумма по дефекту	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	№
Вид дефекта																											
ИТОГО дефектов																											
Объем выборки																											
Дефектность, %																											
пр																											
р																											
с																											
и																											
Дата																										Проверил	
Время																										Утвердил	

Рис. 1.11. Бланк контрольной карты

Контрольные вопросы

1. Что такое «методы и инструменты менеджмента качества» и какие из них Вы можете назвать?
2. Каковы области применения статистических методов в управлении качеством продукции?
3. Охарактеризуйте роль статистических методов в управлении качеством.
4. Перечислите 3 категории статистических методов по степени сложности их реализации.
5. Назовите и дайте характеристику семи простым методам статистического контроля качества.
6. Что такое контрольный листок и для чего он предназначен?
7. Какие виды контрольных листков вы знаете?
8. Что такое диаграмма Парето и почему она так называется?
9. Охарактеризуйте цели и задачи применения диаграммы Парето. Сформулируйте свои рекомендации по ее использованию.
10. Что такое гистограмма и для чего она применяется? Проанализируйте значение гистограмм при оценке и анализе качества процессов.
11. Расскажите о том, как графически изображается причинно-следственная диаграмма?
12. Какие компоненты описывает диаграмма Исикавы?
13. Что такое диаграмма разброса (рассеивания) и с какой целью она применяется в менеджменте качества?
14. Что такое контрольные карты и для чего они могут быть использованы?
15. Перечислите основные виды контрольных карт.

1.2. «Новые» инструменты менеджмента качества

С целью решения проблем управления качеством при анализе различного рода фактов, представленных преимущественно не в численной, а в какой-либо другой форме, например, в виде словесных (устных) описаний, применяются так называемые «новые» инструменты менеджмента качества, описание которых представлено ниже.

Сбор исходных данных для этих инструментов менеджмента качества обычно осуществляют с применением так называемых «мозговых атак». После проведения «мозговой атаки» собранные данные анализируют, группируют и на основе их использования составляют различные диаграммы, которые рассмотрены ниже.

Отметим, что диаграмма Исикавы предназначена для работы не с числовой, а с вербальной информацией. По этому признаку она также должна быть отнесена к группе «новых» методов и инструментов. Однако в связи с тем, что

этот инструмент традиционно рассматривается в составе семи японских простых инструментов контроля и управления качеством, причинно-следственная диаграмма Исикавы была обсуждена выше (см. раздел 1.1)

«Новые» инструменты наиболее успешно могут быть использованы в рамках групповой работы в командах, создаваемых в организациях для поиска и выработки решения проблем качества.

Рассмотрим «новые» инструменты подробнее.

«Мозговой штурм»

Метод мозгового штурма появился в Соединенных Штатах Америки в конце 30-х годов XX века. В это время совладелец крупной рекламной фирмы Алекс Ф. Осборн начал практиковать среди своих сотрудников новый подход к поиску идей. Метод окончательно оформился и стал известен широкому кругу специалистов с выходом книги А. Осборна «Управляемое воображение: принципы и процедуры творческого мышления» в 1953 году.

Как правило, проблемы формулируются специалистами на профессиональном языке, на базе глубокого знания происходящего. Досконально разобраться в такой проблеме, чтобы полноценно включиться в ее обсуждение, непросто. Поэтому часто идеи новичков повторяют ранее пройденные и уже отвергнутые варианты. И еще идеи высказываются непрофессионалами без соблюдения профессиональной терминологии, часто в некорректной, нестрогой форме. Все это приводит к негативной реакции профессионалов, ревнивому отношению специалистов к посторонним, некомпетентным в данном вопросе людям.

Важнейшим элементом метода, предложенного Осборном, является снятие этого ограничения. *«Почему бы не разделить каждую проблему таким образом, чтобы одна часть опытных экспертов позаботилась об изыскании фактов о юридическом суждении, тогда как творческие консультанты сосредоточились бы только на выдвижении одной идеи за другой»*, – писал А. Осборн.

В разделении процесса поиска идеи на два этапа и в подборе людей для выполнения каждого этапа и состоит основа предложенного метода. На первом этапе, в свободной творческой обстановке, выдвигаются идеи, а на втором этапе – они критические осмысливаются.

А. Осборн в качестве названия разработанного им метода предложил словосочетание *«brain-storming»*. В настоящее время наиболее распространенным переводом данного названия является *«мозговой штурм»*. Распространены также варианты перевода: «мозговая атака» и «конференция идей».

«Мозговой штурм» проводится по следующим правилам:

1. Организатор создает группу из 5–9 человек, знакомых с той областью деятельности, где возникла проблема. Наряду со специалистами, глубоко знающими проблему, в группу должны входить и специалисты из смежных (близких) областей.

2. Четко формулируется и записывается задача. При необходимости она разбивается на подзадачи. Разрешается использование специальных вопросов: почему это необходимо, где должно быть сделано, кто должен сделать, что конкретно и как должно быть сделано и т.д.

3. Группа делится на генераторов идей – людей, обладающих богатым творческим воображением и фантазией, и экспертов – людей с аналитическим складом мышления, квалифицированных специалистов. Эксперты не принимают участие в поиске решений, они их оценивают.

4. При выдвижении идей запрещена критика в любом виде (словом, мимикой, жестом), наоборот, поощряются шутки, каламбуры, свободная непринужденная форма изложения. Задача – за отведенное для обсуждения время в быстром темпе получить максимальное количество идей. Идеи высказываются без доказательств. По возможности члены группы развивают и дополняют идеи, высказанные другими участниками.

5. Все идеи фиксируются.

6. Руководит «мозговым штурмом» ведущий – специалист, имеющий опыт проведения научных дискуссий и постановки проблем.

7. Процесс выдвижения идей продолжается до тех пор, пока не прекратится их поток.

8. Все высказанные идеи обсуждаются и рассматриваются для уточнения их формулировок, правильности включения в конкретную группу причин и формирования результатов работы, например, диаграммы Исикавы типа «рыбий скелет».

Один из вариантов методики «мозгового штурма» хорошо знаком нам благодаря известной телевизионной передаче «Что? Где? Когда?».

Метод «мозгового штурма» широко используется при построении причинно-следственных диаграмм Исикавы и с другими статистическими, новыми и комплексными инструментами менеджмента качества (будут рассмотрены ниже).

Диаграмма сродства

Диаграмма сродства предназначена для группирования и упорядочивания большого количества качественных (не числовых) данных. Группирование происходит по принципу родственности информации, которая связана с определенной темой. Каждая группа данных представляет собой группу, выделенную по некоторому признаку, характерному только для этой группы.

Объединение информации в группы происходит в основном не за счет логической связи между этой информацией, а скорее за счет ассоциаций. Как правило, диаграмма сродства необходима для обработки результатов «мозгового штурма» или опросов и анкетирования.

Порядок создания диаграммы сродства:

1. Определение параметра исследования. В качестве предмета исследования могут выбираться несоответствия по процессу, часто возникающий брак в работе и т.п.

2. Сбор различных разрозненных данных по выбранному предмету исследования. В ходе выполнения этого шага важно обратить внимание на то, чтобы данные собирались «беспорядочно» – то есть без целенаправленного поиска по какому-либо узкому направлению.

3. Распределение данных по различным группам, имеющим общие характеристики или признаки.

4. Выделение общего признака или общей идеи, объединяющей все элементы группы. Если не удастся сформулировать общий признак, а количество элементов в группе достаточно велико, то группа разделяется на подгруппы, т.е. выполняется предыдущий шаг, но уже только с элементами выбранной группы.

5. Каждой группе данных присваивается название, которое отражает общий для группы признак.

6. Составление диаграммы сродства в итоговом варианте.

На рис. 1.12 приведен пример диаграммы сродства для решения проблемы «нарушение условий монтажа металлоконструкций».

В табл. 1.1 продемонстрирован другой способ предоставления диаграммы сродства – графический, в виде таблицы применительно к телефонному автоответчику, где предмет исследования – выявление требований, которые могут предъявить потребители к данному продукту.

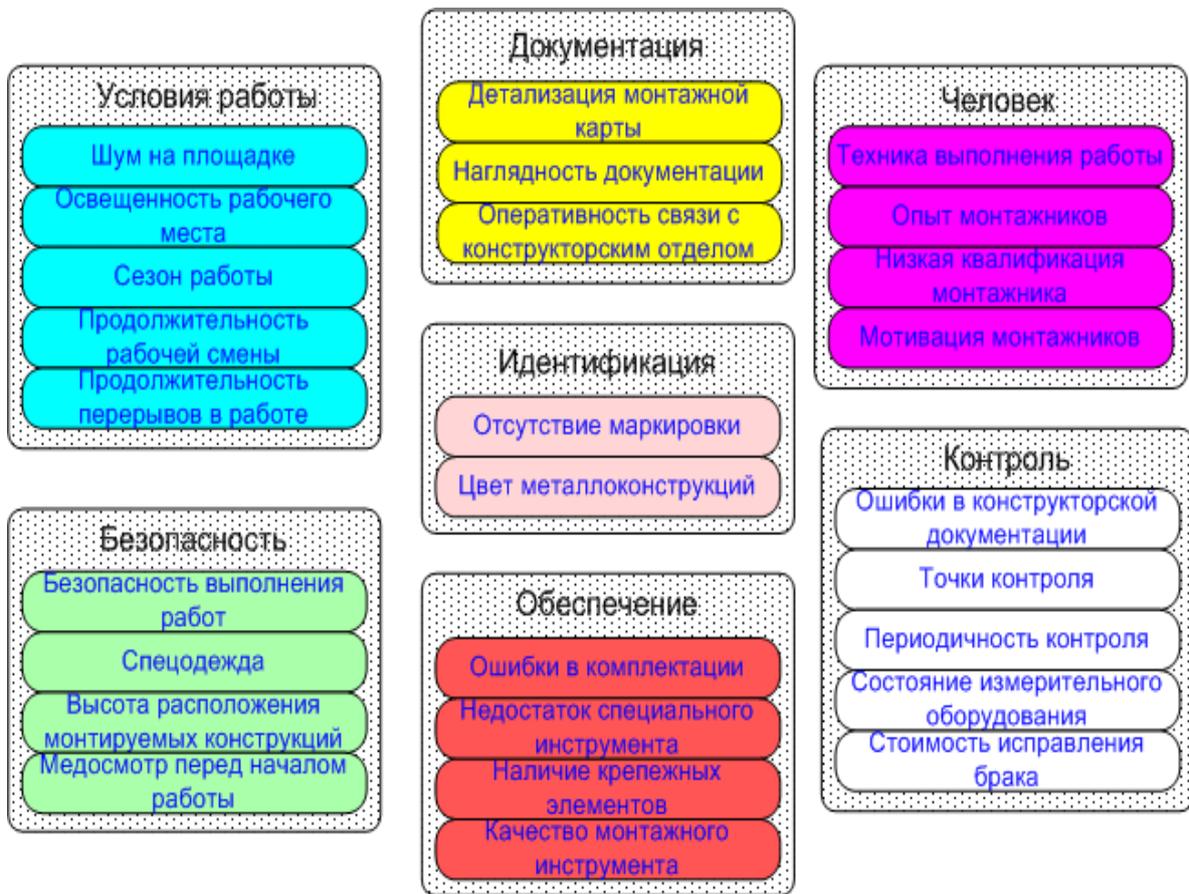


Рис. 1.12. Диаграмма средства для решения проблемы «нарушение условий монтажа металлоконструкций»

Таблица 1.1

Табличная форма представления диаграммы средства

Проблема, тема, предмет	Группы требований (или недостатков)	Идеи, мнения и интересы, собранные в процессе «мозгового штурма»
Какие требования потребители могут предъявить к автоответчику?	Входящие сообщения	отметка даты или времени
		сообщения переменной длины
		указывает количество сообщений
		не подсчитывает количество случаев «повешенной трубки»
	Конфиденциальность	секретный код доступа
		розетка
	Инструкции	ясные инструкции
		карточка быстрой справки
	Элементы управления	ясная маркировка
		легко использовать
		может работать от переносной телефонной трубки
	Стирание сообщений	стирание «избранных» сообщений
легко стереть сообщение		

Диаграмма связей

Диаграмма связей – инструмент, позволяющий выявить логические связи между основной идеей, проблемой и различными данными.

Задачей этого инструмента является установление соответствия основных причин нарушения процесса, выявленных, например, с помощью диаграммы сродства, тем проблемам, которые требуют решения. Вот почему есть некоторые сходства между диаграммой связей и диаграммой Исикавы. Различие в том, что в диаграмме Исикавы изначально заданы факторы, относительно которых рассматриваются причины возникновения проблемы. Эти факторы упорядочивают причины в логические последовательности. Когда составляется диаграмма связей, такие факторы отсутствуют.

Диаграмма связей является, главным образом, логическим инструментом, противопоставленным диаграмме сродства (или дополняющим диаграмму сродства).

Примеры ситуаций, когда диаграмма связей может быть полезной:

1) тема (предмет, проблема) настолько сложна, что связи между различными идеями не могут быть установлены с помощью обычных рассуждений;

2) временная последовательность, согласно которой делаются шаги, является решающей;

3) есть подозрение, что проблема, затронутая в процессе работы, – это всего лишь симптом более фундаментальной и пока незатронутой проблемы.

Порядок разработки диаграммы связей:

1. Определяется и формулируется основная проблема, по отношению к которой необходимо выявить причинно-следственную связь. Формулировать проблему следует ясно и четко, так, чтобы она была понятна всем участникам команды, и все участники были с ней согласны. Если для исследования берется результат применения другого инструмента качества (например, диаграммы сродства), то необходимо проверить, чтобы формулировки проблемы совпадали.

2. Собирается информация из различных источников. Этими источниками могут быть результаты предыдущей работы с диаграммой сродства, древовидной диаграммой или методом «мозгового штурма».

3. Предполагаемые причины исследуемой проблемы располагаются по кругу и один из элементов этого круга (любой) выбирается в качестве начальной точки для дальнейших действий. Этот элемент последовательно сопоставляется с каждым из элементов круга. При сопоставлении элементов команда решает, есть ли между элементами причинно-следственная связь и какова сила этой связи (слабая или сильная связь).

4. После того, как команда придет к согласию по наличию и виду связи между этими элементами, на диаграмме графически изображается связь (в виде стрелки) и указывается направление связи. Стрелка рисуется от «причины» к

«следствию». Сильные связи отражаются сплошной линией, слабые связи – пунктирной. На диаграмме не должно быть двунаправленных стрелок.

5. По завершении круга парного сопоставления одного элемента, переходят к следующему элементу и выполняют аналогичные парные сопоставления с этим элементом и т.д.

6. Возле каждого элемента указывают количество входящих и исходящих стрелок.

На рис.1.13 приведен пример диаграммы связей.

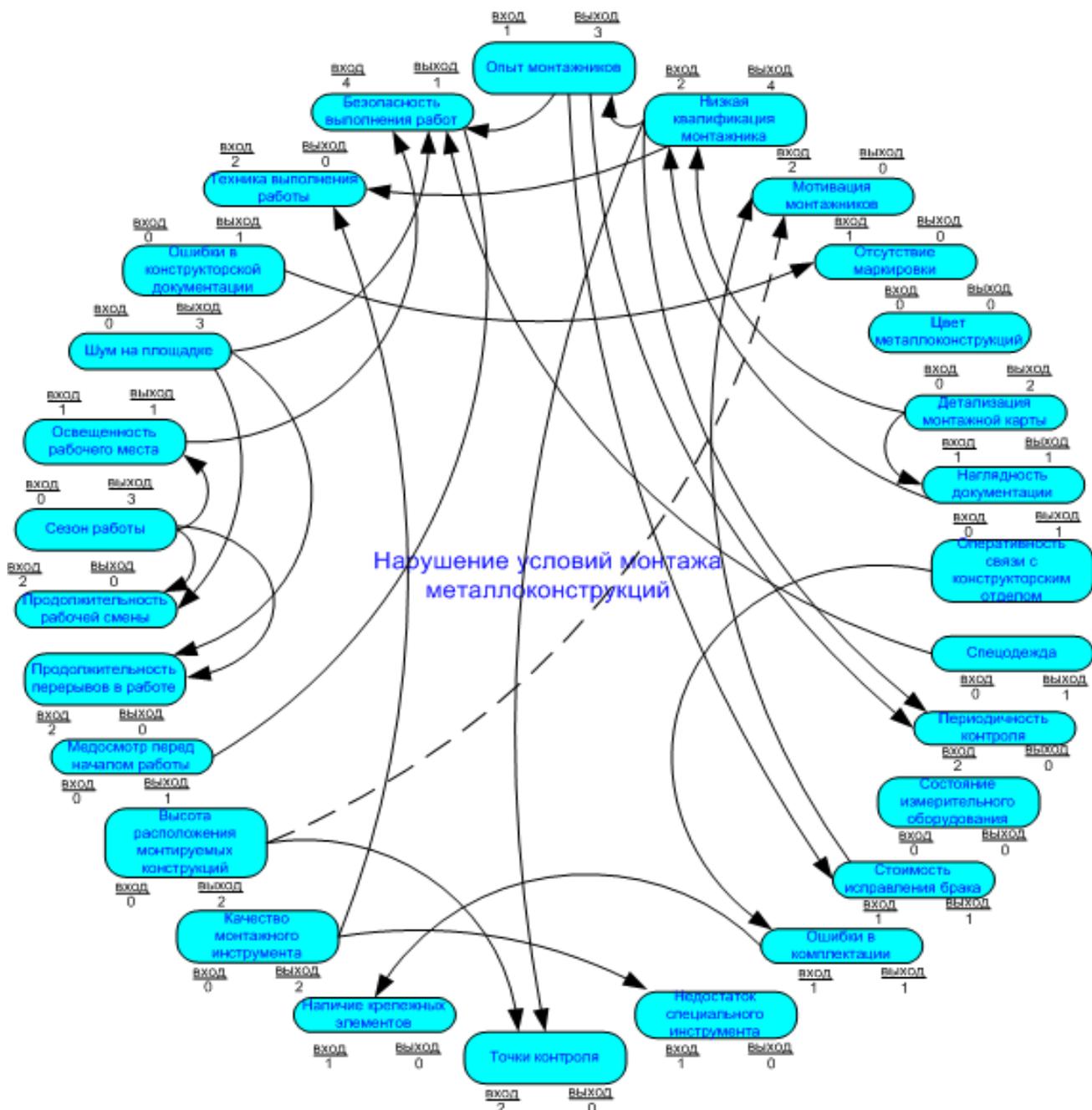


Рис. 1.13. Пример диаграммы связей

Диаграмма связей построена на основе результатов, полученных из диаграммы сродства (см. рис. 1.12). В качестве основной проблемы рассматривается «нарушение условий монтажа металлоконструкций». Для каждого из элементов определено количество входов и выходов. Отдельные элементы не имеют ни входящих, ни исходящих связей. Такая ситуация означает, что среди рассматриваемых элементов нет зависимых причин, либо следствий.

Диаграмма связей обеспечивает структурированный подход к анализу комплексных взаимодействий, что является ее сильной стороной. Слабой стороной является то, что приходится сильно полагаться на субъективные суждения о факторах взаимосвязи и, кроме того, она может быть слишком сложной или трудной для восприятия, если на ней отображается большое число элементов (как показано в примере).

Древовидная диаграмма

Древовидная диаграмма (систематическая диаграмма, дерево решений) – инструмент, который позволяет систематически рассматривать предмет (проблему) в виде составляющих элементов (причин) и показывать логические и являющиеся следствием или продолжением связи между этими элементами (причинами).

Применяется древовидная диаграмма когда необходимо определить и упорядочить все потенциальные причины рассматриваемой проблемы, систематизировать результаты «мозгового штурма» в виде иерархически выстроенного логического списка, провести анализ причин проблемы, оценить применимость результатов различных решений проблемы, выстроить иерархическую взаимосвязь между элементами диаграммы сродства и пр.

Визуально диаграмма выглядит в виде «дерева» – в основании диаграммы находится исследуемая проблема, от которой «ответвляются» две или более причины, каждая из которых далее «разветвляется» еще на две или более причины и так далее.

Древовидная диаграмма строится в виде многоступенчатой древовидной структуры, составные части которой – различные элементы (причины, средства, способы) решения проблемы. Принцип построения древовидной диаграммы проиллюстрирован на рис. 1.14.

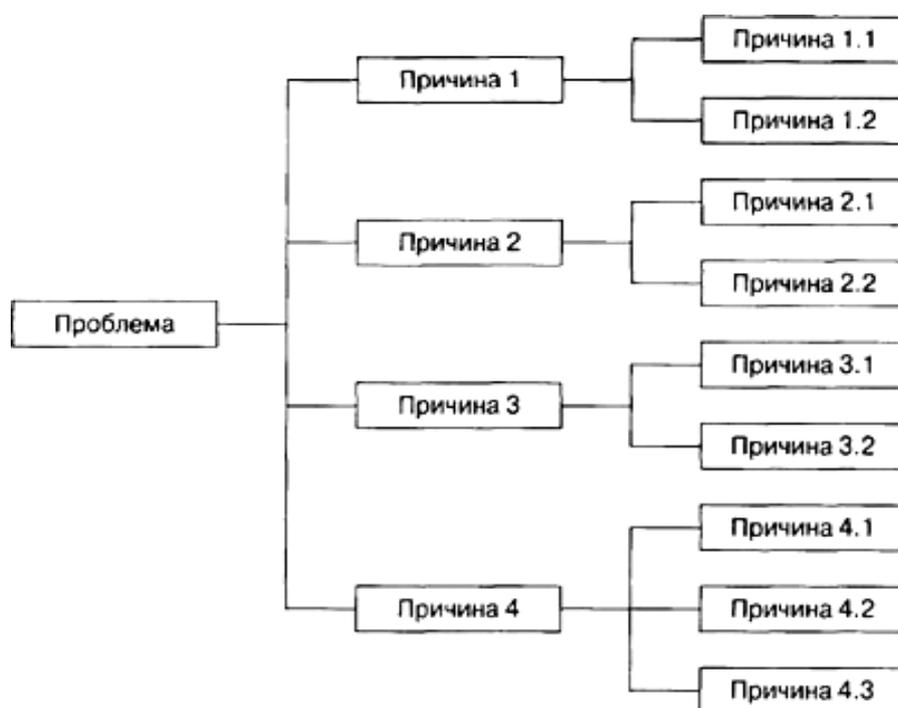


Рис. 1.14. Принцип построения древовидной диаграммы

Древовидная диаграмма строится следующим образом:

1. Определяется исследуемая проблема. Эта проблема будет являться основанием «ветвей» древовидной диаграммы. Проблему необходимо формулировать ясно и четко, таким образом, чтобы не возникало двойного толкования формулировки. Если берется формулировка из другого инструмента качества (например, диаграммы средства), то она должна совпадать с этой формулировкой.

2. Устанавливаются причины, которые приводят к возникновению рассматриваемой проблемы. Для этой цели может применяться метод «мозгового штурма». Если ранее применялась диаграмма средства или диаграмма связей, то причины берутся из этих диаграмм. Причины размещаются на одном уровне диаграммы. Связь между исследуемой проблемой и причинами первого уровня отображается в виде линий. При выполнении данного шага необходимо проверить обоснованность размещения причин на первом уровне.

3. Каждая из причин первого уровня разбивается на более простые составляющие. Эти элементы будут являться вторым уровнем причин. Далее процесс повторяется до тех пор, пока каждая из причин более высокого уровня может быть детализирована как минимум на две составляющие.

4. Проводится проверка обоснованности размещения причин на соответствующих уровнях детализации для всей диаграммы целиком. Если все причины размещены правильно и обоснованно, то на этом построение древовидной диаграммы завершается.

Пример древовидной диаграммы для телефонного автоответчика (см. табл. 1.1) приведен на рис. 1.15.

Матричная диаграмма

Матричная диаграмма – это инструмент, позволяющий определить наличие и важность связей между элементами – задачами, функциями или характеристиками объекта рассмотрения. Она представляет собой таблицу, включающую элементы, между которыми необходимо установить связь. Часть ячеек таблицы содержит исследуемые элементы, а в других располагаются символы или числа, указывающие наличие и силу взаимосвязи.

Наиболее полезным и эффективным инструментом матричная диаграмма является в случаях, когда необходимо установить взаимосвязь по принципу «многие ко многим» (рис. 1.16). Если же между рассматриваемыми элементами существует только простая связь «один к одному», то применять данный инструмент качества не имеет смысла.

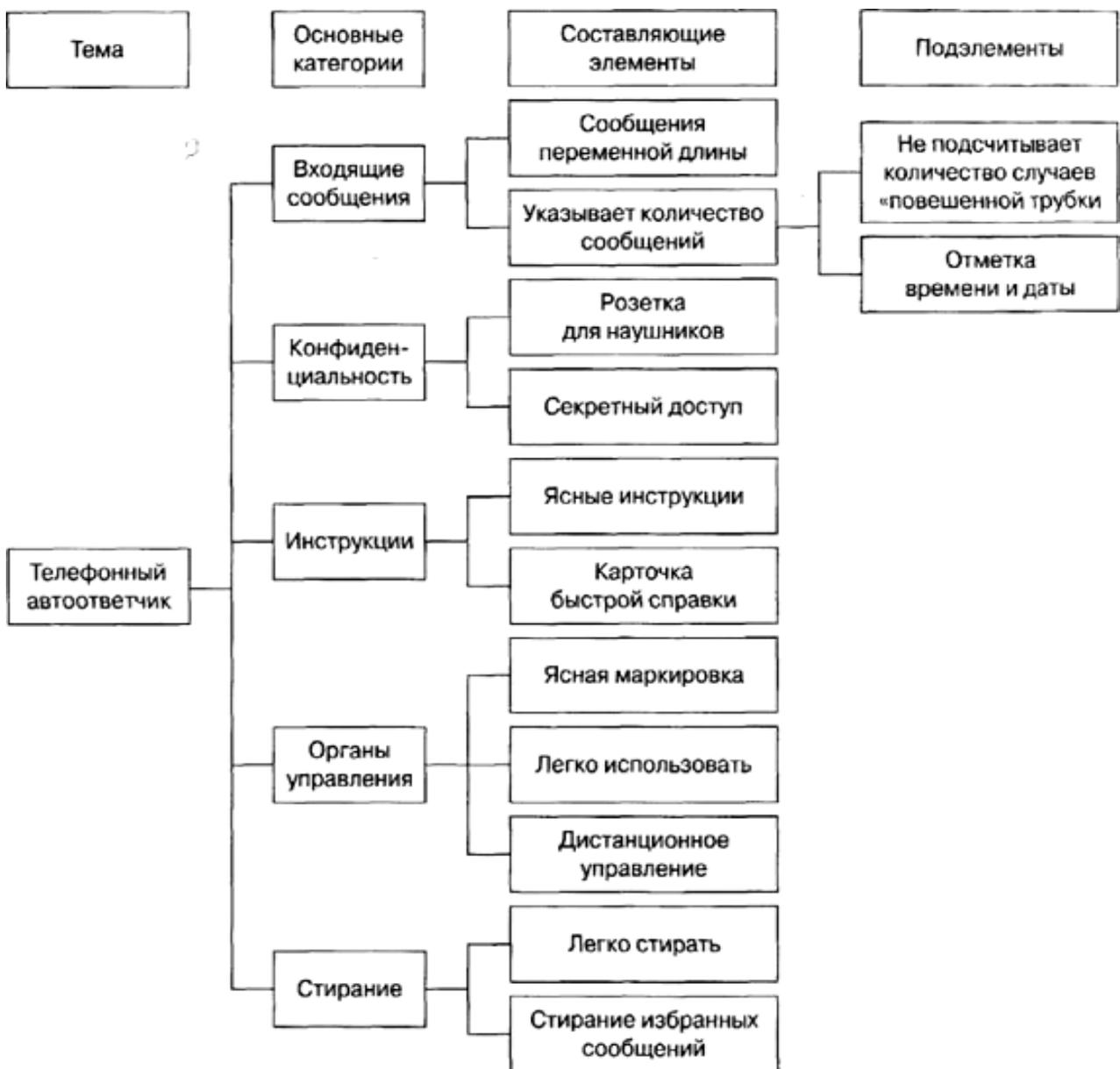


Рис. 1.15. Деревидная диаграмма для телефонного автоответчика

Взаимосвязь «один к одному»

Список 1		Список 2
Элемент 1	—	Элемент А
Элемент 2	—	Элемент Б
Элемент 3	—	Элемент В
Элемент 4	—	Элемент Г
Элемент 5	—	Элемент Д

Взаимосвязь «многие ко многим»

Список 1		Список 2
Элемент 1		Элемент А
Элемент 2		Элемент Б
Элемент 3		Элемент В
Элемент 4		Элемент Г
Элемент 5		Элемент Д

Рис. 1.16. Типы взаимосвязи между элементами

Цель матричной диаграммы – табличное представление логических связей и относительной важности этих связей между большим количеством словесных (вербальных) описаний, имеющих отношение к следующему:

- задачам (проблемам) качества;
- причинам проблем качества;
- требованиям, установленным и предполагаемым потребностям потребителей;
- характеристикам и функциям продукции;
- характеристикам и функциям процессов;
- характеристикам и функциям производственных операций и оборудования.

Матричная диаграмма может иметь несколько вариантов представления. Варианты получили названия по латинским буквам алфавита, т.к. форма представления большинства матриц имеет сходство с этими буквами (за исключением 2-х, которые имеют сходство с формой предметов). Основные варианты применяемых матриц: *L*-матрица, *T*-матрица, *X*-матрица, *C*-матрица, *Y*-матрица, матрица типа «крыша». Выбор варианта диаграммы зависит от количества списков элементов, между которыми необходимо установить взаимосвязь (см. рис. 1.17).

L-матрица применяется для определения взаимосвязи элементов одного списка с элементами второго списка.

T-матрица применяется для определения взаимосвязи элементов одного списка с элементами двух других списков.

X-матрица применяется для сравнения четырех списков и попарного определения взаимосвязи каждого списка с двумя другими.

C-матрица (по форме напоминает куб) применяется для определения взаимосвязи элементов трех списков одновременно.

Y-матрица применяется для определения взаимосвязи элементов трех списков, каждый список сопоставляется с двумя другими.

В менеджменте качества наиболее часто используется *L*-матрица. Как правило, в этой матрице элементы списка, расположенные в строках представляют рассматриваемые проблемы, а в столбцах предполагаемые решения. Также, часто встречается и матрица типа «крыша». Она входит составной частью в «домик качества» (инструмент техники развертывания функций качества).

Применяется матричная диаграмма в основном для решения сложных и комплексных проблем. При этом сопоставление производится для наиболее критических элементов, а не для всех аспектов рассматриваемых проблем. Это связано с тем, что даже для самой простой *L*-матрицы необходимо выполнять большое число сопоставлений (например, для матрицы, состоящей из 10 элементов в строках и 10 элементов в столбцах, таких сопоставлений будет выполнено 100).

Матричная диаграмма строится следующим образом:

1. Определяется проблема, для решения которой может понадобиться матричная диаграмма – сопоставление элементов различных списков, выявление взаимосвязи между ними и силы этой взаимосвязи.

2. Формируется команда для проведения анализа проблемы и составления матричной диаграммы. Желательно, чтобы в состав команды входило не менее 4-х человек. Командная работа повышает объективность результатов, которые дает матричная диаграмма.

3. Определяется, что необходимо сопоставлять с помощью матричной диаграммы. Для этого возможно потребуются применение других инструментов качества. В результате выполнения этого действия могут появиться один, два или более списков элементов, между которыми необходимо установить взаимосвязь.

4. Выбирается подходящий вариант матрицы – *L*, *T*, *Y*, *X*, *S* или матрица типа «крыша».

5. Выбирается система обозначений для представления силы взаимосвязи между сравниваемыми элементами списков (например, сильная связь, средняя связь, слабая связь). Система обозначений может быть числовой или символьной. Если выбирается символьная система, то для каждого символа необходимо назначить весовой коэффициент, определяющий силу взаимосвязи.

6. Элементы из списков, составленных на шаге 3, размещаются в строках и столбцах матрицы, и выполняется попарное сопоставление элементов. В случае если команда решит, что между элементами существует взаимосвязь, в ячейке матрицы проставляется символ или число в соответствии с выбранной на шаге 5 системой обозначений.

7. Проводится оценка и анализ матричной диаграммы – выявляются элементы, которые имеют малое количество связей с другими элементами (или не имеют их вовсе), определяются ключевые элементы (имеют большое количество связей с другими элементами), выявляются элементы, взаимосвязь которых требует дальнейшего исследования.

Основные преимущества, которыми обладает матричная диаграмма по сравнению с другими методами, – это наглядное графическое представление взаимосвязи между различными элементами, возможность быстро оценить силу взаимосвязи, возможность проводить многомерное сравнение элементов списков (от двух до четырех). К недостаткам можно отнести ограниченность числа сопоставляемых элементов при увеличении числа сравниваемых списков.

Стрелочная диаграмма

Стрелочная диаграмма – инструмент, позволяющий спланировать оптимальные сроки выполнения всех необходимых работ для скорейшего и успешного достижения поставленной цели.

Стрелочная диаграмма обычно графически представляет ход проведения работ. Из стрелочной диаграммы должны быть наглядно видны порядок и сроки проведения различных этапов работы. Одновременно этот инструмент обеспечивает уверенность, что планируемое время выполнения всей работы и отдельных ее этапов является оптимальным при достижении конечной цели.

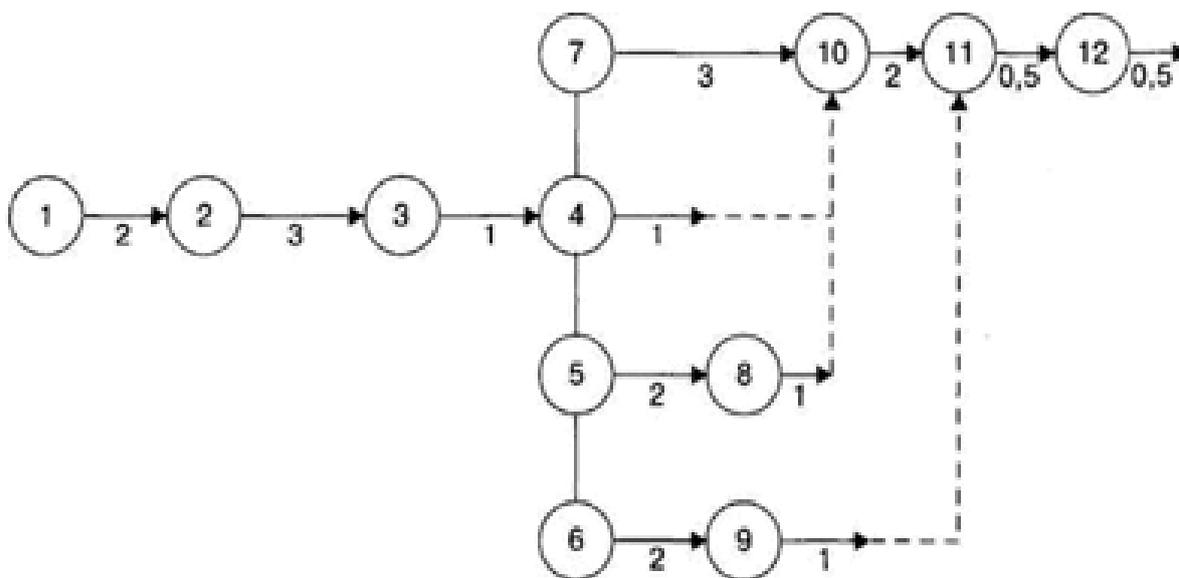
Стрелочные диаграммы широко применяются не только при планировании работ, но и для последующего контроля их выполнения, в частности, при проектировании и разработке, а также при контроле производственной деятельности.

Стрелочные диаграммы чаще всего представляют в виде одной из двух форм – диаграммы Ганта (табл. 1.2) и сетевого графика (рис. 1.18).

Таблица 1.2

Пример диаграммы Ганта для планирования процесса и сроков возведения дома «под ключ» в течение 12 месяцев

Операции (подпроцессы)	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Фундамент	→											
2. Остов здания			→									
3. Сооружение крыши						→						
4. Электропроводка							→					
5. Водопровод и отопление							→	→				
6. Внутренняя отделка стен							→	→				
7. Двери и окна							→	→	→			
8. Внешняя отделка дома									→			
9. Покраска внутри дома									→	→		
10. Окончательная внутренняя отделка										→	→	
11. Конечная проверка качества												→
12. Сдача-приемка дома												→



————— — работа или мероприятие (длина стрелки пропорциональна времени);
 - - - - - — взаимосвязь между работами, не занимающая времени (показывает, до начала какой работы должна быть завершена предшествующая работа).

Рис. 1.18. Пример сетевого графика строительства дома

Методика построения стрелочной диаграммы:

1. Определите задачу построения стрелочной диаграммы.
2. Соберите необходимые данные с использованием других инструментов качества. Для построения стрелочной диаграммы необходимо определить мероприятия (работы) для решения поставленной задачи, сроки их реализации. Кроме того, при сложной зависимости этапов выполнения мероприятий друг от друга следует установить (определить) данные взаимосвязи.

3. Выберите разновидность стрелочной диаграммы для построения: диаграмму Ганта или сетевой график.

Дальнейшее построение диаграммы разбивается на два варианта.

4.1. Для построения диаграммы Ганта:

4.1.1. Нарисуйте таблицу, в левый столбец которой занесите наименования выполняемых мероприятий. Наименования мероприятий следует расставлять сверху вниз в порядке их выполнения.

4.1.2. Выберите удобную периодичность контроля над выполнением занесенных в таблицу мероприятий и проставьте ее в верхней строке нарисованной таблицы. В качестве периодичности выполнения работ могут выступить недели, месяцы, кварталы и т.д.

4.1.3. В строке каждого мероприятия следует нарисовать стрелку, которая начинается в столбце запланированного срока начала выполнения этого меро-

приятия, а заканчивается в столбце запланированного срока завершения выполнения рассматриваемого мероприятия.

4.2. *Для построения сетевого графика:*

4.2.1. Запишите мероприятия списком сверху вниз, в порядке их реализации.

4.2.2. Присвойте каждому мероприятию записанного списка порядковый номер, проставив их сверху вниз, начиная с 1.

4.2.3. Разбейте мероприятия по группам по признаку одинакового срока начала их выполнения.

4.2.4. С помощью стрелок укажите порядок выполнения мероприятий.

4.2.5. Над каждой стрелкой проставьте планируемую продолжительность выполнения мероприятия, от которого начинается стрелка.

Большим преимуществом сетевого графика над диаграммой Ганта является возможность отобразить сложные взаимосвязи выполнения мероприятия друг с другом. При каких-либо затруднениях или, наоборот, ускорении выполнения каких-то мероприятий, в сетевом графике довольно легко разобраться – на какие связанные мероприятия это повлияет и как это отразится на окончательных сроках выполнения всех работ. В графике Ганта, если мероприятия связаны не простой линейной последовательностью, отследить это практически невозможно.

Преимущество диаграммы Ганта, в свою очередь, является одновременное отображение мероприятий и сроков их выполнения, а также представление информации в привычном табличном виде, что значительно облегчает восприятие этой информации.

Поточная диаграмма

Этот инструмент представляет собой графическое отображение этапов процесса, удобное для исследования возможностей улучшения за счет накопления подробных сведений о фактическом протекании процесса. Рассматривая связь различных этапов процесса друг с другом, часто удается выявить потенциальные источники неприятностей.

В литературе по менеджменту качества этот инструмент часто называется «карта технологического процесса». Карты технологического процесса могут применяться ко всем аспектам любого процесса, начиная с этапа маркетинговых исследований и вплоть до этапов продажи, а затем монтажа и обслуживания продукции у потребителя.

При графическом представлении карты процесса используют легко распознаваемые символы, приведенные на рис. 1.19.

При использовании поточной диаграммы для описания существующего процесса желательно *следовать таким рекомендациям:*

- идентифицируйте начало и конец процесса;
- наблюдайте процесс целиком от начала до конца;

- определите этапы процесса (действия, решения, входящие и выходящие потоки, операции контроля, ведение записей и очередность их выполнения);
- постройте черновой вариант поточной диаграммы;
- рассмотрите черновой вариант с сотрудниками, участвующими в осуществлении процесса;
- улучшите поточную диаграмму на основе рассмотрения;
- сверьте диаграмму с фактическими этапами процессами;
- отметьте на получившейся поточной диаграмме название и местоположение процесса, дату составления диаграммы, сведения об участниках работы по составлению диаграммы и любую другую информацию, достойную внимания.

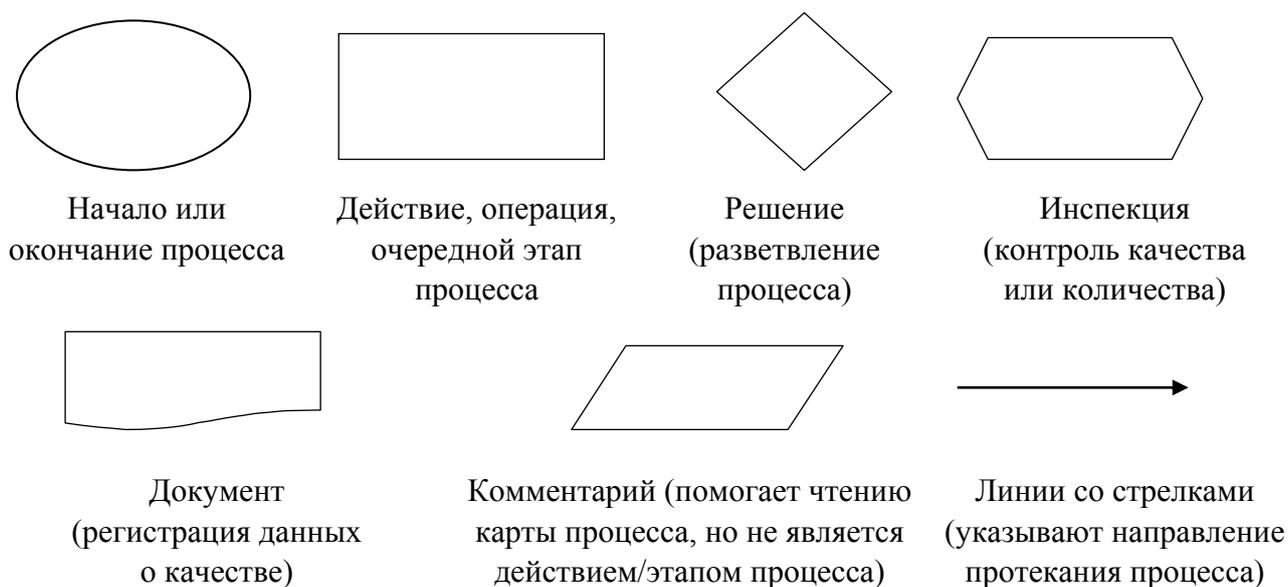


Рис. 1.19. Символы, применяемые при изображении схемы процесса

При разработке нового процесса порядок составления поточной диаграммы аналогичен рассмотренному выше.

Полученная поточная диаграмма существующего (разрабатываемого) процесса служит документом о фактическом (предполагаемом) протекании процесса и может быть использована для поиска и идентификации возможностей его улучшения.

На рис. 1.20. приведен пример поточной диаграммы процесса внутреннего аудита.

Диаграмма процесса осуществления программы

Диаграмма процесса осуществления программы ((Process Decision Program Chart – PDPC) представляет собой диаграмму, очень похожую на рассмотренную выше поточную диаграмму (карту технологического процесса). PDPC отображает последовательность действий и решений, необходимых для получения желаемого результата, но может быть использована для оценки сроков и целесообразности проведения работ по выполнению программы, например, в соответствии со стре-

лочной диаграммой Ганта, как до их начала, так и в процессе выполнения этих работ (с возможной корректировкой сроков их выполнения).

Пример PDPC приведен на рис. 1.21, где на диаграмме определен порядок действия и принятия решений от момента получения заказа от потребителя и до момента передачи ему готовой системы при минимально возможном времени.

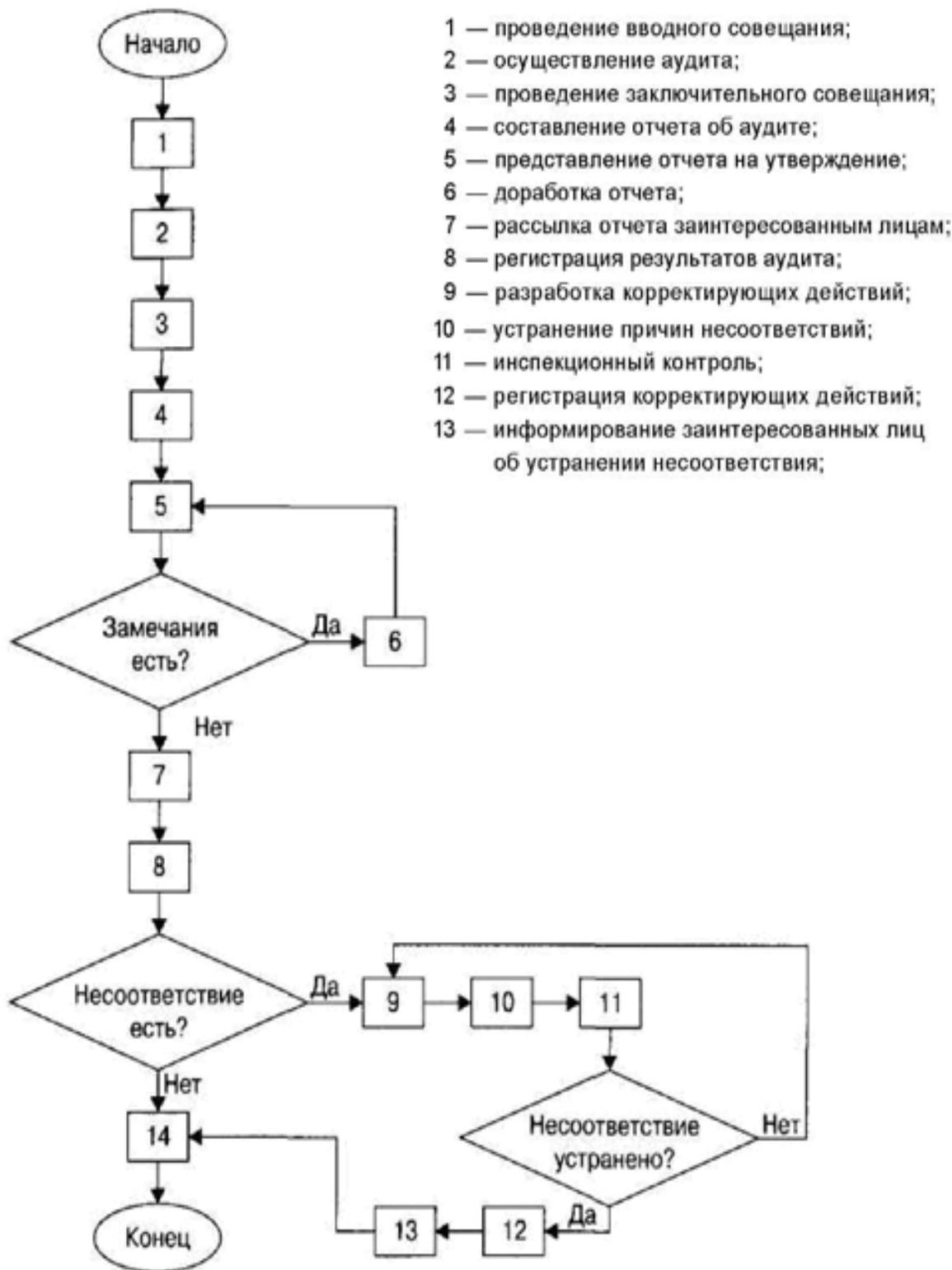


Рис. 1.20. Блок-схема внутреннего аудита

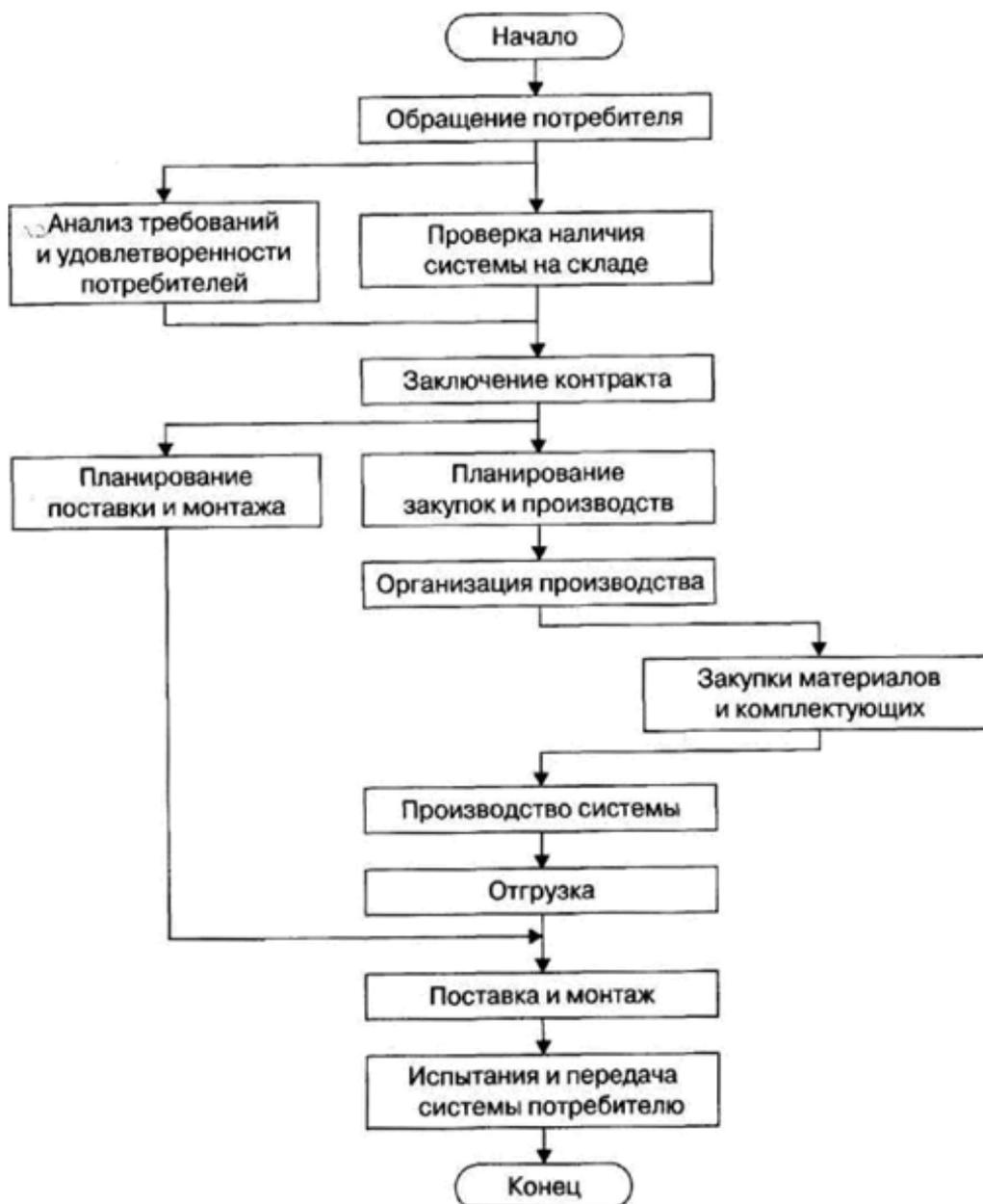


Рис. 1.21. Диаграмма процесса осуществления программы работ при выполнении заказа потребителя на производство, поставку и монтаж системы

Четкое соблюдение очередности и выполнение всех этапов процесса позволяет минимизировать время, необходимое для осуществления процесса. Это минимальное время на английском языке называют «lead time» и часто переводят на русский язык как «мертвое время», подразумевая то время, в течение которого организация (изготовитель продукции) не только не получает прибыль, а, наоборот, вынуждена расходовать свои средства, которые будут возвращены потребителем (покупателем) только после того, когда продукция будет им приобретена.

Практика показывает, что при оформлении PDPC наиболее часто используют только три символа (из приведенных на рис. 1.19), а именно:

- овал (для обозначения начала и конца процесса);
- прямоугольник (для обозначения действий и операций);
- линии со стрелками (для указания направления протекания процесса).

При необходимости диаграмма осуществления программы, изображенная на рис. 1.21, может быть представлена в виде поточной диаграммы (карты технологического процесса), выполненной с применением полного набора символов.

Поточные диаграммы процессов и PDPC широко используются при решении сложных проблем в области научно-исследовательских работ, при проектировании и разработке новых видов продукции, выполнении крупных производственных заказов и т. п.

Матрица приоритетов

Матрица приоритетов – инструмент для обработки большого количества числовых данных, полученных при построении матричных диаграмм (таблиц качества), имеющий целью выявление приоритетных данных.

Основное назначение матрицы приоритетов – это распределение различных наборов элементов в порядке значимости, а также установление относительной важности между элементами за счет числовых значений.

Матрица приоритетов может быть построена тремя способами:

1. *Аналитический метод* применяется, когда относительно невелико число критериев (не больше 6), необходимо получить полное согласие всех экспертов, принимающих участие в оценке (число экспертов не превышает 8 человек), возможны большие потери в случае ошибки с расстановкой приоритетов.

2. Метод определения критериев *на основе консенсуса* применяется, когда число экспертов составляет более 8 человек, существует значительное число критериев (от 6 до 15), имеется большое число ранжируемых данных (порядка 10–20 элементов).

3. *Матричный метод* применяется, в основном, когда между ранжируемыми элементами есть сильная взаимосвязь, а нахождение элемента с наибольшим влиянием является критичным для решения поставленной задачи.

Порядок действий, по которым строится матрица приоритетов, для всех трех вариантов, в основном, одинаковый. Различия заключаются в определении значимости критериев. Следует рассмотреть все эти нюансы на примере.

Матрица приоритетов строится в следующем порядке:

1. Определяется основная цель, ради которой строится матрица приоритетов.

Пример: уменьшить количество дефектов в изделии.

2. Формируется команда экспертов, которая будет работать над поставленной задачей. Эксперты должны понимать область решаемой проблемы и иметь представление о методах коллективной работы (например, о методе «мозгового штурма» и т. п.).

3. Составляется список возможных решений поставленной проблемы. Список может быть составлен за счет применения других инструментов качества, например, «мозгового штурма», диаграммы Исикавы и пр.

Пример: список решений поставленной проблемы, сформулированный командой экспертов:

- изменить технологию изготовления;
- увеличить число точек контроля;
- провести обучение мастеров;
- изменить конструкцию изделия.

4. Определяется состав критериев. Изначально он может быть достаточно большим. Матрица приоритетов будет включать в себя только часть этих критериев, т.к. в дальнейшем он сократится за счет выбора наиболее важных и существенных.

Пример: состав критериев для оценки приоритетности решений:

- требуется не более 100 чел./ч. на реализацию решения;
- низкая стоимость реализации решения;
- количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.;
- снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза.

5. Назначается весовой коэффициент для каждого критерия. Назначение весового коэффициента производится в зависимости от выбранного метода (рис. 1.22).

Для аналитического метода:

- устанавливается рейтинговая шкала для каждого критерия;
- для каждого числового значения шкалы дается определение значимости. Для того, чтобы различия в весовых коэффициентах были более заметны, обычно применяют шкалу с числовыми значениями 1–3–9 (где 1 – малая значимость, 3 – средняя значимость, 9 – большая значимость).

Для метода консенсуса:

- устанавливается некоторое количество баллов, которое эксперты должны распределить между критериями. Количество баллов должно быть не меньше числа критериев;
- каждый из экспертов распределяет назначенные баллы между критериями;
- определяется суммарное число баллов по каждому из критериев. Это значение и будет являться весовым коэффициентом каждого из критериев.

Для матричного метода:

- критерии располагаются в виде L -матрицы;
- устанавливается шкала для парного сравнения критериев (например, «0» – критерий А менее значим, чем критерий Б; «1» – критерий А и критерий Б равнозначны; «2» – критерий А более значим, чем критерий Б);

- проводится попарное сравнение всех критериев;
- определяется весовой коэффициент каждого критерия (весовой коэффициент подсчитывается как сумма всех значений в строке матрицы).

Критерий	Весовой коэффициент
Требуется не более 100 чел./ч. на реализацию решения	3
Низкая стоимость реализации решения	9
Количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	1
Снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	9

Аналитический метод

Критерий	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Весовой коэффициент
Требуется не более 100 чел./ч. на реализацию решения	1	0	0	1
Низкая стоимость реализации решения	2	3	1	6
Количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	0	1	0	1
Снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	1	0	3	4

Метод консенсуса

Критерий	Требуется не более 100 чел./час. на реализацию решения	Низкая стоимость реализации решения	Количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	Снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	Итого
Требуется не более 100 чел./час. на реализацию решения	x	0	1	0	1
Низкая стоимость реализации решения	2	x	2	1	5
Количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	1	0	x	0	1
Снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	2	1	2	x	5

Матричный метод

Рис. 1.22. Методы назначения весовых коэффициентов

6. Отбираются наиболее значимые критерии.

7. Устанавливается метод подсчета значимости каждого из решений матрицы приоритетов (определены на шаге 3) на основе выбранных критериев (определены на шаге 6).

8. Проводится оценка каждого решения по отношению к каждому критерию.

9. Оценка перемножается на весовой коэффициент соответствующего критерия. Полученные значения суммируются по каждому из решений, что дает окончательную оценку приоритетности решений. Итоговая оценка, которую содержит матрица приоритетов, может быть оставлена как есть, или переведена в проценты (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Матрица приоритетов по проблеме
«уменьшить количество дефектов в изделии»

Критерии Решения	Требуется не более 100 чел./ч. на реализацию решения	Низкая стоимость реализации решения	Количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	Снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	Итого
	Весовой коэффициент = 3	Весовой коэффициент = 9	Весовой коэффициент = 1	Весовой коэффициент = 9	
Изменить технологию изготовления	9	9	1	81	100
Увеличить число точек контроля	27	27	9	27	90
Провести обучение мастеров	27	81	1	9	118
Изменить конструкцию изделия	9	27	9	27	72

Рассматриваемый инструмент – матрица приоритетов – требует серьезных статистических знаний. Именно поэтому этот метод (анализ матричных данных) применяется значительно реже, чем рассмотренные выше новые инструменты управления качеством.

Контрольные вопросы

1. Поясните, как может быть использован метод «мозгового штурма» при построении диаграммы Исикавы?

2. Перечислите наиболее интересные для вас новые инструменты управления качеством, предназначенные для работы с вербальной информацией.
3. Для каких целей используют метод «мозгового штурма» и каков порядок его проведения? Допустимы ли критические замечания в адрес высказанных идей при проведении «мозгового штурма» и почему?
4. Расскажите об областях применения диаграммы сродства и порядке ее построения. Приведите пример диаграммы сродства.
5. Расскажите о назначении диаграммы связей. Приведите примеры ситуаций, когда диаграмма связей может быть использована.
6. Расскажите о назначении и областях применения древовидной диаграммы. Приведите пример древовидной диаграммы.
7. Расскажите о назначении, областях применения и целях построения матричных диаграмм. Поясните смысл символов, используемых на матричных диаграммах.
8. Поясните назначение и область применения стрелочной диаграммы. В каких двух формах чаще всего представляют стрелочные диаграммы?
9. Поясните назначение и область применения поточной диаграммы. Какими особенностями обладает диаграмма процесса осуществления программы по сравнению с поточной диаграммой?
10. Расскажите о назначении матрицы приоритетов. Приведите пример оформления результатов работы с ее использованием.

1.3. Комплексные инструменты менеджмента качества

Комплексные инструменты и методы улучшения качества, рассмотренные в данном разделе, позволяют результативно и эффективно осуществлять так называемые проекты прорыва, ведущие к радикальному пересмотру и изменению существующих процессов или даже к внедрению новых процессов. Однако эти методы и инструменты могут быть использованы также при постоянном и поэтапном улучшении имеющихся в организации процессов.

FMEA-метод

Метод *FMEA* (*Failure Mode and Effects Analysis*) – анализ видов и последствий отказов – это метод, применяемый при проектировании продукции и производственных процессов, при помощи которого систематически идентифицируются последствия каждого отдельного компонента аварийных состояний. Непременной отличительной чертой в любом FMEA является рассмотрение каждого основного компонента или части системы на предмет того, каким образом он достигает аварийного состояния и как это влияет на аварийное состояние всей системы.

Анализ форм и последствий отказов обычно предполагает осуществление трех крупных этапов работы:

1. Подготовка к работе FMEA-команды.

При подготовке к работе и вначале плановых заседаний руководитель FMEA-команды должен выполнить следующее:

1.1. Сформировать межфункциональную и квалифицированную команду, состоящую из 5–9 специалистов.

1.2. Заранее провести короткое предварительное совещание, на котором объяснить членам команды цели предстоящего заседания, основные подходы к FMEA-анализу, а также основные роли членов FMEA-команды.

1.3. Предоставить членам FMEA-команды необходимую информацию, которая должна быть ими заранее тщательно изучена.

2. Основная работа FMEA-команды.

2.1. Построение компонентной, структурной, функциональной и потоковой модели объекта анализа (рис. 1.23).



Рис. 1.23. Схема FMEA-анализа

2.2. Исследование моделей, при котором определяются:

– **потенциальные дефекты** для каждого из элементов компонентной модели объекта. Такие дефекты обычно связаны или отказом функционального элемента (его разрушением, поломкой и т.д.) или с неправильным выполнением элементом его полезных функций (отказом по точности, производительности и т.д.) или с вредными функциями элемента. В качестве первого шага рекомендуется перепроверка предыдущего FMEA-анализа или анализ проблем, возникших за время гарантийного срока. Необходимо также рассматривать потенциальные дефекты, которые могут возникнуть при транспортировке, хранении, а также при изменении внешних условий (влажность, давление, температура);

– **потенциальные причины дефектов.** Для их выявления могут быть использованы диаграммы Исикавы, которые строятся для каждой из функций объекта, связанных с появлением дефектов;

– **потенциальные последствия дефектов для потребителя.** Поскольку каждый из рассматриваемых дефектов может вызвать цепочку отказов в объекте, при анализе последствий используются структурная и потоковая модели объекта;

– **возможности контроля появления дефектов.** Определяется, может ли дефект быть выявленным до наступления последствий в результате предусмотренных в объекте мер по контролю, диагностике, самодиагностике и др.;

– **параметр тяжести последствий для потребителя – В** – это экспертная оценка, проставляемая обычно по 10-ти балльной шкале; наивысший балл проставляется для случаев, когда последствия дефекта влекут юридическую ответственность;

– **параметр частоты возникновения дефекта – А** – это также экспертная оценка, проставляемая по 10-ти балльной шкале; наивысший балл проставляется, когда оценка частоты возникновения составляет 1/4 и выше;

– **параметр вероятности не обнаружения дефекта – Е.** Как и предыдущие параметры, он является 10-ти балльной экспертной оценкой; наивысший балл проставляется для «скрытых» дефектов, которые не могут быть выявлены до наступления последствий;

– **параметр риска потребителя – RPZ.** Это произведение трех перечисленных выше факторов, т. е. количественная оценка отказа с точки зрения его значимости по последствиям, вероятности возникновения и вероятности обнаружения:

$$RPZ = B \cdot A \cdot E \quad (1)$$

Этот параметр показывает, в каких отношениях друг к другу в настоящее время находятся причины возникновения дефектов; дефекты с наибольшим коэффициентом приоритета риска (RPZ больше, либо равно 100...120) подлежат устранению в первую очередь.

Для отказов (несоответствий, дефектов, пороков), имеющих несколько причин, определяют соответственно несколько RPZ. Для RPZ должна быть заранее установлена критическая граница, например, в пределах от 100 до 120. Если какие-то RPZ превышают установленное граничное значение, то именно для них следует ввести доработку производственного процесса.

3. Действия после завершения работы FMEA-команды.

3.1. Результаты анализа заносятся в специальную таблицу (табл. 1.4). Выявленные «узкие места» – компоненты объекта, для которых RPZ будет

больше 100...120, – подвергаются изменениям, то есть разрабатываются корректировочные мероприятия.

Таблица 1.4

Квалиметрические шкалы значимости
потенциального отказа (В), вероятности возникновения дефекта (А),
вероятности обнаружения дефекта (Е)

Фактор В	Фактор А	Фактор Е
1 – очень низкая (почти нет проблем)	1 – очень низкая	1 – почти наверняка дефект будет обнаружен
2 – низкая (проблемы решаются работником)	2 – низкая	2 – очень хорошее обнаружение
3 – не очень серьезная	3 – не очень низкая	3 – хорошее
4 – ниже средней	4 – ниже средней	4 – умеренно хорошее
5 – средняя	5 – средняя	5 – умеренное
6 – выше средней	6 – выше средней	6 – слабое
7 – довольно высокая	7 – близка к высокой	7 – очень слабое
8 – высокая	8 – высокая	8 – плохое
9 – очень высокая	9 – очень высокая	9 – очень плохое
10 – катастрофическая (опасность для людей)	10 – 100%-ная	10 – почти невозможно обнаружить

Часто разработанные мероприятия заносятся в последующую графу таблицы FMEA-анализа. Затем пересчитывается потенциальный риск RPZ после проведения корректировочных мероприятий. Если не удалось его снизить до приемлемых пределов (малого риска $RPZ < 40$ или среднего риска $RPZ < 100$), разрабатываются дополнительные корректировочные мероприятия и повторяются предыдущие шаги.

3.2. По результатам анализа для разработанных корректировочных мероприятий составляется план их внедрения.

В настоящее время FMEA-анализ очень широко применяется в промышленности Японии, США, активно внедряется в странах ЕС. Его использование позволяет резко сократить «детские болезни» при внедрении разработок в производство.

FMEA-метод обеспечивает вклад в анализ такого рода, как анализ дерева неисправностей – (Fault Tree Analysis, FTA) – анализ диаграммы всех возможных последствий несрабатывания или аварии системы. Наряду с применением по отношению к компонентам системы FMEA может использоваться и по отношению к ошибке человека; может применяться как для идентификации опасности, так и для оценки вероятности (если только в системе имеет место ограниченный уровень избыточности). Более подробно FMEA-анализ представлен в международном стандарте МЭК 60812 «Техника анализа надежности систем». Метод анализа видов и последствий отказа».

QFD-методология

Рассмотренные выше «новые» инструменты менеджмента качества лежат в основе новейшей процедуры преобразования требований потребителей сначала в параметры качества ожидаемой ими продукции, а затем в параметры качества процессов производства этой продукции. Такая процедура, разработанная и впервые примененная в Японии на верфи компании Mitsubishi Heavy Industries в г. Кобэ, получила название «Развертывание функции качества» (*Quality Function Deployment – QFD*). Из-за специфической формы матричной диаграммы, используемой в рамках процедуры QFD, ее часто называют «дом качества» (*The Quality House*).

Идея, положенная в основу QFD, заключается в том, чтобы учитывать требования потребителя на всех стадиях производства изделий, для всех факторов, влияющих на качество. Это позволит повысить степень удовлетворенности потребителя и снизить затраты на проектирование и подготовку производства изделий.

Наглядным примером эффекта от применения QFD могут служить результаты компании «Toyota Auto Body», которая наряду с компанией «Hino Motors» применила QFD. В 1977–1984 гг. компания «Toyota Auto Body» выпустила четыре новые модели автофургонов. По сравнению с 1977 г. затраты на освоение нового автофургона в 1979 г. сократились на 20%, а в 1982 г. – на 38 %, что привело к совокупному сокращению затрат за эти годы на 61 %. Цикл разработки изделия был сокращен на одну треть при повышении качества благодаря сокращению числа инженерных изменений.

QFD – экспертный метод разработки новой продукции или процесса, учитывающий установленные и ожидаемые требования потребителей и возможности конкурентов. А технология QFD – это последовательность действий производителя по преобразованию фактических показателей качества (потребительских свойств) изделия в технические требования к продукции, процессам и оборудованию.

Инструментом QFD служит специальная таблица, в которой отображается связь между потребительскими свойствами и техническими характеристиками продукции и проводится сравнение с продукцией конкурентов. Один из вариантов представления таблицы изображен на рис. 1.24.

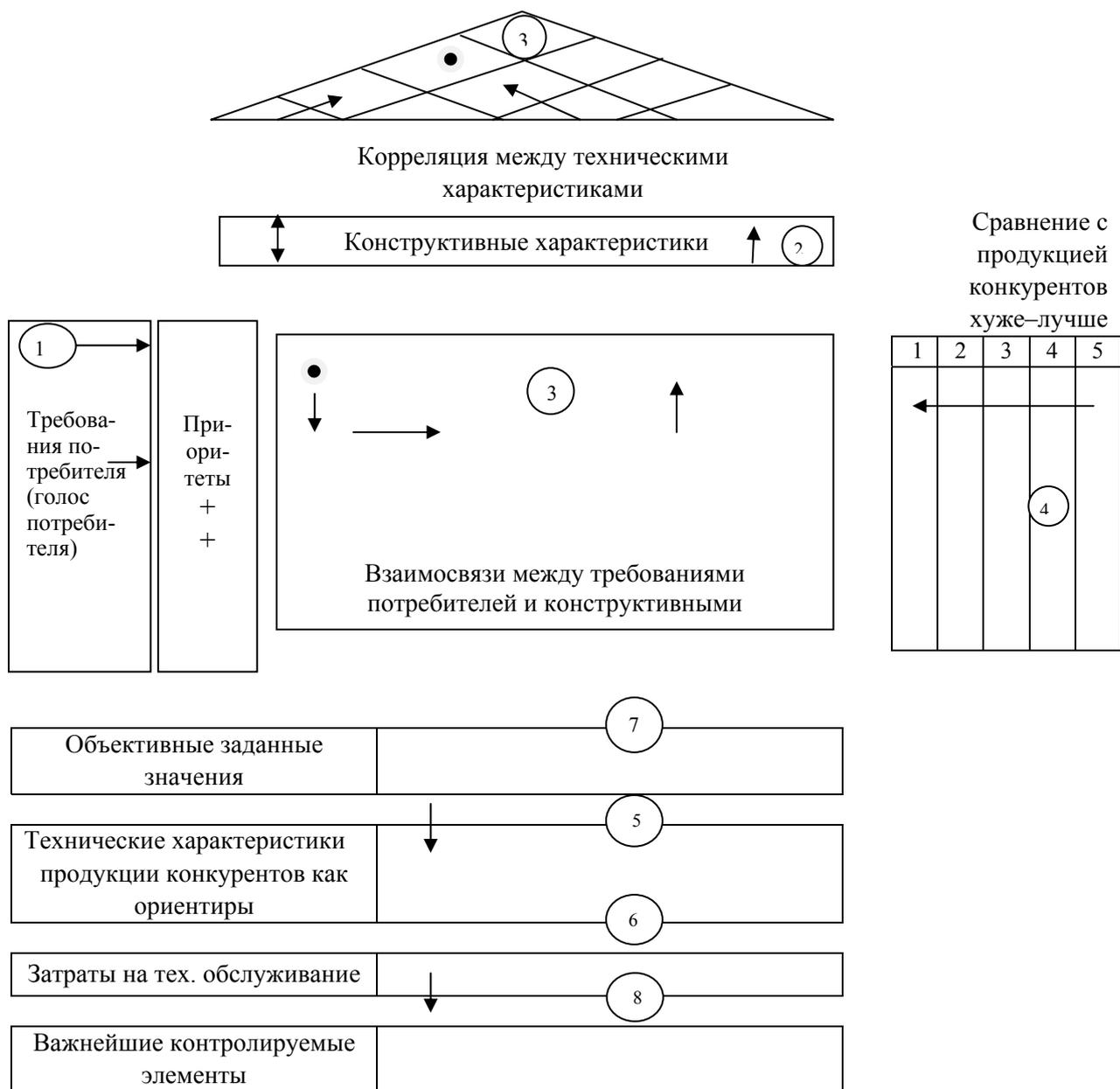


Рис. 1.24. Дом качества

«Дом качества» начинается с потребителя. Для выяснения мнения потребителей проводят маркетинговые исследования. Высказанные требования часто объединяют в группы, представляющие общие взгляды потребителей. А разработчики затем их переводят в конструктивные характеристики, оказывающие влияние на одно или несколько потребительских свойств. После того, как инженерные характеристики станут известны, можно приступать к осуществлению усовершенствований.

Пример. Для наглядности на рис. 1.25 приведена плановая матрица потребительских требований, сформированная в результате проведенного в 2010 г. в Москве исследования рынка готовых к употреблению охлажденных мясных котлет.

Направление изменений		Инженерные характеристики готового продукта															
		-	↓	↓		↑	↑		-								
Требования потребителей	Важность для потребителя	Показатели															
		Пищевая и энергетическая ценность				Физико-химические			Микробиологические	Визуальные и органолептические				Оценка конкурентоспособности			
		Массовая доля (МД) белка	Массовая доля жира	МД компонентов растительного происхождения	Массовая доля витаминов	Массовая доля влаги	Массовая доля соли	Упругость	Содержание патогенных микроорганизмов	Цвет продукта	Форма продукта	Толщина продукта	Вес одного изделия	ООО «ЭссенПлюс»	ООО «Квенти Импакс»	ООО «НСТ плюс»	ООО «РЕМА-РЕНТ»
Вкус	4,28	○	●	●	○	●	●	△	●	△		○	△	4,0	3,7	3,3	5,0
Сочность	3,46	●	●	●	△	●	○	●		○		●	△	3,3	3,9	3,9	4,5
Привлекательный внешний вид	4,12	○	○	○	△	●		●	○	●	●	○	○	4,6	4,0	3,9	5,0
Доступная цена	4,13	●	●	●	○	●		○		△	○	○	○	3,4	3,8	4,0	4,5
Отсутствие сои	3,12	●	○	●	△	○		○		○				3,4	3,9	3,3	4,0
Полезность для здоровья	3,02	●	●	○	●	△	●	△	●	△				4,1	3,1	4,3	4,5
Безопасность	4,48	△	○		○	○	○	△	●	△			△	3,0	2,9	4,1	5,0
Отсутствие консервантов/стабилизаторов	3,26	△	○	●	△	△	○	△	●	△				3,3	3,1	3,4	4,0
Небольшой срок хранения	3,06	○	●		○	○	○		●	●				3,2	3,8	3,2	4,0
Абсолютное значение		165,70	206,5	185,7	88,89	188,2	234	105	175,3	103,5	58,65	68,73	55,21	Обозначение направлений улучшения			
Относительное значение, проц.		101,13	12,63	11,35	5,44	11,51	14,31	6,42	10,72	6,33	3,59	4,2	3,38				
Техническая оценка по сравнению с конкурентами	ООО «Эссен Плюс»	9,0	20,0	16,0	0,03	63,0	0,9	10,1	1	Золот. ¹	Овал	2,0	65,0	Увеличение значения показателя	↑		
	ООО «Квенти Импакс»	11,0	25,0	19,0	0,04	55,0	1,0	11,3	1	Т.-кор. ²	Круг	1,7	50,0	Уменьшение значения показателя	↓		
	ООО «НСТ плюс»	12,0	23,0	17,0	0,04	60,0	1,2	14,2	1	Золот. ¹	Овал	1,5	55,0	Номинальное значение показателя	—		
	Целевое значение показателей	13,0	20,0	14,0	0,05	65,0	1,0	13,3	1	—	Овал	1,5	60,0				
	Единица измерений	%	%	%	%	мг, %	%			г.н/д	—	—	см	г			

Рис. 1.25. Плановая матрица потребительских требований (Дом качества)

В опросе приняли участие 200 человек. По результатам опроса был составлен список пожеланий потребителя к качеству исследуемого продукта. Затем был сформирован список технических характеристик готового продукта и определена степень корреляции между потребительскими требованиями и техническими характеристиками.

С помощью бенчмаркинга (этот инструмент менеджмента качества будет рассмотрен ниже) было проведено рыночное оценивание произведенной продукции и ее конкурентоспособности.

На основе сравнительной оценки важности выделенных потребителями характеристик и возможного достижения по ним конкурентного преимущества была составлена плановая матрица: определены контролируемые характеристики изделия, обеспечение которых должно «развертываться», т.е. структурироваться, и учитываться при формировании технологии производства, методов контроля.

Применение метода QFD позволяет на стадии проектирования продукта подобрать технологию производства (а также, возможно, упаковки, хранения), а также выявить контрольные точки, в которых формируется качество продукта, требуемое потребителем.

Методология «Шесть сигм»

«Шесть сигм» – исчерпывающая и гибкая система достижения, поддержания и максимизации успеха в бизнес-деятельности. Несмотря на то, что знание статистики – не главный пункт концепции «Шесть сигм», название пришло именно из предмета «Статистика». В статистике сигма (σ) – знак, который используется для обозначения среднеквадратичного отклонения (его также называют стандартным отклонением) значений в генеральной совокупности. А «Шесть сигм» является таким уровнем эффективности процесса, при котором на каждый миллион возможностей или операций приходится всего 3–4 дефекта.

Для любой операции или на любом шаге процесса можно определять количество дефектов: например, отсутствие реакции на запрос заказчика, ошибка в заказе на покупку, неправильный счет и т.д. Любой процесс может быть представлен в виде математической модели, где основными параметрами результата процесса выступают среднее значение и стандартное отклонение. Параметр «среднее значение» отвечает на вопрос, как работает процесс в среднем и обозначается символом μ (мю). Стандартное отклонение показывает степень вариабельности результата процесса и обозначается символом σ (сигма).

Исходной предпосылкой является полная случайность отклонений, т.е. отсутствие систематических причин, приводящих к смещению результата. В этом случае распределение отклонений около среднего значения процесса будет хорошо приближаться (в большинстве случаев) к нормальному распределению.

Если для процесса установлены некоторые контрольные пределы, выход за которые результатов процесса считается нежелательным событием, то чем больше сигм процесса уместается между средним значением и ближайшим контрольным пределом, тем меньше дефектов имеет процесс. Уровень работы процесса определяется количеством сигм, укладывающихся в заданный интервал. Чем меньше значение стандартного отклонения, тем стабильнее и лучше результат (при условии, что среднее значение близко к целевому значению).

Из статистического обоснования известно, что при уровне процесса 4,5 сигмы, из миллиона единиц продукции, дефектов будет не более 3,4, и это условие выполняется для стабильных процессов. В реальных же условиях, поведение процессов может меняться со временем года, временем суток и т.п.

Основываясь на эмпирических данных, исследователи пришли к выводу, что отклонения процесса, вызванные его естественной нестабильностью, дают отклонения качества на уровне 1,5 сигмы. Таким образом, если целевой уровень качества составляет 4,5 сигмы (3,4 дефекта на миллион возможностей), то с учетом перестраховки 1,5 сигмы на отклонения, необходимо обеспечивать уровень качества 6 сигм (рис. 1.26).

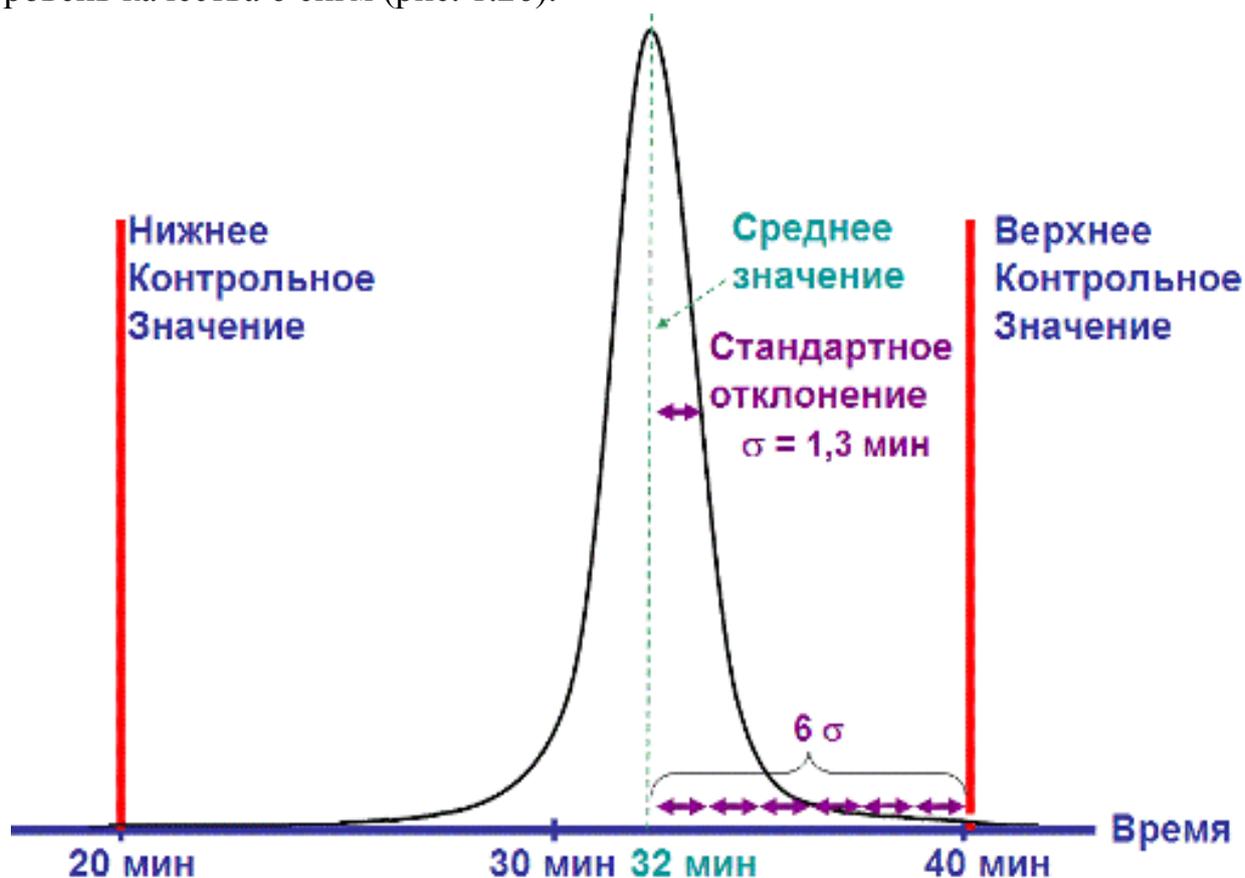


Рис. 1.26. Уровень качества 6 сигм

Практика показывает, что внедрение этого метода позволяет получить следующий эффект:

- сокращение расходов;
- повышение производительности;
- расширение рынка, удержание клиентуры;
- сокращение дефектов;
- изменение корпоративной культуры и др.

При системном подходе к внедрению «Шести сигм» – активной поддержке и участию руководства, создании необходимой инфраструктуры и технологической поддержке, фирма получает огромные экономические преимущества за счет снижения всех видов потерь.

Примеры. Всего через два года после запуска системы «Шесть Сигм» Motorola была удостоена Национальной премии имени Малкольма Болдриджа в области качества. За 10 лет использования программы «Шесть Сигм» (с 1987 по 1997 гг.) компания Motorola достигла следующих результатов:

- 5-кратного увеличения объемов продаж при годовом росте прибылей 20 %;
- среднегодовых темпов роста цен на акции компании на уровне 21,3 %;
- совокупной экономии 14 млрд долларов.

Технология «Шесть Сигм» успешно применяется такими известными фирмами, как: Johnson&Johnson, Microsoft, NOKIA obile Phones, Samsung Electronics, Siemens.

В России «Шесть сигм» внедряют «Рыбинские моторы» (НПО «Сатурн»); «РОСТАР»; «Красноярский алюминиевый завод»; Аудиторская фирма «Аваль» и др.

Бережливое производство (Lean production)

Теория и концепция «бережливого производства» зародились в 1950-х годах в Японии, как комплексное решение задачи повышения эффективности бизнеса и его развития. В основе «бережливого производства» лежит идея, в соответствии с которой любые действия на предприятии необходимо рассматривать с точки зрения клиента: создает это действие ценность для клиента или нет. Например, обработка заявки клиента или шлифовка детали на станке создают ценность, а когда заявка клиента лежит в лотке у клерка или деталь находится в кладовой цеха в ожидании следующей стадии обработки, то ценность не создается.

Ценность изделия – мера удовлетворения потребности клиента, соответствующей назначению товара или услуги. Это ощущение клиента, что нужная ему вещь доставлена в нужное место, в нужное время и по приемлемой цене.

Для представления последовательности операций над продуктом/услугой используется карта потока создания ценности (*Value stream mapping, VSM*). Графическое изображение процесса производства с детализацией до отдельных операций производится с использованием системы условных обозначений.

VSM наглядно демонстрирует характеристики всех непроизводственных затрат и процессов (показывает потери), с которыми нужно бороться.

Потери – любая деятельность, потребляющая ресурсы, но не добавляющая ценности изделию (например, перепроизводство или выпуск товаров, на которые еще не возник спрос; наличие любых запасов, кроме минимально необходимых; ожидание следующей производственной стадии; лишние этапы обработки; ненужное перемещение людей; появление дефектов; любой ремонт и т.д.).

Анализируя всю деятельность предприятия с точки зрения потребностей клиента, и одновременно решая задачу устранения потерь, можно добиться исключительных результатов. Самое важное, что использование принципов Бережливого производства позволяет увязывать все управленческие проекты и согласованно направлять их для решения задач, стоящих перед предприятием.

В результате перехода на указанные принципы и производственные, и сервисные предприятия даже за счет только собственных инвестиционных ресурсов способны значительно увеличить оборотные средства, высвободить часть персонала для решения новых задач, сократить цикл производства или предоставления услуг, снизить издержки и повысить качество продукции.

Пионером этого подхода стала компания Toyota, которая благодаря его использованию достигла выдающихся результатов. Ключевой идеей производственной системы компании является почти полное отсутствие постоянных затрат, для чего предприятие гибко меняется с учетом изменения спроса.

В настоящее время «бережливое производство» используется компаниями во многих странах и в разных отраслях.

Данный подход содержит следующие основные элементы:

- система постоянных улучшений Кайзен;
- система управления производством Канбан;
- система организации рабочего места «5С»;
- сокращение затрат на переналадку оборудования;
- точно вовремя (just-in-time);
- защита от непреднамеренных ошибок (Рока-Йока), создание условий, когда невозможно ошибиться и передать результат ошибки на следующий этап;
- система ценообразования «таргет-костинг» и т.д.

Не все элементы теории сегодня применяются в России, но основные идеи уже опробованы и показали свою эффективность.

КАЙЗЕН

Кайзен – японское слово – производное от двух иероглифов «изменения» и «хорошо», что можно перевести как «изменения к лучшему», «совершенствование». В широком понимании слова, Кайзен – принцип постоянных, непрерывных улучшений.

Распределение функций при внедрении и реализации постоянных улучшений производится следующим образом:

Высшее руководство:

- обеспечивает поддержку проекта, развитие корпоративной культуры;
- внедряет Lean production как часть корпоративной стратегии;
- разрабатывает стандарты;
- устанавливает цели улучшений;
- предоставляет ресурсы для реализации улучшений;
- организует развитие стандартов и процедур, способствующих реализации принципа постоянных улучшений.

Руководители среднего уровня:

- формируют у сотрудников новый подход к работе;
- помогают сотрудникам осваивать технологии Lean production;
- используют принцип постоянных улучшений в своей деятельности;
- оценивают предложения;
- руководят рабочими группами по улучшениям;
- вносят предложения;
- реализуют проекты улучшений.

Рядовые сотрудники:

- осваивают принципы Lean production;
- используют принцип постоянных улучшений в своей деятельности;
- участвуют в рабочих группах;
- вносят предложения;
- реализуют проекты улучшений.

Основной механизм реализации Кайзен – рабочая группа, которая создается для достижения конкретных целей по совершенствованию, либо для постоянного (непрерывного) поиска путей совершенствования определенного процесса на предприятии.

Небольшие предложения, выработанные группой, могут быть реализованы на уровне подразделения. Если для реализации предложения требуются инвестиции, то утверждается соответствующий проект.

Одно из направлений действий Кайзен-групп – улучшение межфункциональных связей на предприятии. Решение задач в области затрат, качества, движения материалов или документооборота требуют тесного взаимодействия представителей разных подразделений, которые должны воспринимать друг друга не как конкурентов за внутренние ресурсы, а как коллектив, стремящийся достичь поставленных целей.

МЕТОДИКА «5С»

Методика «5С» разработана в середине прошлого века в Японии. Один из ее идеологов – Каору Исикава, всемирно известный теоретик менеджмента ка-

чества. В частности, ему принадлежит идея о создании в начале 1960-х годов знаменитых кружков качества. Первой методикой «5С» внедрила японская компания Nippondenso (с 1996 года корпорация Denso), входившая в то время в 150 крупнейших компаний мира и специализирующаяся на поставке автомобильных компонентов. Успешный опыт начали перенимать другие японские фирмы, а в начале 1970-х гг. эта методика получила распространение в США и в странах Западной Европы.

Задача «5С» заключается в оптимизации рабочего места с целью повышения производительности труда. Включает в себя пять принципов, каждый из которых по-японски начинается с буквы «С»:

Сейри – Сейтон – Сейсо – Сейкетсу – Сицукэ.

Сейри – организация. Надо освободить участок от лишних предметов, а также организовать на нем систему хранения инструментов и материалов.

Сейтон – порядок. Важно расставить инструменты и материалы по своим местам, расположив их на максимально удобном для работы расстоянии. Нужно придумать систему обозначений, которая облегчит поиск предметов (наклейки на полки, каталоги и т. п.).

Сейсо – чистота. Следует поддерживать чистоту на участке.

Сейкетсу – наглядность. Необходимо выделить места, требующие особого внимания: «обозначьте на приборах опасные и оптимальные режимы работы», «инструкции, правила, режимы работы приборов должны находиться на видном месте рядом с оборудованием».

Сицукэ – ответственность, самодисциплина. Нужно принимать участие в жизни своего рабочего участка, улучшать дисциплину и безопасность, постоянно совершенствовать рабочие процессы.

Смысл системы «5С» в том, чтобы изменить поведение и образ мышления работника, воспитать в нем уважение к порядку и дисциплине. Но самоконтроль у работника появится не раньше, чем он привыкнет к каждодневному выполнению элементарных требований методики.

Казалось бы, ничего новаторского в этом подходе нет, но при добросовестном выполнении этих приемов можно добиться значительных результатов. Это связано с устранением многих потерь, ведущих к снижению производительности и, соответственно, прибыли. В частности:

– рациональное использование производственных площадей позволяет использовать их более продуктивно;

– грамотное размещение оборудования, инструментов, деталей сокращает время и трудозатраты на непроизводительные движения, связанные, например, с поиском нужных вещей;

– упорядоченное хранение необходимого количества материально-производственных запасов избавляет от бесполезных затрат на управление

лишними запасами, позволяет сохранять баланс производственных процессов, устранить перебои со снабжением.

Японские консультанты разработали для нашей страны российский аналог данной системы под названием «Упорядочение».

Ее отличительной особенностью является то, что она построена с учетом особенностей мышления российского персонала.

5 ПРИНЦИПОВ И 12 ШАГОВ СИСТЕМЫ «УПОРЯДОЧЕНИЕ»

Принципы системы:

1. Удаление ненужного.
2. Рациональное размещение предметов.
3. Уборка, проверка, устранение неисправностей.
4. Стандартизация правил.
5. Дисциплинированность и ответственность.

Необходимые шаги:

1. Подготовка к внедрению системы.
2. Удаление ненужного.
3. Рациональное размещение предметов.
4. Разработка правил по «удалению ненужного» и «рациональному размещению предметов».
5. Последовательная уборка.
6. Устранение неисправностей.
7. Выработка правил уборки.
8. Смазка.
9. Простая проверка.
10. Разработка правил проверки и смазки.
11. Стандартизация правил, выработанных в ходе шагов 4, 7 и 10.
12. Повседневная деятельность в рамках системы – дисциплинированность и ответственность.

Введение данной системы меняет производственное поведение людей, создает некую платформу для применения дальнейших инноваций в технологию и управление. В России примером применения «5С» может служить завод американской компании Caterpillar в Ленинградской области.

ПРОИЗВОДСТВО ПО ПРИНЦИПУ «ТОЧНО ВОВРЕМЯ»

Принцип производства необходимых деталей в необходимых количествах в нужное время обозначается термином «точно вовремя» (just-in-time). Он означает, например, что в процессе сборки автомобиля необходимые для этого детали, производящиеся в ходе других процессов, должны поступать к конвейерной линии в необходимое время и в необходимом количестве. Если система «точно вовремя» действует на всей фирме, она позволяет устранить на предприятии становящиеся ненужными запасы материалов, делая бесполезными

также складские запасы и склады. Затраты на содержание запасов уменьшаются, и норма капиталоборота растет.

Однако нельзя полагаться исключительно на методы централизованного планирования, которые определяют производственные графики сразу для всех стадий производства. В этих условиях трудно реализовать принцип «точно вовремя» на всех этапах производства. Поэтому, например, в системе Toyota следят за течением производственного процесса в обратном порядке. Рабочие, выполняющие определенный процесс, получают необходимые им детали с предшествующего процесса производства в нужное время и в нужном количестве. На предшествующем же процессе должно быть произведено только такое количество продукции, которое необходимо для замещения изъятого количества.

КАНБАН

Канбан – система управления производством, направленная на соблюдение принципов «точно вовремя» и на минимизацию производственных запасов.

Слово «Канбан» изначально означало специальную карточку, которая использовалась для информирования поставщика (внутреннего или внешнего) о необходимости начала производства или поставки деталей, узлов или полуфабрикатов заказчику. В дальнейшем кроме карточек стали использоваться специальные сигнальные системы.

Система циркулирования этих карточек напоминает расширяющиеся круги по воде, образованные брошенным камнем. Этим камнем является информация о запросах потребителя. Потребитель (покупатель готовой продукции или следующий по технологической цепочке участок, цех) диктует номенклатурный план производителю.

На стандартном производстве для обеспечения непрерывности производственного процесса необходимо создавать заделы заготовок, деталей, узлов. Однако постоянное наличие большого запаса увеличивает затраты на их хранение и требует существенных оборотных активов. Применение системы Канбан позволяет уменьшить размер производимой партии, сократить заделы, минимизировать или практически ликвидировать незавершенное производство. При организации системы с внешними поставщиками Канбан позволяет свести к минимуму объем материалов.

Канбан предусматривает использование двух видов специальных сопроводительных карточек:

- в *карточках отбора* указываются вид и количество изделий, которые должны поступить с предыдущего участка;
- в *карточках производственного заказа* – вид и количество продукции, которая должна быть изготовлена на предшествующем технологическом участке.

Карточки «Канбан» сопровождают изготавливаемые на предшествующем участке изделия на всех стадиях производства. Такое движение карточек долж-

но быть непрерывным на всех стадиях. Регулируя количество карточек и их параметры (размер партии), можно регулировать производственный процесс.

За счет исключительно высокой гибкости, создания повышенной готовности всей производственной системы к перестройке (а фактически только к настройке) система «канбан» обеспечивает возможность практически немедленного удовлетворения запросов покупателей. Так, средний производственный цикл выпуска одной партии конкретной модели легкового автомобиля на Toyota составляет всего 2 дня, что в 5 раз меньше, чем в США, и в 40 раз меньше, чем на некогда лучшем российском предприятии – АвтоВАЗе.

Метод управления отношениями с потребителями (CRM)

CRM (Customer Relations Management – управление взаимоотношениями с клиентами) – это стратегия, нацеленная на создание долговременных и прибыльных взаимоотношений с заказчиком через понимание их индивидуальных потребностей.

Термин CRM появился уже давно, в середине 1950-х годов. Но тогда идея не получила распространения. В последнее время общемировые тенденции выдвинули CRM на первый план.

В первую очередь, это усиление глобальной конкуренции и усложнение дифференциации продукции. Отвечая на внешние изменения, постепенно менялась и стратегия компаний – ориентация на производство продукции сменилась ориентацией на удовлетворение потребностей клиента. Технологические возможности возросли до такой степени, что стало возможным свести все сведения о клиентах в единую базу данных. Современные технологии позволяют создавать единое корпоративное хранилище данных, доступное как сотрудникам отдела маркетинга, так и руководству компании, службе поддержки, финансовым отделам и др.

Полноценная CRM-система уровня предприятия, составленная из различных прикладных программ, проникает в каждую область, имеющую дело с клиентами. В отделе маркетинга программное обеспечение для автоматизации исследований рынка помогает оценивать потенциальные возможности продвижения продукции. В отделе продаж – позволяет сохранять и анализировать информацию о клиентах и будущих событиях.

Слово «клиент» здесь подразумевает различные статусы тех экономических субъектов, отношения с которыми могут управляться этими системами. Это может быть не только собственно клиент, но и конкурент, партнер, поставщик и, наконец, просто сотрудник.

Внедрив CRM-систему, компания получает значительное конкурентное преимущество на рынке за счет повышения эффективности всех операций, связанных с взаимодействием с клиентом, а также получает новые возможности завоевания и удержания клиентов, роста их удовлетворенности.

Внедрением CRM-системы можно добиться следующих результатов:

– *Снижение издержек на продажи* – вследствие автоматизации с помощью CRM-системы рутинных операций продавцов (подготовка коммерческих предложений, подготовка и рассылка типовых документов, написание отчетов и т.п.), а также за счет автоматизации управления отделом продаж (выдача заданий сотрудникам и контроль их выполнения).

– *Повышение производительности труда* сотрудников отдела продаж благодаря автоматизации процессов календарного планирования, управления контактами, накопления информации по клиентам и рассылки печатной информации.

– *Увеличение прибыли компании*. Сотрудники отдела продаж имеют возможность пользоваться всей накопленной в CRM-системе информацией о клиентах и истории взаимодействия с ними. Это позволяет повысить количество заключаемых сделок, сократить сроки согласования условий.

– *Повышение вероятности заключения сделки*. Создаваемая база знаний по стандартным вопросам клиентов и ответам на них позволяет распространить лучший опыт на всех продавцов и повысить процент успешных сделок. Этому способствует и накапливаемая в CRM-системе база знаний по конкурентам, их сильным и слабым сторонам и методам борьбы с каждым из них.

– *Повышение точности прогнозов (планирования) продаж*. На основании накопленной в CRM-системе статистической информации можно проанализировать стандартный пошаговый цикл процесса продажи и оценить вероятность сделки на том или ином этапе.

– *Повышение эффективности маркетинговых мероприятий*. С помощью CRM-системы собирается информация о результатах маркетинговых мероприятий в разрезе каналов продвижения и маркетинговых сегментов, что позволяет оценивать их эффективность. Результативность маркетинга компании повышается также вследствие проведения более целенаправленных и сфокусированных маркетинговых акций, так как интегрированная в CRM-системе информация о клиентах дает возможность проводить детализированную сегментацию.

– *Снижение издержек на сервисное сопровождение*. CRM-система позволяет на основании анализа всей информации о запросах в сервисную службу сократить время разрешения возникающих у клиентов проблем, оптимизировать запасы сервисного склада, а также повысить производительность сотрудников сервисной службы за счет автоматизации рутинных операций и процесса выставления счетов за услуги.

– *Улучшение предоставляемого сервиса*. Опираясь на полную информацию обо всех обращениях клиентов, хранящуюся в CRM-системе, можно быстро и точно идентифицировать проблему клиента и определить необходимые ресурсы для ее решения.

– *Увеличение удовлетворенности клиентов.* Обращение клиента в сервисную службу с каким-либо вопросом может быть хорошим шансом продать ему дополнительные продукты или услуги. База знаний об обращениях и неполадках позволяет разрабатывать новые коммерческие предложения и ассоциировать их с конкретными типами запросов.

Метод эффективного обслуживания оборудования (ТРМ)

Словосочетание *Total Productive Maintenance* (ТРМ) родилось в 1960-е годы в Японии на предприятиях, входящих в группу Toyota, и с тех пор модель ТРМ непрерывно совершенствовалась.

Термин ТРМ не буквально, но точно по смыслу переводится как обслуживание оборудования, позволяющее обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла.

Пионером практического использования ТРМ стала компания Nippon Denso, производившая автомобильное электрооборудование. На предприятии весь персонал был вовлечен в кружки качества, производство полностью автоматизировано, и проблема эффективного использования сложного оборудования была решена с помощью двух основных идей. Операторы должны были не только использовать оборудование, но и осуществлять его текущее обслуживание, а на основе кружков качества была создана система поддержания в нормальном состоянии всего оборудования компании.

Создавшая эту систему компания в 1971 г. стала первым лауреатом премии ТРМ, ставшей с того времени в Японии ежегодной.

В современных условиях ТРМ все больше получает распространение в немашиностроительных отраслях, где состояние оборудования оказывает решающее влияние на уровень производительности труда, качества, травматизма, загрязнения окружающей среды. Среди тех, кто уже внедрил или внедряет ТРМ, помимо японских компаний, находятся также Eastman Kodak Co., Ford, Procter and Gamble, несколько заводов Pirelli, группа Dupont и многие другие компании Европы, Южной Америки и Азии, в том числе Китая. В России ТРМ пока не получила должного распространения, но работа в этой области уже начата в ОАО «Большевик» (кондитерская фабрика, Москва), ОАО «КамАЗ» и некоторых других компаниях.

Цель внедрения ТРМ – достичь предельной и комплексной эффективности производственной системы. Иными словами, получить максимально возможный результат в отношении объема производства (Production – P), качества продукции (Quality – Q), себестоимости (Cost – C), сроков поставок (Delivery – D), безопасности рабочих мест (Safety – S) и инициативы персонала (Moral – M) при минимальном использовании человеческих, материальных и финансовых ресурсов (рис. 1.27).

Эффект как материальный, так и нематериальный, полученный от внедрения системы, представлен в табл. 1.5 (данные представлены по японским предприятиям-лауреатам премии ТРМ).

Согласно концепции ТРМ, главное препятствие эффективному использованию оборудования составляют поломки, вызывающие остановку оборудования и приводящие к отклонению от нормального хода работы и, как следствие, влекущие за собой брак или другие потери. Поломки образуются из совокупности скрытых дефектов, таких как: пыль, грязь, налипание частиц материала, износ, ослабление, люфт, коррозия, деформация, трещины, вибрация и т. д.

Скрытые дефекты накапливаются, взаимно усиливая друг друга, в результате чего и происходит поломка. Поэтому в ТРМ разработана система выявления скрытых дефектов и приведения оборудования в нормальное состояние.

Центральным понятием ТРМ является стоимость на протяжении всего жизненного цикла – *Life Cycle Cost (LCC)*, которая включает в себя стоимость самого оборудования и расходы по его эксплуатации за весь срок службы. Выбор оборудования и методов его эксплуатации осуществляется с тем расчетом, чтобы минимизировать LCC.

Несмотря на то, что в основе ТРМ лежат, в общем-то, простые идеи, ее освоение требует немалых усилий и времени – от 3 до 10 лет, поскольку предполагает коренное изменение как мировоззрения и психологии отдельного работника, так и всей совокупности отношений между сотрудниками предприятия. Однако, как показывает опыт предприятий, внедривших эту систему, результаты именно такого рода перемен и составляют сегодня одно из главных преимуществ в конкуренции на мировом рынке.

Бенчмаркинг (методология реперных точек)

Бенчмаркинг (benchmarking) – это способ определения показателей работы подразделения или целой организации в сравнении с любыми другими подразделениями или организациями.

С помощью бенчмаркинга предприятие устанавливает систему (статистических) измерений и оценок показателей собственной работы (эффективности, производительности и т.п.) в самом широком смысле этого слова, составляя таким образом для себя представление об «оптимальном» или «самом передовом» методе работы.

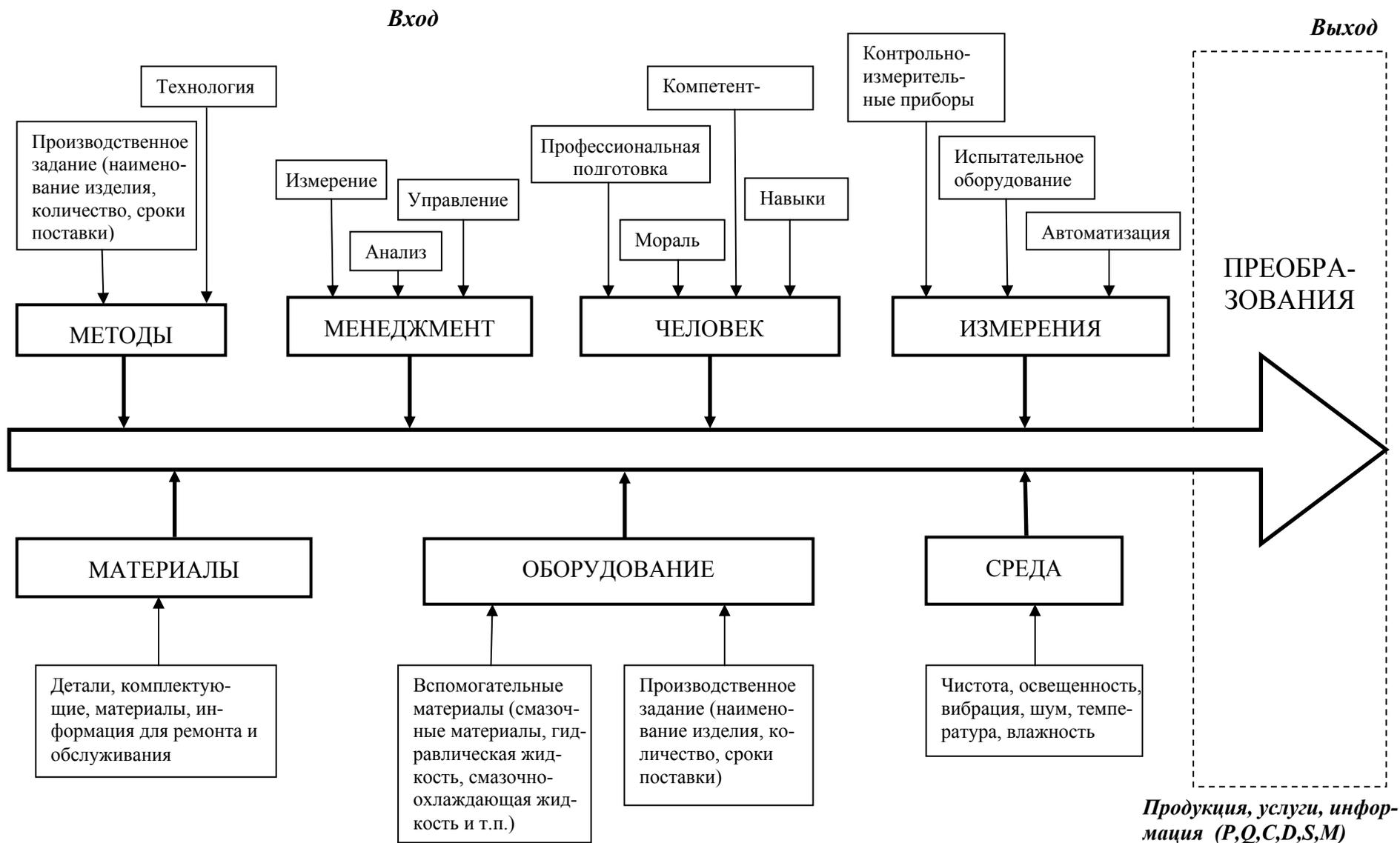


Рис. 1.27. Структурная модель процесса при внедренной ТРМ (потенциальные области для улучшений)

Результаты внедрения системы ТРМ

Материальные результаты			Нематериальный эффект
P	Производительность труда по добавленной стоимости	Увеличение в 1,5–2 раза	Текущее обслуживание оборудования операторами приобретает свою завершенность: они начинают заботиться о своем оборудовании сами, не дожидаясь указаний «сверху»
	Число случайных поломок и аварий	Сокращение в 10–250 раз	
	Загруженность оборудования	Увеличение в 1,5 –2 раза	
Q	Число случаев брака	Снижение в 10 раз	У работников появляется уверенность в том, что если они будут стремиться довести поломки и брак до нуля, то они смогут этого добиться
	Число рекламаций от потребителей	Уменьшение в 4 раза	
C	Себестоимость продукции	Снижение на 30%	
D	Запасы готовой продукции и незавершенное производство	Снижение на 50%	Благодаря избавлению рабочего места от пыли, грязи, масляных пятен появляется возможность преобразить его до неузнаваемости, сделав его светлым и чистым
	Случаи нарушения сроков поставок	Ноль	
S	Производственный травматизм, повлекший невыход на работу	Ноль		У посетителей создается хорошее впечатление о предприятии, что благоприятно сказывается на числе заказов
	Загрязнение окружающей среды	Ноль	
M	Число рационализаторских предложений	Увеличение в 5–10 раз	

В зависимости от целей и масштабов бенчмаркинга выделяют следующие его виды, представленные на рис. 1.28.



Рис. 1.28. Виды бенчмаркинга

Процесс бенчмаркинга подразумевает, что компании готовы выложить результаты своих статистических измерений и оценок в некое общедоступное место, где другие компании могут использовать их для сравнения. Обычно это происходит с помощью третьих сторон, которые сортируют такие данные, а затем делают их достоянием гласности, в то же время не раскрывая название и другие идентификационные сведения о компании, предоставившей эти данные. Сами компании при этом, конечно, могут узнать свои собственные данные и определяют, какое место в общем «неофициальном» рейтинге они занимают.

Одним из наиболее известных примеров бенчмаркинга является история компании Хегох, которая в 1980 году прошла самый скрупулезный и строгий бенчмаркинг после того, как ее руководство стало замечать, что их доля рынка медленно, но с опасным постоянством отдается японским конкурентам. Компания Хегох стала систематически анализировать продукцию и производственные процессы своих конкурентов, чтобы, исходя из этих сведений, реорганизовать собственное производство и систему сбыта, ставя перед собой цель не просто сравняться с конкурентами, но обязательно превзойти их. К 1989 году Хегох вернула себе значительную долю своего рынка и в том же году получила в США престижную премию «Приз за качество им. Малкольма Болдриджа» (Malcolm Baldrige Quality Award).

В Соединенных Штатах Америки и в Японии бенчмаркинг стал общепринятым и утвердившимся инструментом оценки и получает все большее распространение и в Европе. К примеру, компания Siemens интенсивно применяла бенчмаркинг, сравнивая свои показатели с показателями конкурентов и компаний из других сфер бизнеса (таких, как компании розничной торговли), желая получить четкие представления о том, как усовершенствовать свои непроизводственные сферы деятельности.

Система «20 ключей»

Выше были рассмотрены инструменты, применение которых позволяет организациям совершенствовать свою деятельность, добиваясь конкурентных преимуществ. Однако, значимого результата невозможно добиться, используя лишь какую-либо одну методику. Оптимальным вариантом для организаций могла бы являться новая, объединенная система всех преобразований.

Автором такой интегрированной методики стал японский профессор Ивао Кобаяси (компания Mitsubishi Heavy Industry).

«Система 20 ключей» или **Практическая программа революционных преобразований на предприятии (ППРПП)**, построенная на основе личного многолетнего опыта работы ее автора, как бы объединила в себе все существующие методики, позволяющие организациям повышать качество и эффективность работы.

Согласно этой системе вся деятельность компании разделяется на 20 областей, которые имеют важнейшее значение для конкурентоспособности и рента-

бельности. Затем каждая область оценивается по 5-балльной системе, что позволяет выявить слабые места. После этого компания реализует определенные мероприятия по усовершенствованию и развитию выявленных слабых направлений.

Основная особенность системы состоит в том, что помимо предоставления совокупности методов по усовершенствованию, она обеспечивает их интеграцию в одно целое. То есть усовершенствование в одной из сфер автоматически приводит к усовершенствованию в другой сфере.

Система получает все большее распространение в мире. ППРПП внедряют уже более чем в 50-ти странах, среди которых лидируют Япония, ЮАР, Великобритания, Германия. Активно внедряют эту систему также в Словении, Хорватии, Молдове.

Практический пример компаний Siemens, Cadbury, Gillette, Mitsubishi Electric, Gorenje и других показывает, какие значительные результаты, в том числе и финансовые, могут быть достигнуты. Так, компания Gorenje за четыре года действия «Системы 20 ключей» не только окупила расходы, но и получила прибыль, в пять раз превышающую первоначальные вложения.

Ключ 1. Наведение чистоты и порядка

Ключ 2. Рационализация системы управления

Ключ 3. Деятельность малых групп

Ключ 4. Сокращение материально-производственных запасов

Ключ 5. Технология быстрой переналадки

Ключ 6. Стоимостной анализ производственных операций

Ключ 7. Производство без постоянного присмотра

Ключ 8. Вспомогательные производства

Ключ 9. Обслуживание машин и оборудования

Ключ 10. Учет и распределение рабочего времени

Ключ 11. Система контроля качества

Ключ 12. Помощь поставщикам в повышении качества их продукции

Ключ 13. Устранение потерь

Ключ 14. Наделение рабочих полномочиями проводить улучшения

Ключ 15. Обучение смежным профессиям

Ключ 16. Планирование производства

Ключ 17. Управление производительностью труда

Ключ 18. Использование микропроцессоров

Ключ 19. Сбережение энергии и материалов

Ключ 20. Общая технология, технология производства.

Все 20 ключей можно подразделить на пять групп, позволяющих решать основные задачи, стоящие перед каждым предприятием:

- обустройство рабочего места;
- снижение расходов;
- повышение качества продукции и услуг;

- сокращение сроков проведения работ;
- применение современных технологий.

Из этих названий понятно, к какой задаче можно отнести тот или иной ключ.

Ценность ключей равнозначна и внедрение можно начать с любого из них. Но обычно начинают с первого или третьего ключа. Руководитель предприятия, на котором внедряется «Система 20 ключей», вправе сам выбрать, какой из ключей будет внедряться в первую очередь. Но наибольший эффект от преобразований возможен только при совокупном действии ключей, правильно подобранной их комбинации.

ППРПП – это определение и реализация комплекса мер, направленных на быстрое изготовление качественной продукции при низкой себестоимости технологически простым способом, это программа конкретных действий, таких как сокращение производственного цикла, отсутствие претензий и другие. При правильном проведении мероприятий по усовершенствованию согласно методике «Системы 20 ключей» на предприятии создается такая производственная система, которая позволяет в короткие сроки достигать увеличения объемов продаж за счет повышения удовлетворенности потребителей.

«Система 20 ключей» или ППРПП – это уже завершающий этап по совершенствованию деятельности на предприятии. А первоначальным шагом, как известно, является подтверждение соответствия стандартам ИСО 9001, создание действующей системы менеджмента качества.

В ППРПП многие направления связаны со стандартами ИСО серии 9000. Так, ключ 11 «Система контроля качества» содержит данные стандарты, ключи 1, 2, 5, 7 также взаимодействуют со стандартами ИСО серии 9000. Конечно, при сертификации на соответствие стандарту ИСО 9001 объектом внимания являются инструкции, а также организация работы по обеспечению качества. Фактически ППРПП охватывает все содержание стандарта ИСО 9001, и это позволяет более глубоко освоить требования системы менеджмента качества.

В данном разделе рассмотрено около тридцати методов, инструментов и методологий, предназначенных как для обеспечения контроля и управления, так и для улучшения качества процессов и продукции в организации. В связи с этим, возможно, возникнут вопросы:

- 1) Каким образом и какие инструменты следует выбирать для решения конкретных проблем (задач) в ходе реальной работы?
- 2) Есть ли среди этих инструментов какой-либо самый лучший (универсальный), пригодный для решения большинства проблем?

К сожалению, нельзя указать какой-то один универсальный метод (инструмент, методологию), являющийся самым лучшим, гарантирующим стопроцентное достижение успеха. Правильный выбор подходящего набора инструментов и методов контроля, анализа, управления, обеспечения и улучшения качества процес-

сов и продукции может быть выполнен многими способами и будет зависеть как от рассматриваемой проблемы, так и от индивидуальных особенностей и предпочтений специалистов, входящих в команду по улучшению качества.

Контрольные вопросы

1. Для достижения каких целей используется FMEA-методология? Ответы на какие вопросы стараются получить с ее помощью?
2. Для решения каких задач предназначена QFD-методология?
3. Почему таблицу-матрицу часто называют «домом качества»?
4. Для чего используется бенчмаркинг? В чем состоят основные этапы бенчмаркинга?
5. В каких корпорациях впервые была осуществлена методология «Шесть сигм»?
6. Какие условия обеспечивают наиболее успешное применение проекта «Шесть сигм» в организации?
7. Что такое «бережливое производство»?
8. Какие элементы «бережливого производства» Вы знаете?
9. В чем состоит управление отношениями с потребителями (клиентами)?
10. Что представляет собой «Система 20 ключей» или ППРПП? В чем заключается основная особенность этой системы?
11. Перечислите «20 ключей». Что они дают?

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ «СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА»

Все практические работы должны быть выполнены в соответствии с заданием, отчеты по работам должны быть оформлены согласно требованиям, приведенным в Приложении 1.

Практическая работа № 1 «Сбор информации для анализа качества продукции»

Цель работы: научить студентов собирать информацию по качеству объектов, анализировать статистическую информацию и выработать у студентов навыки принятия управленческих решений по повышению качества, основанных на фактах.

Общие положения и методические указания к работе

Требуется произвести:

- 1) сбор информации по качеству (например, по качеству посещаемости занятий);
- 2) разработать и заполнить контрольный листок учета данных по качеству;
- 3) проанализировать информацию.

1. Как собирать данные

1.1. Имейте четко определенные цели

Руководством к нашим действиям служат данные, из которых мы узнаем о фактах и принимаем соответствующие меры. Прежде чем начать собирать данные, надо решить, что вы будете с ними делать.

На машиностроительном заводе был осуществлен выборочный входной контроль одной покупной детали. Партия, которую следовало забраковать, в порядке исключения была принята, чтобы не срывать план производства. Однако ничего особенного с самой партией сделано не было. Это означает, что и партии, соответствующие требованиям технических условий, и партии, не соответствующие этим требованиям, были пропущены к следующей операции. Данные, полученные в ходе входного контроля, предназначались для определения приемлемости партий, но они совершенно не использовались.

Цели сбора данных в процессе контроля качества состоят в следующем:

- *контроль и регулирование производственного процесса;*
- *анализ отклонений от установленных требований;*
- *контроль продукции.*

Любые собираемые данные имеют свое назначение, и после того, как информация собрана, нужно начинать с ней работать.

1.2. Какова ваша цель?

Когда цель сбора данных установлена, она становится основой для определения характера сравнений, которые надлежит произвести, и типа данных, которые нужно собрать. Пусть, например, возник вопрос о вариации в показателе качества изделия. Если производить только один замер в день, то нельзя судить о вариациях в течение дня. Или, если вы хотите понять, каким образом два разных работника допускают дефекты, то надо брать отдельные выборки, чтобы можно было сравнить работу каждого из них. Если сравнение выявляет явные различия, то меры по их устранению также будут способствовать уменьшению изменчивости процесса.

Подобное *разделение группы данных на несколько подгрупп по определенному признаку называется **расслоением** или **стратификацией*** (см. раздел 1.1). Она чрезвычайно важна. Надо, чтобы стало привычкой во всех случаях применять стратификацию.

Затем, предположим, вы хотите узнать зависимость между количеством определенного ингредиента и твердостью продукта. В этом случае, т.е. если нужно узнать, есть ли зависимость между значениями двух показателей, данные следует собирать парами. Когда есть парные данные, их можно проанализировать с помощью *диаграмм рассеивания*, о которых рассказано в разделе 1.1.

1.3. Надежны ли измерения?

Даже если выборки взяты правильно, можно прийти к неверному суждению при ненадежных результатах измерения.

Например, данные одного из контролеров показали, что доля дефектов у него значительно превышает результаты других контролеров, а последующая тщательная проверка выявила, что этот контролер пользовался неисправным измерительным инструментом.

В случае органолептического контроля, например, при осмотре, подобные расхождения в результатах отдельных контролеров – весьма обычное дело. Этот факт следует учитывать при сборе и анализе данных.

1.4. Подыщите правильные способы регистрации данных

Когда данные собраны, для их анализа 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** (без такой регистрации данные окажутся мертвыми). Весьма часто, несмотря 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; станок, на котором производилась обработка; рабочий, выполнявший 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 (средние размеры и размах), то лучше их записывать так, чтобы облегчить эти вычисления. Например, результаты измерений ста образцов, проводимые четыре раза в день (в 9.00; 11.00; 14.00; 16.00) в течение 25 дней, удобно регистрировать в форме, показанной в табл. 2.1, где по горизонтали фиксируется время измерения, а по вертикали – дата. В этом случае ежедневные подсчеты можно проводить по строкам, а подсчеты для соответствующих часов – по столбцам. Если данные требуется собирать постоянно, то надо заранее разработать стандартные формы регистрации данных.

Таблица 2.1

Пример формы регистрации данных

Дата	Время измерения, час			
	9.00	11.00	14.00	16.00
1 февраля	12,3	11,5	13,2	14,2
2 февраля	13,2	12,5	14,0	14,0
3 февраля	...	...	...	...

2. Контрольные листки

Как уже было сказано, прежде чем начать собирать данные, надо определить четкую цель и, кроме того, нужно собирать те данные, которые отражают факты. В реальных ситуациях важно, чтобы данные регистрировались в простой и доступной для использования форме.

Контрольный листок – бумажный бланк, на котором заранее напечатаны контролируемые параметры с тем, чтобы можно было легко и точно записать данные измерений. Его главное назначение двояко:

- 1) облегчить процесс сбора данных;
- 2) автоматически упорядочить данные для облегчения их дальнейшего использования.

Сбор и регистрация данных на первый взгляд кажутся легким делом, на самом же деле это довольно сложно. Обычно, чем больше людей обрабатывают данные, тем больше вероятность появления ошибок в процессе записи. Поэтому контрольный листок, на который можно заносить информацию с помощью пометок или простых символов и который позволяет автоматически упорядочить данные без их последующего переписывания от руки, – хорошее средство регистрации. Приведем примеры некоторых типов контрольных листков.

Пример 1. Контрольный листок для регистрации распределения измеряемого параметра в ходе производственного процесса.

Пример 2. Контрольный листок для регистрации видов дефектов.

На рис. 2.2 показан контрольный листок, используемый в процессе приемочного контроля одной штампованной пластиковой детали.

Всякий раз, когда контролер обнаруживает дефект, он делает в нем пометку. В конце рабочего дня он может быстро подсчитать число и разновидности встретившихся дефектов.

Просто знание числа дефектов не позволяет принять решение о корректирующих мерах, но если используется листок, подобный этому, он может дать важную информацию для совершенствования процесса, поскольку показывает, какие виды дефектов встречаются часто, а какие – нет.

Контрольный листок		
Наименование изделия: _____	Дата: _____	
Производственная операция: _____	Участок: _____	
Приемочный контроль _____		
Тип дефекта: царапина, пропуск операции, трещина, неправильная обработка _____	Фамилия контролера: _____	
	Номер партии: _____	
Общее число проконтролированных изделий: 1525 _____	Номер заказа: _____	
Примечания: по всем проконтролированным изделиям _____		
Тип дефекта	Результат контроля	Итоги по типам дефектов
Поверхностные царапины	/// // // //	17
Трещины	/// // /	11
Пропуск операции	/// // // // // /	26
Неправильное исполнение операции	/// /	3
Другие	////	5
	И Т О Г О	62
Общее число забракованных деталей		42

Рис. 2.2. Контрольный листок видов дефектов

Используя подобный контрольный листок, нельзя потом произвести расслоение данных, разбив их, например, на утреннюю и вечернюю смены, как это было возможно с листком, представленным в табл. 2.1. Поэтому, если расслоение необходимо, то при разработке бланка это нужно предусмотреть заранее.

Надо также продумать, как регистрировать данные в том случае, если в изделии содержится два дефекта, и нужно дать инструкции людям, которые маркируют изделия. В случае, представленном на рисунке 2.2, забракованными оказались 42 изделия из 1525, но общее число обнаруженных дефектов – 62, поскольку в некоторых изделиях содержалось по два или более дефектов.

Пример 3. Контрольный листок локализации дефектов.

Во всех видах продукции обнаруживаются внешние дефекты, такие, как царапины или грязь, и на многих предприятиях предпринимаются разные меры для их сокращения. Большую роль в решении этой проблемы играют контрольные листки локализации дефектов (рис. 2.3). В листках такого рода есть эскизы или схемы, на которых делаются пометки, так что можно пронаблюдать расположение дефектов.

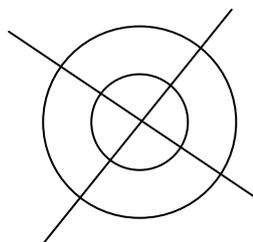
Контрольный листок локализации раковин

Наименование и номер изделия: _____

Материал: _____

Изготовитель: _____

1. Эскиз



2. Матрица расположения дефектов

Вдоль оси По окружности	1	2	3	4	5	6	7	10
A			/					1
B								
C								
D								
E	///		///					9
F	/	//						3
G								
H								
10	4	2	7					13

Рис. 2.3. Контрольный листок локализации дефектов

На рис. 2.3 показан контрольный листок, используемый на машиностроительном заводе для входного контроля отливок. Дефект – раковины в отливках, и раньше поставщика информировали только о приемке или браковке партий и числе дефектов в партии, но качество не улучшалось. После того как были введены листки локализации дефектов, на которых фиксировалось возможное место расположения раковин, качество отливок резко улучшилось, поскольку облегчился поиск причин дефектов. Такого типа контрольные листки необходимы для диагноза процесса, поскольку причины дефектов часто можно найти, исследуя места их возникновения и наблюдая процесс в поисках объяснений, почему дефекты концентрируются именно в этих местах.

Пример 4. Контрольный листок причин дефектов.

Листок локализации дефектов, описанный в предыдущем примере, используется для привлечения внимания к местам возникновения дефектов. Кроме того, контрольные листки применяются иногда с целью определения причин дефектов. Вообще говоря, большинство исследований, нацеленных на поиск причин дефектов, предполагают сравнение данных о причинах с соответствующими данными о последствиях дефектов, сопоставляя их в строго установленном порядке для последующего анализа путем стратификации или с использованием диаграмм рассеивания. Но если случай достаточно простой, то можно фиксировать необходимые данные прямо в контрольном листке.

Например, на рис. 2.4 представлен контрольный листок для регистрации дефектов в ручках, изготовленных из бакелита, с учетом станков, рабочих, дней изготовления и типов дефектов. С первого взгляда видно, что рабочий В допускает много дефектов. Все рабочие допустили много дефектов в среду. Исследование причин дефектов показало, что рабочий В недостаточно часто менял штампы, а причиной дефектов, допущенных в среду, послужило плохое качество исходного сырья.

С той же целью можно использовать контрольные листки в виде диаграмм причин и результатов, которые понятны каждому рабочему. Такие диаграммы вычерчиваются заранее, и когда становится ясна причина или условия допущения дефекта, то у соответствующей стрелочки делается пометка. По этой диаграмме можно определить, устранению каких причин важно отдавать предпочтение.

Помимо описанных примеров, существует большое число других контрольных листков и форм, используемых на производстве. Они разрабатываются, прежде всего, с учетом цели сбора данных, а потом создаются модификации, подходящие для поставленных целей и облегчающие сбор и регистрацию данных.

Оборудование	Рабочий	Пон.		Вт.		Ср.		Чт.		Пят.		Суб.	
		до обеда	после обеда	до обеда	после обеда	до обеда	после обеда	до обеда	после обеда	до обеда	после обеда	до обеда	после обеда
Станок 1	А	•• × *	• ×	•••	• ××	••• ×××	•••• ×××	•••• × **	• ××	••••	••	•	×× *
	В	• ×× *	••• ××× *	••••• ××	••• ××	••••• ×× *	••••• × *	••••• ××	••• × **	•• ×× *	•••••	•• ×	•••• ×× *
Станок 2	С	•• ×	• ×	••	*	••••• ×	••••• ×	••	• *	•• Δ	•• ○	• Δ	• ○
	Д	•• ×	• ×	•• Δ	••• *	••• Δ *	••••• ×	•• *	•• Δ	•• ΔΔ ○○	• **	•• × ○	• ××

- – поверхностные царапины
- Δ – дефекты конечной обработки
- – другие дефекты
- × – раковины
- * – неправильная форма

Рис. 2.4. Контрольный листок причин дефектов

Практическая работа № 2 «Анализ Парето»

Цель работы: научить студентов использовать статистические методы в контроле качества, анализировать статистическую информацию по качеству и выработать у студентов навыки принятия управленческих решений по повышению качества, основанных на фактах.

Общие положения и методические указания к работе

Требуется произвести:

- 1) анализ информации по качеству (например, по качеству посещаемости занятий);
- 2) проанализировать причины плохого качества или снижения качества;
- 3) построить диаграмму Парето по причинам;
- 4) сделать выводы на основании диаграммы и принять решения, направленные на предупреждение причин низкого качества объекта.

1. Что такое диаграммы Парето?

Проблемы качества оборачиваются потерями (дефектные изделия и затраты, связанные с их производством). Чрезвычайно важно прояснить картину распределения потерь. Большинство из них будет обусловлено незначительным числом видов дефектов, вызванных небольшим количеством причин. Таким образом, выяснив причины появления немногочисленных существенно важных дефектов, можно устранить почти все потери, сосредоточив усилия на ликвидации именно этих причин и отложив пока рассмотрение причин, приводящих к остальным многочисленным несущественным дефектам. Такого рода проблема успешно решается с помощью диаграммы Парето.

В 1897 г. итальянский экономист В. Парето изобрел формулу, показывающую, что блага распределяются неравномерно (см. прил. 2). Эта же теория была проиллюстрирована на диаграмме американским экономистом М. С. Лоренцем в 1907 г. Оба ученых показали, что в большинстве случаев наибольшая доля доходов или благ принадлежит небольшому числу людей. Доктор Д. М. Джуран применил диаграмму и формулу М. Лоренца в сфере контроля качества для классификации проблем качества на **немногочисленные существенно важные** и **многочисленные несущественные** и назвал этот метод *анализом Парето*. Он указал, что в большинстве случаев подавляющее число дефектов и связанных с ними потерь возникает из-за относительно небольшого числа причин.

2. Как построить диаграмму Парето?

Этап 1

Решите, какие проблемы надлежит исследовать и как собирать данные.

1) Какого типа проблемы вы хотите исследовать?

Пример: дефектные изделия, потери в деньгах, случаи пропусков занятий.

2) Какие данные надо собирать и как их классифицировать?

Пример: по видам дефектов, по месту их появления, по процессам, по станкам, по рабочим, по причинам.

Примечание. Суммируйте остальные нечасто встречающиеся признаки под общим заголовком «прочие».

3) Установите метод и период сбора данных.

Примечание. Если это рекомендуется, используйте специальный бланк.

Этап 2

Разработайте контрольный листок для регистрации данных с перечнем видов собираемой информации. В нем надо предусмотреть место для графической регистрации данных проверок (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Контрольный листок регистрации данных

Типы дефектов	Группы данных	Итого
Трещины	/// //	10
Царапины	/// // // /// ... // //	42
Пятна	/// |	6
Деформация	/// // // // ... // ///	104
Разрыв	/// |	4
Раковины	/// // // //	20
Прочие	/// // ///	14
Итого		200

Этап 3

Заполните листок регистрации данных и подсчитайте итоги.

Этап 4

Для построения диаграммы Парето разработайте бланк таблицы для проверок данных, предусмотрев в нем графы для итогов по каждому проверяемому признаку в отдельности, накопленной суммы числа дефектов, процентов к общему итогу и накопленных процентов (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Таблица данных для построения диаграммы Парето

Типы дефектов	Число дефектов	Накопленная сумма числа дефектов	Процент числа дефектов по каждому признаку в общей сумме	Накопленный процент
Деформация	104	104	52	52
Царапины	42	146	21	73
Раковины	20	166	10	83

Типы дефектов	Число дефектов	Накопленная сумма числа дефектов	Процент числа дефектов по каждому признаку в общей сумме	Накопленный процент
Трещины	10	176	5	88
Пятна	6	182	3	91
Разрыв	4	186	2	93
Прочие	4	200	7	100
Итого	200	–	100	–

Этап 5

Расположите данные, полученные по каждому проверяемому признаку, в порядке значимости и заполните таблицу (см. табл. 2.3).

Примечание. Группу «прочие» надо поместить в последнюю строку вне зависимости от того, насколько большим получилось число, так как ее составляет совокупность признаков, числовой результат по каждому из которых меньше, чем самое маленькое значение, полученное для признака, выделенного в отдельную строку.

Этап 6

Начертите одну горизонтальную и две вертикальные оси.

1) Вертикальные оси:

(а) левая ось: нанесите на эту ось шкалу с интервалами от 0 до числа, соответствующего общему итогу;

(б) правая ось: нанесите на эту ось шкалу с интервалами от 0 до 100%.

2) Горизонтальная ось: разделите эту ось на интервалы в соответствии с числом контролируемых признаков.

Этап 7

Постройте столбчатую диаграмму.

Этап 8

Начертите кумулятивную кривую (кривую Парето).

На вертикалях, соответствующих правым концам каждого интервала на горизонтальной оси, нанесите точки накопленных сумм (результатов или процентов) и соедините их между собой отрезками прямых.

Этап 9

Нанесите на диаграмму все обозначения и надписи:

1) надписи, касающиеся диаграммы (название, разметка числовых значений на осях, наименование контролируемого изделия, имя составителя диаграммы);

2) надписи, касающиеся данных (период сбора информации, объект исследования и место его проведения, общее число объектов контроля (рис. 2.5)).

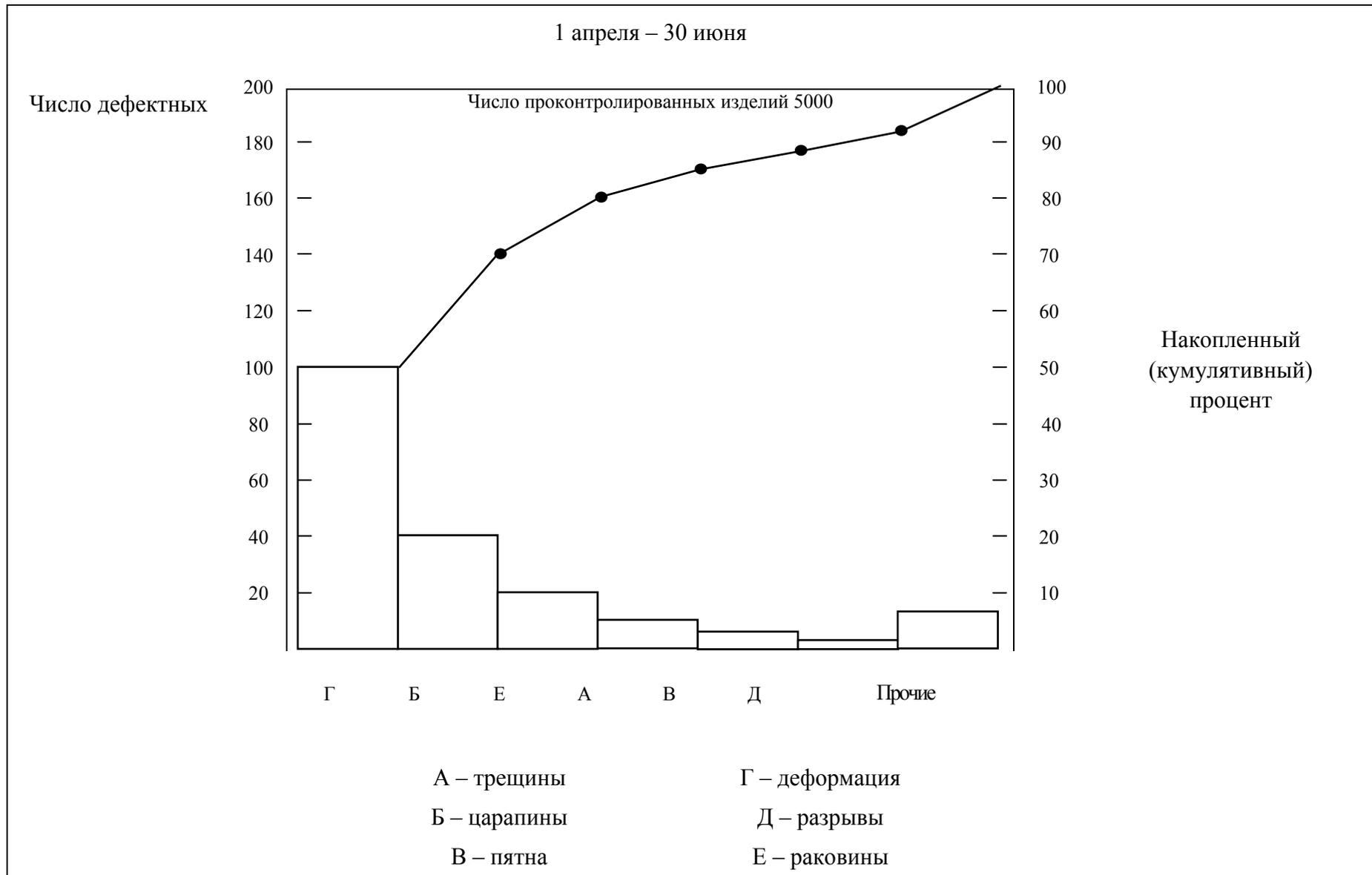


Рис. 2.5. Диаграмма Парето по типам дефектов

3. Диаграммы Парето по результатам деятельности и по причинам

Как уже было сказано, построение диаграмм Парето – метод определения *немногочисленных существенно важных* факторов. Различают два вида таких диаграмм.

1) Диаграмма Парето по результатам деятельности

Эта диаграмма предназначена для выявления главной проблемы и отражает следующие нежелательные результаты деятельности:

- качество: дефекты, поломки, ошибки, отказы, рекламации, ремонты, возвраты продукции;
- себестоимость: объем потерь, затраты;
- сроки поставок: нехватка запасов, ошибки в составлении счетов, срыв сроков поставок;
- безопасность: несчастные случаи, трагические ошибки, аварии.

2) Диаграмма Парето по причинам

Эта диаграмма отражает причины проблем, возникающих в ходе производства, и используется для выявления главной из них:

- рабочий: смена, бригада, опыт работы, квалификация, индивидуальные характеристики;
- оборудование: станки, агрегаты, инструменты, оснастка, организация использования, модели, штампы;
- сырье: изготовитель, вид сырья, завод-поставщик, партия;
- метод работы: условия производства, заказы-наряды, приемы работы, последовательность операций.

Советы по построению диаграмм Парето

1. Воспользуйтесь разными классификациями и составьте много диаграмм Парето. Суть проблемы можно уловить, наблюдая явление с разных точек зрения, поэтому важно опробовать различные пути классификации данных, пока не выявятся немногочисленные существенно важные факторы, что и служит целью анализа Парето.

2. Нежелательно, чтобы группа «прочие» факторы составляла большой процент. Если такое происходит, значит, объекты наблюдения расклассифицированы неправильно и слишком много объектов попало в одну группу. В этом случае надо использовать другой принцип классификации.

3. Если данные можно представить в денежном выражении, лучше всего показать это на вертикальных осях диаграммы Парето. Если нельзя оценить существующую проблему в денежном выражении, само исследование может оказаться неэффективным. Затраты – важный критерий измерений в управлении.

Советы по использованию диаграмм Парето

1. Если нежелательный фактор можно устранить с помощью простого решения, это надо сделать незамедлительно, независимо от того, каким бы незначительным он ни был. Поскольку диаграмма Парето расценивается как эффективное средство решения проблем, значит, следует рассматривать только немногочисленные существенно важные причины. Однако если относительно неважная причина устраняется простым путем, это послужит примером эффективного решения проблемы, а приобретенный опыт, информация и моральное удовлетворение окажут большое воздействие на дальнейшую процедуру решения проблем.

2. Не упускайте возможности составить диаграмму Парето по причинам.

3. После выявления проблемы путем составления диаграммы Парето по результатам, важно определить причины возникновения проблемы, чтобы решить ее. Поэтому если мы хотим улучшений, важно составить диаграмму Парето по причинам.

Упражнение 1. Проанализируйте данные табл. 2.4, составляя различные диаграммы Парето.

Таблица 2.4

Рабочий	Станок	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница
А	1	.... // oo ▲▲ *	..... / ooo ▲	..... //// oooo ▲▲ *	.... / ooo ▲▲	..... / oooo ▲▲▲
	2	.. / o	... // oo *	... //// oo ▲	.. / o ▲	.. // o ▲
В	3	.. // o ▲	..... / o	... //// o ▲	... / o ▲ *	..... / oo ▲
	4	.. / oo *	... / o ▲	... //// oo ▲	... / ▲	.. / oo ▲

· Деформация / Царапины ° Раковины ▲ Трещины * Прочие

Практическая работа № 3 «Диаграмма причин и результатов»

Цель работы: научить студентов использовать статистические методы в контроле качества, анализировать статистическую информацию по качеству, причины и факторы, влияющие на качество и выработать у студентов навыки принятия управленческих решений по повышению качества, основанных на анализе причин низкого качества.

Общие положения и методические указания к работе

Требуется произвести:

- 1) анализ информации по качеству (например, по качеству посещаемости занятий);
- 2) проанализировать основной показатель качества и определить факторы, влияющие на качество;
- 3) построить диаграмму причин и результатов;
- 4) сделать выводы на основании диаграммы и принять решения, направленные на предупреждение причин низкого качества.

1. Что такое диаграммы причин и результатов?

Результат процесса зависит от многочисленных факторов, между которыми существуют отношения типа «причина – результат». Мы можем определить структуру или характер этих многофакторных отношений благодаря систематическим наблюдениям. Трудно решить сложные проблемы, не зная этой структуры, которая представляет собой цепь причин и результатов. Диаграмма причин и результатов – средство, позволяющее выразить эти отношения в простой и доступной форме.

В 1953 г. профессор Токийского университета Каору 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 использовать на практике, она оказалась весьма полезной и получила широкое распространение во многих компаниях Японии. Она была включена в японский промышленный стандарт (JIS) на терминологию в области контроля качества и определяется в нем следующим образом: **диаграмма причин и результатов** – диаграмма, которая показывает отношение между показателем качества и воздействующими на него факторами.

В настоящее время эта диаграмма используется во всем мире не только применительно к показателям качества продукции, но и в других областях.

2. Как построить диаграмму причин и результатов?

Построить диаграмму причин и результатов – непростое дело. С полным правом можно заявить, что те, кто преуспели в решении проблем контроля качества, – это как раз те, кто освоил построение настоящих диаграмм. Существует много способов их построения, но здесь будут рассмотрены два наиболее типичных. Прежде чем приступить к описанию процедуры их построения на примере, разъясним их структуру.

2.1. Структура диаграммы причин и результатов и конкретный пример

Диаграмму причин и результатов иначе называют диаграммой «рыбий скелет», поскольку она напоминает скелет рыбы, что видно на рис. 2.6. Иногда ее также называют «деревом» или диаграммой «речных притоков». Мы же воспользуемся названием «рыбий скелет». Конкретный пример приведен на рис. 2.7.

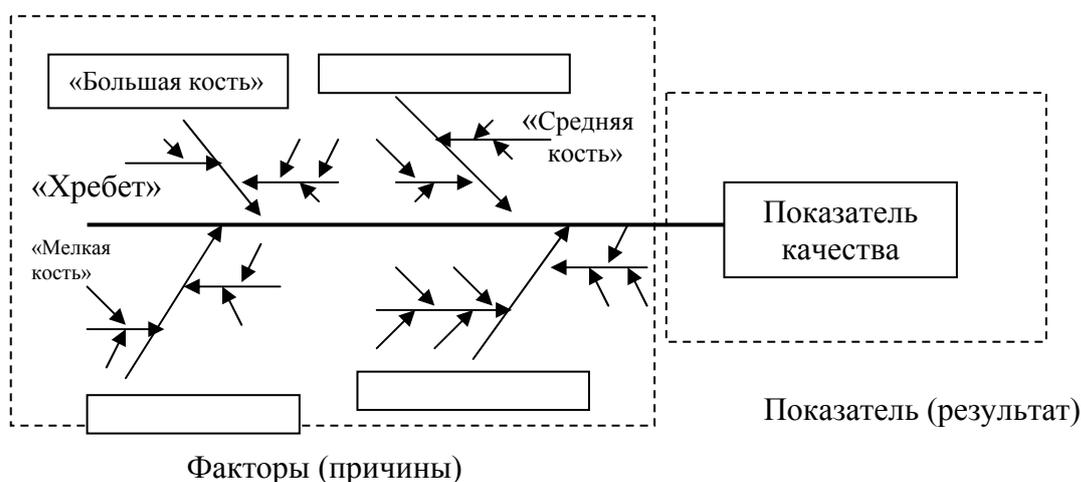


Рис. 2.6. Структура диаграммы причин и результатов

2.2. Метод построения диаграмм причин и результатов для определения причин

Этап 1

Определите показатель качества.

Этап 2

Выберите один показатель качества и напишите его в середине правого края чистого листа бумаги. Слева направо проведите прямую линию («хребет»), а записанный показатель заключите в прямоугольник. Далее напишите главные причины, которые влияют на показатель качества, заключите их в прямоугольник и соедините с «хребтом» стрелками (в виде «больших костей хребта»).

Этап 3

Напишите причины (вторичные), влияющие на главные причины («большие кости»), и расположите их в виде «средних костей», примыкающих к «большим». Напишите причины третичного порядка, которые влияют на вторичные причины, и расположите их в виде «мелких костей», примыкающих к «средним».

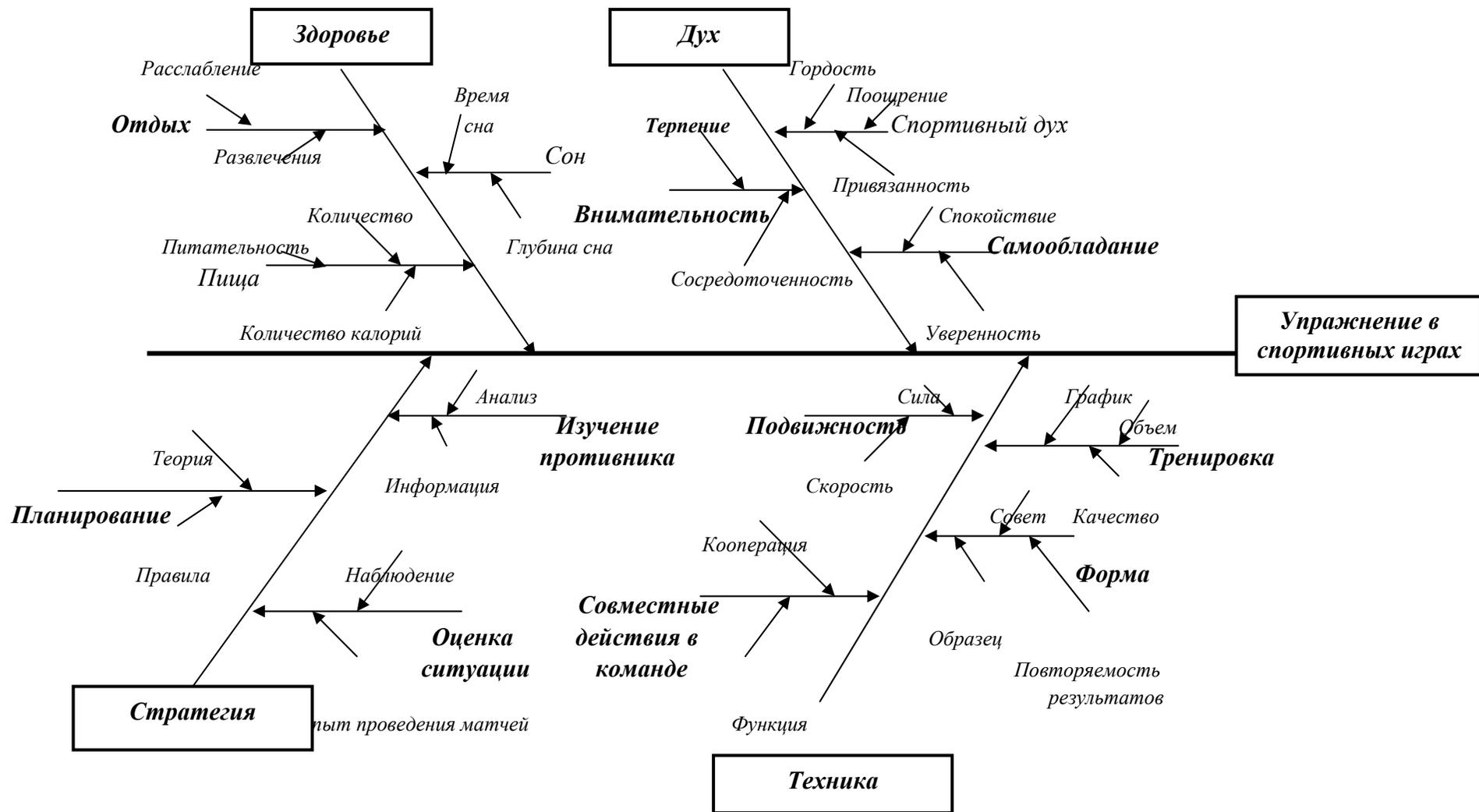


Рис. 2.7. Пример диаграммы причин и результатов

Этап 4

Проранжируйте факторы по их значимости и выделите особо важные, которые предположительно оказывают наибольшее влияние на показатель качества.

Этап 5

Запишите всю необходимую информацию.

Применяя эту процедуру на практике, вы зачастую можете сталкиваться с трудностями. Наилучший способ в этом случае – рассмотреть проблему с точки зрения «изменчивости». Например, когда вы думаете о «больших костях», порассуждайте об изменениях в показателях качества. Если данные показывают, что изменения существуют, подумайте, почему так происходит. Изменение результата может обуславливаться изменениями в факторах. Такой поворот мысли весьма эффективен.

Когда вы строите диаграмму причин и результатов применительно к конкретному дефекту, вы, например, можете обнаружить, что число дефектов, допускаемых в разные дни недели, различно. Если обнаружится, что дефекты более часто встречаются в понедельник, чем в другие дни недели, вы можете задать вопрос: «А почему дефекты в понедельник допускаются чаще, чем в другие дни недели?», «Почему они возникают?». Это заставит вас обратиться к рассмотрению факторов, которые отличают понедельник от других дней недели, что в результате приведет к обнаружению причины дефекта.

Прибегнув к такому способу рассуждения на каждой стадии исследования отношений между показателем качества и «большими костями», между «большими» и «средними», а также между последними и «мелкими костями», возможно логическим путем построить полезную диаграмму причин и результатов.

После того как вы завершили построение диаграммы, следующий шаг – распределение факторов по степени их важности. Не обязательно все факторы, включенные в диаграмму, будут оказывать сильное влияние на показатель качества. Обозначьте те, которые, на ваш взгляд, оказывают наибольшее воздействие.

И, наконец, нанесите на диаграмму всю необходимую информацию: ее название, наименование изделия, процесса или группы процессов, имена участников процесса, дату и т.д.

2.3. Процедура построения диаграммы причин и результатов для систематизации списка причин

Этап 1

Решите, какой показатель качества вы будете исследовать.

Этап 2

Отыщите как можно большее число причин, которые, возможно влияют на этот показатель.

Этап 3

Рассмотрите отношения между причинами и постройте диаграмму, сочленяя ее элементы на основе отношений «причина – результат» с показателем качества.

Этап 4

Установите важность каждого фактора и отметьте основные факторы, которые, на наш взгляд, оказывают наибольшее воздействие на показатель качества.

Этап 5

Запишите всю необходимую информацию.

Объяснение процедуры

Такой подход характеризуется сочетанием двух различных видов деятельности: поиск наибольшего возможного числа причин и их систематизация.

Для поиска причин проведите, в случае необходимости, активное обсуждение. Эффективным методом, применяемым в таком случае, будет «мозговой штурм», придуманный в США А.Ф. Осборном (см. раздел 1.2).

При построении диаграммы причин и результатов причины лучше систематизировать, рассматривая их в последовательности от «мелких костей» к «средним» и от «средних» к «большим».

3. Рекомендации по построению и использованию диаграмм

Советы по построению диаграмм

1) Определите все факторы, имеющие отношение к рассматриваемой проблеме, путем наблюдения и опроса многих людей.

Из всех факторов, указанных на диаграмме, надо выделить те, которые оказывают наибольшее воздействие на показатель качества. Если на первоначальной стадии еще до построения диаграммы из вашего поля зрения выпал какой-то фактор, он не появится на более поздней стадии. Поэтому чрезвычайно важно на стадии подготовки диаграммы привлечь к обсуждению как можно больше людей, чтобы диаграмма была полной, и в ней ничего не было упущено.

2) Сформулируйте показатель как можно точнее.

Если показатель сформулирован абстрактно, то будет построена диаграмма, основанная на общих соображениях. И хотя она будет правильной с точки зрения отношений «причина – результат», в ней мало проку при решении конкретных проблем.

3) Постройте столько диаграмм причин и результатов, сколько показателей вы хотите исследовать.

4) Выберите такие показатели качества и такие факторы, которые можно измерить.

После составления диаграммы причин и результатов надо с помощью объективных данных можно оценить силу отношений «причина – результат». Чтобы это стало возможным, и показатель качества, и факторы, на него влияю-

щие, должны быть измеримыми. Если их невозможно измерить, надо все-таки попытаться это сделать или найти показатели – заменители.

5) Отыщите факторы, по которым надлежит принять меры.

Если по обнаруженной причине нельзя предпринять никаких действий, проблема неразрешима. Чтобы процесс совершенствования стал эффективным, надо разбивать причины на подпричины до тех пор, пока по каждой из них можно предпринять действия, иначе сам процесс их выявления превратится в бессмысленное упражнение.

Советы по использованию диаграмм

1) Установите важность каждой причины на основе объективных значений или данных.

Анализ факторов с помощью собственного опыта или знаний важен, но устанавливать их важность только на основе субъективных представлений или впечатлений, опасно. Большинство проблем, которые разрешимы таким путем, вероятно, уже решены, а оставшиеся нерешенные проблемы решить так уже нельзя. Объективное установление важности факторов с помощью данных – более научный и логический подход.

2) Пытайтесь постоянно совершенствовать диаграмму причин и результатов, пока вы ею пользуетесь.

Использование диаграммы поможет вам обнаружить элементы, которые нужно проверить, устранить или модифицировать, а также те элементы, которые надо добавить. Следует прилагать постоянные усилия по совершенствованию диаграммы, только тогда можно получить действительно ценную диаграмму, которая поможет в решении проблем и в то же время повысит вашу собственную квалификацию и знание технологии.

Диаграммы Парето и диаграммы причин и результатов

Для решения проблем рекомендуется применять разные методы, и использование диаграммы Парето в сочетании с диаграммой причин и результатов особенно полезно. Ниже приводится типичный пример.

4. Выбор проблем

Приведем пример, иллюстрирующий применение диаграммы Парето для исследования отклонений в технологическом процессе. Когда данные, собиравшиеся в течение двух месяцев, были расклассифицированы по группам дефектов (рис. 2.8), оказалось, что наибольшую группу составляют дефекты отклонения от установленных размеров – 48 % общего числа дефектов. Мы попытались уменьшить число дефектов, сконцентрировав внимание на устранении отклонений в размерах.

С 1 июня по 31 июля

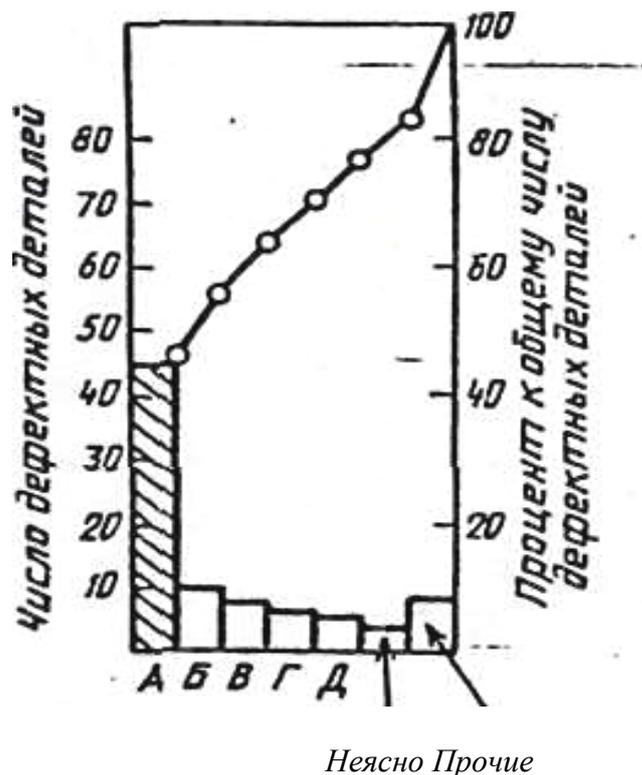


Рис. 2.8. Диаграмма Парето по причинам дефектов

В цехе была обсуждена проблема отклонений в размерах и построена диаграмма причин и результатов (см. рис. 2.9). Затем, исследовав все детали с отклонениями в размерах, построили еще одну диаграмму Парето (рис. 2.10), чтобы выяснить, какие из факторов оказывают наибольшее воздействие на появление отклонений. По некоторым деталям не удалось выявить причины дефектов в размерах и все они были объединены в одну группу с названием «неясно». Из диаграмм Парето (рис. 2.8, 2.10) обнаружили, что появление дефектов в значительной степени зависит от способа установки детали на станке. Хотя установка производилась в соответствии со стандартной процедурой, сам способ не был в ней показан, что и привело к различиям в установке, а это в свою очередь послужило причиной дефектов в размерах. Сотрудники цеха разработали способ установки, который был стандартизован и включен в стандартную процедуру.

После внедрения усовершенствованной процедуры установки детали собрали данные и построили окончательную диаграмму Парето (см. рис. 2.11), чтобы сравнить результаты. Анализ полученных диаграмм показывал уменьшение числа дефектов в размерах.

Упражнение 1. Постройте диаграмму причин и результатов для следующих показателей качества:

- 1 – ошибки в реферате;
- 2 – плохая посещаемость занятий.

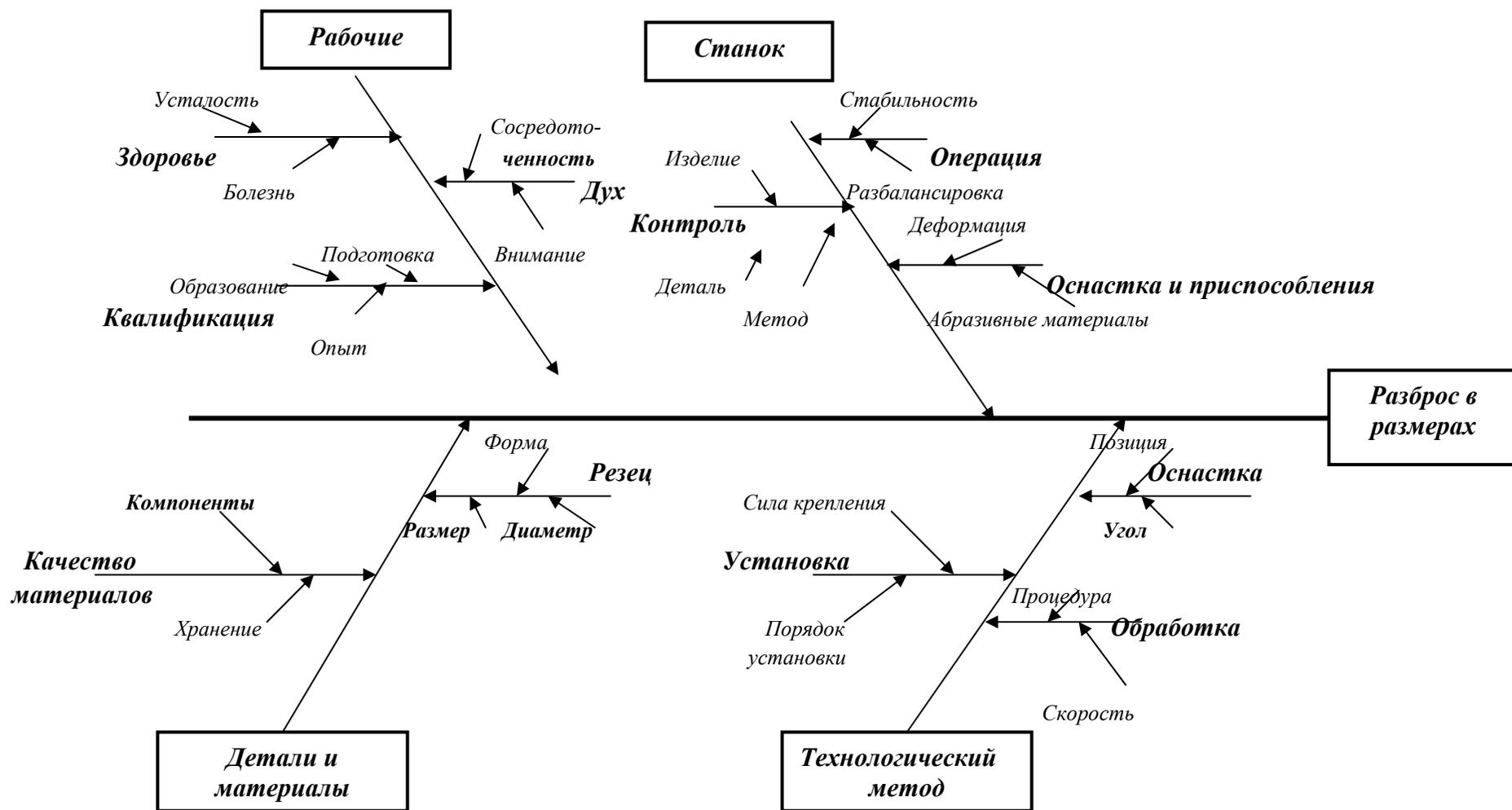


Рис. 2.9. Диаграмма причин и результатов

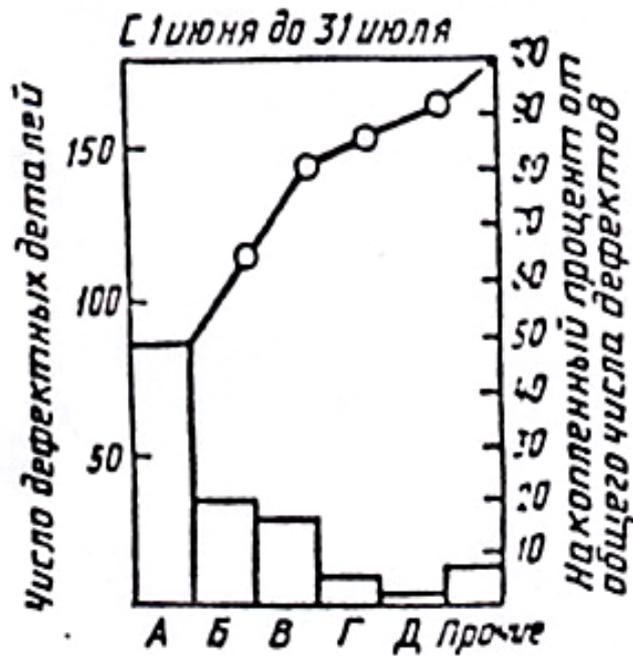


Рис 2.10. Диаграмма Парето по причинам дефектов

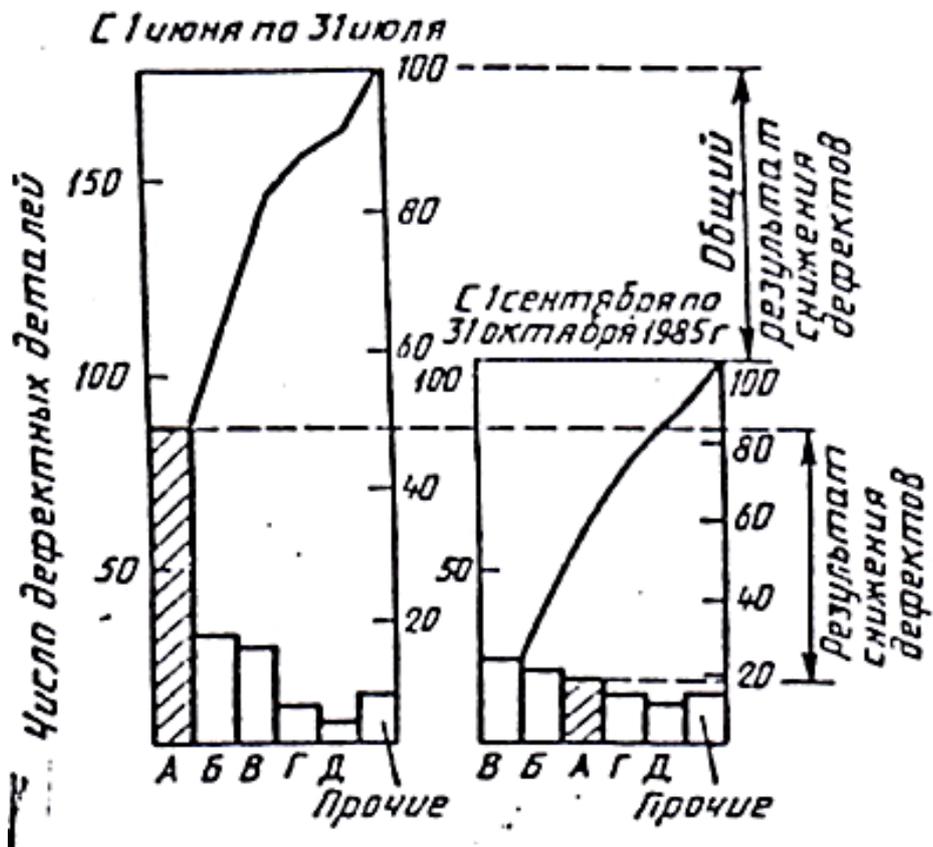


Рис. 2.11. Сравнение диаграмм Парето, построенных до и после улучшения процедуры

Практическая работа № 4 «Выявление характера рассеивания размеров при изготовлении однородных деталей на настроенных станках»

Цель работы: научить студентов выявлять характер рассеивания размеров при изготовлении однородных деталей, а также умению строить кривые нормального и фактического распределения размеров.

Общие положения и методические указания к работе

Требуется произвести:

- 1) математическую обработку результатов измерения партии деталей из 50 штук для определения характера рассеивания размеров;
- 2) построение кривой фактического и нормального распределения размеров и определение вероятного процента брака.

Примечание. Детали изготавливались на токарно-винторезном станке модели 1К62 при одной настройке станка без смены и подналадки инструмента.

Размеры деталей определялись микрометром и были занесены в протоколы измерений. Результаты измерений после их распределения на группы с интервалом в 0,01 мм занести в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Данные результатов измерений деталей

№ групп	Интервалы размеров « L_i », мм	Частота повторения размеров, « m »	Примечание
1			
2			
3			
4			

Определение среднего квадратичного отклонения

Среднее квадратичное отклонение определяется по следующей формуле:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (L_i - L_{cp})^2 m}{n} = \frac{\sum x_i^2 m}{n}, \quad (1)$$

L_i – действительный размер в мм;

L_{cp} – средний размер в мм;

m – частота повторения размеров;

n – общее количество деталей (в данной работе $n = 50$ шт.).

Для упрощения расчетов по формуле (1) составим табл. 2.6.

Таблица 2.6

Данные для расчетов среднеквадратичного отклонения

№ групп	Интервалы Размеров «L _i », мм	Частота по- вторения размеров, m	L _i * m	Отклонения от среднего арифметич., L _i – L _{ср} = x _i	Квадраты отклонения x _i ²	Произведения величин m * x _i ²

Примечание: В графах «6» и «7» таблицы 2.6 для упрощения расчетов отклонений «x_i» умножаем на 100 и, чтобы компенсировать изменение величин, умножаем на 10⁻⁴.

После заполнения 4-го столбца определяем средний арифметический размер:

$$L_{ср.} = \frac{\sum (L_i * m)}{n}, \text{ мм.}$$

В результате расчетов по столбцам «5», «6» и «7» получаем после суммирования величин значение среднего квадратичного отклонения:

$$\sigma^2 = \frac{\sum x_i^2 * m}{n} .$$

Определение кривых фактического и нормального распределения

По данным табл. 2.6 строим кривую фактического распределения, откладывая по оси ординат (ось Y) значения «m», а по оси абсцисс (ось X) – значение «L_i».

Уравнение кривой нормального распределения имеет вид:

$$Y = 1/\sigma \cdot \sqrt{2\pi} * l^{-\frac{(L_i - L_{ср})^2}{2\sigma^2}} = 1/\sigma \cdot \sqrt{2\pi} * l^{-\frac{X_i^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

где «π» и «l» – величины постоянные.

Для построения кривой нормального распределения по оси абсцисс откладываем значения размеров «L_i» или значения размеров «x_i = L_i – L_{ср.}», а по оси ординат значения «y» из уравнения (2). Для построения кривой достаточно пяти основных точек, соответствующих пяти значениям «y». Первая точка: «y =

y_{max} »; ордината будет максимальной в том случае, когда она совпадет с « L_{cp} » или « $x_i = L_i - L_{cp} = 0$ ».

Подставляя в уравнение (2) вместо « x_i » ноль, получаем:

$$y_1 = y_{max} = 1 / \sigma \cdot \sqrt{2\pi} = 0,4/\sigma .$$

Найдем вторую и третью точки – « y_2 » и « y_3 »; ордината для точек перегиба будет при « $x_i = \sigma$ ». Подставляя в уравнение (2) значение « $x_i = \sigma$ », получим:

$$y_2 = y_3 = 0,24/\sigma .$$

Кривая нормального распределения простирается в обе стороны в бесконечность и ассиметрически приближается к оси абсцисс. Можно принять, что « $y_4 = y_5 = 0$ » при « $x_i = \pm 3\sigma$ ».

Для сопоставления кривой нормального распределения с кривой фактических размеров следует привести вычисленные значения « y » к масштабу, в котором вычерчена кривая распределения фактических размеров. С этой целью значения « y_1 », « y_2 », « y_3 », « y_4 » и « y_5 » следует умножить на $n = 50$ шт. и $\Delta L = 0,01$ мм.

В соответствии с полученными данными строим кривую нормального распределения (см. рис. 2.12).

Определение вероятности получения брака

Брака не будет в том случае, если « $E \leq \delta$ »,

где δ – допуск размера детали;

E – поле рассеивания размеров детали.

Можно принять с вероятностью 0,997 (т.е. весьма близкой к единице), что « $E = \pm 3\sigma$ ». Если « $E \geq \delta$ », то брак неизбежен.

Определение процента возможного брака

Вся площадь, ограниченная кривой распределения, выражает в установленном масштабе полное количество обработанных деталей в данной партии.

Часть площади, ограниченная прямыми « AA_1 » и « BB_1 » (см. рис. 2.12) и далее кривой нормального распределения (заштрихованная площадь) измеряет в том же масштабе количество годных деталей. Вероятность получения деталей в границах допуска равняется заштрихованной площади, ограниченной сверху кривой нормального распределения.

Незаштрихованные площади будут характеризовать количество бракованных деталей. Отнеся эти площади к общей площади кривой и умножив от-

ношение на 100, получим процент брака. Следует различать исправимый и не-исправимый брак.

Площадь, определяющая вероятность получения годных деталей, может быть разбита на две части: I и II. В соответствии с этим вероятность получения годных деталей:

$$W = \Phi(Z_I) + \Phi(Z_{II}),$$

где $Z_I = X_I/\sigma$; $Z_{II} = X_{II}/\sigma$.

Пользуясь данными, приведенными в табл. 2.7, по величине « Z_I » и « Z_{II} », находим « $\Phi(Z_I)$ » и « $\Phi(Z_{II})$ ».

Таблица 2.7

Данные для расчетов

Z	$\phi(Z)$	Z	$\phi(Z)$	Z	$\phi(Z)$	Z	$\phi(Z)$	Z	$\phi(Z)$
0,00	0,0000	0,26	0,1020	0,52	0,1985	1,05	0,3531	2,60	0,4953
0,01	0,0040	0,27	0,1064	0,54	0,2054	1,10	0,3643	2,70	0,4965
0,02	0,0080	0,28	0,1103	0,56	0,2123	1,15	0,3749	2,8	0,4974
0,03	0,0120	0,29	0,0114	0,58	0,2190	1,20	0,3842	2,90	0,4981
0,04	0,0160	0,30	0,1179	0,60	0,2257	1,25	0,3944	3,00	0,49865
0,05	0,0199	—	—	—	—	—	—	—	—
0,06	0,0239	0,31	0,1217	0,62	0,2324	1,30	0,4032	3,20	0,49931
0,07	0,0279	0,32	0,1255	0,64	0,2389	1,35	0,4115	3,40	0,49966
0,08	0,0319	0,33	0,1283	0,66	0,2454	1,40	0,4195	3,60	0,49984
0,09	0,0359	0,34	0,1331	0,68	0,2517	1,45	0,4265	3,80	0,499928
0,10	0,0398	0,35	0,1368	0,70	0,2580	1,50	0,4332	4,00	0,499968
0,11	0,0438	0,36	0,1406	0,72	0,2642	1,55	0,4394	4,50	0,499997
0,12	0,0478	0,37	0,1443	0,74	0,2703	1,6	0,4452	6,0	0,4999997
0,13	0,0518	0,38	0,1480	0,76	0,2764	1,65	0,4495	—	—
0,14	0,0557	0,39	0,1517	0,78	0,2823	1,70	0,4554	—	—
0,15	0,0596	0,40	0,1554	0,80	0,2880	1,75	0,4599	—	—
0,16	0,0636	0,41	0,1591	0,82	0,2939	1,80	0,4641	—	—
0,17	0,0675	0,42	0,1628	0,84	0,2995	1,85	0,4678	—	—
0,18	0,0714	0,43	0,1664	0,86	0,3051	1,90	0,4713	—	—
0,19	0,0753	0,44	0,1700	0,88	0,3106	1,95	0,4744	—	—
0,20	0,0793	0,45	0,1736	0,90	0,3159	2,00	0,4774	—	—
0,21	0,0832	0,46	0,1772	0,92	0,3212	2,10	0,4821	—	—
0,22	0,0871	0,47	0,1808	0,94	0,3264	2,20	0,4861	—	—
0,23	0,0910	0,48	0,1844	0,96	0,3315	2,30	0,4893	—	—
0,24	0,0948	0,49	0,1879	0,98	0,3365	2,40	0,4918	—	—
0,25	0,0987	0,50	0,1915	1,00	0,3413	2,50	0,4938	—	—

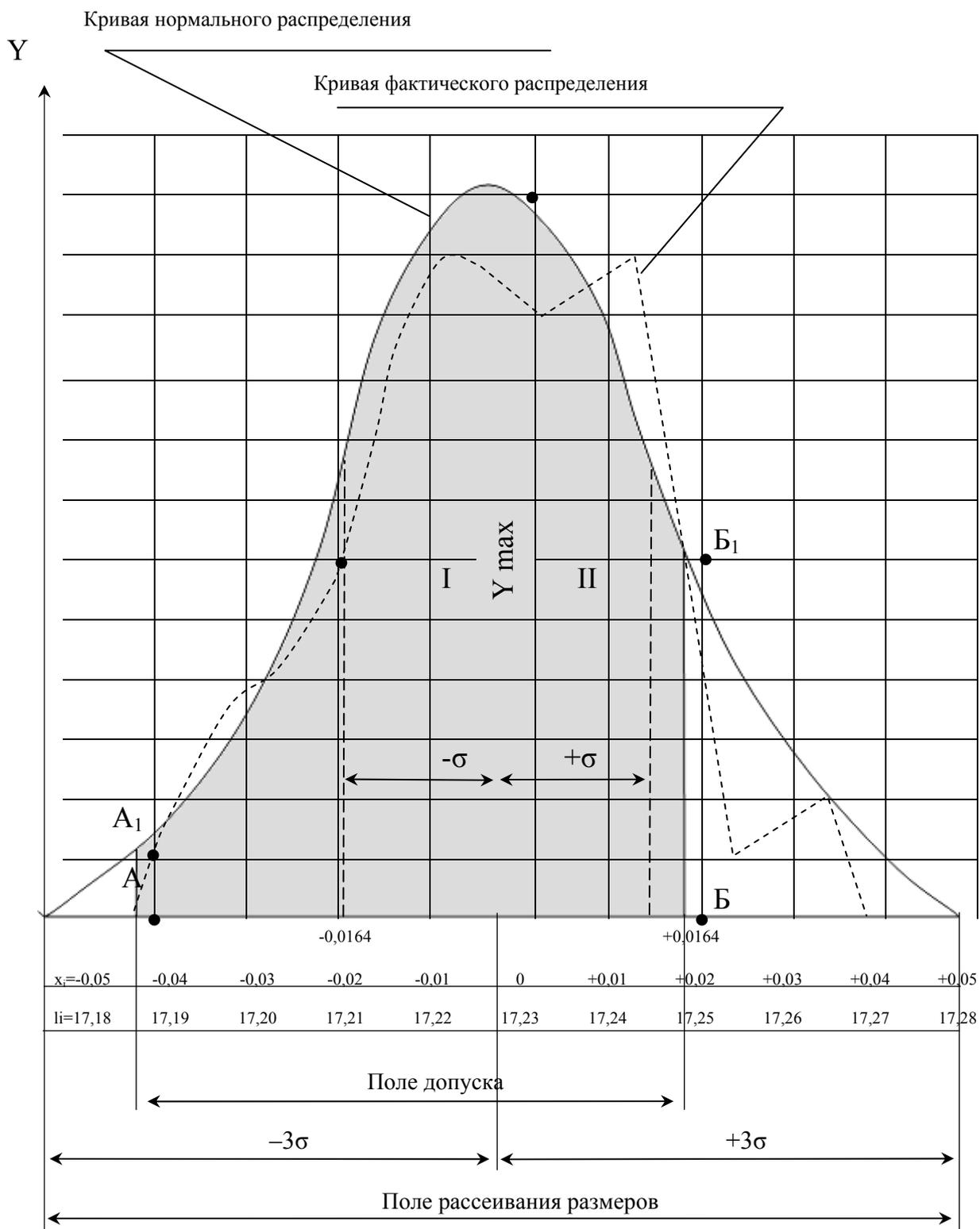


Рис. 2.12. Кривые фактического и нормального распределения размеров

Ожидаемый общий процент брака:

$$P = 100 - W, \quad (3)$$

Вероятный процент получения деталей с размерами, меньшими, чем заданные – неисправимый брак:

$$P_I = [0,5 - \Phi(Z_I)] \cdot 100, \quad (4)$$

Вероятность получения размеров, больших, чем размер проходной стороны калибра – исправимый брак:

$$P_{II} = [0,5 - \Phi(Z_{II})] \cdot 100, \quad (5)$$

Если путем переналадки станка удалось бы рассеивание размеров расположить симметрично полю допуска, то процент брака можно рассчитывать по следующей формуле:

$$P = [1 - 2\Phi(Z)] \cdot 100 = [1 - 2\Phi \cdot (L_{max} - L_{min}) / 2\sigma] \cdot 100. \quad (6)$$

Пример расчета

Пусть имеется размер детали равный: $17,20_{(-0,01}^{+0,05)}$. После изготовления партии деталей из 50 штук и их промера получили следующие распределения групп, интервалов и частоты повторения размеров изготовленной детали (табл. 2.8).

Таблица 2.8

Данные распределения групп, интервалов и частоты повторения изготовленной детали

№ групп	Интервалы размеров «Li», мм		Частота повторения размеров, «m»	Примечание
	I	II		
1	17,19	17,20	2	
2	17,20	17,21	5	
3	17,21	17,22	8	
4	17,22	17,23	11	
5	17,23	17,24	10	
6	17,24	17,25	11	
7	17,25	17,26	1	
8	17,26	17,27	2	

Для упрощения расчетов по формуле (2) составляем табл. 2.9.

Таблица 2.9

Данные для определения среднеквадратичного отклонения

№ групп	Интервалы размеров «Li», мм	Частота «m»	m · Li	Li - L _{ср.} = x _i	x _i ²	m · x _i ²
1	17,19 17,20	2	34,390	-0,035	12,25 · 10 ⁻⁴	24,50 · 10 ⁻⁴
2	17,20 17,21	5	86,025	-0,025	6,25 · 10 ⁻⁴	31,25 · 10 ⁻⁴
3	17,21 17,22	8	137,720	-0,015	2,25 · 10 ⁻⁴	18,00 · 10 ⁻⁴

№ групп	Интервалы размеров «Li», мм	Частота «m»	m · Li	Li-L _{cp.} =x _i	x _i ²	m · x _i ²
4	17,22 17,23	11	189,475	-0,005	0,25 · 10 ⁻⁴	2,75 · 10 ⁻⁴
5	17,23 17,24	10	172,350	+0,005	0,25 · 10 ⁻⁴	2,50 · 10 ⁻⁴
6	17,24 17,25	11	189,695	+0,015	2,25 · 10 ⁻⁴	24,75 · 10 ⁻⁴
7	17,25 17,26	1	17,255	+0,025	6,25 · 10 ⁻⁴	6,25 · 10 ⁻⁴
8	17,26 17,27	2	34,530	+0,035	12,25 · 10 ⁻⁴	24,25 · 10 ⁻⁴

$$L_{cp.} = \frac{\sum L_i \cdot m}{n} = \frac{861,440}{50} = 17,23 \text{ мм}$$

$$\sum (L_i - L_{cp.})^2 m = \sum x_i^2 m = 134,50 \cdot 10^{-4};$$

$$134,50 \cdot 10^{-4} / 50 = 2,69 \cdot 10^{-4}; \quad \sigma = 0,0164.$$

Далее при n = 50 и ΔL = 0,01 мм рассчитываем:

$$Y_1 = \frac{0,4 \cdot 0,01 \cdot 50}{0,0164} = 12,2 \text{ при "xi" = 0.}$$

$$Y_2 = Y_3 = \pm \frac{0,24 \cdot 0,01 \cdot 50}{0,0164} = \pm 7,38.$$

$$Y_4 = Y_5 = 0 \text{ при "xi" = } \pm 3\sigma = \pm 3 \cdot 0,0164 = \pm 0,0492.$$

В соответствии с полученными данными строится кривая нормального распределения (см. рис. 2.12).

Вероятность получения брака

Допустим δ = 0,06 мм, то Σ > δ, следовательно, брак неизбежен.

Определение процента брака:

$$Z_I = \frac{x_I}{\sigma} = \frac{17,19 - 17,23}{0,0164} = -2,44; \quad \Phi(Z_I) = 0,4926$$

$$Z_{II} = \frac{x_{II}}{\sigma} = \frac{17,25 - 17,23}{0,0164} = 1,22; \quad \Phi(Z_{II}) = 0,3887.$$

$$W = 0,4926 + 0,3887 = 0,8813; \quad (W = 88,13 \%).$$

$$P = 100 \% - 88,13 \% = 11,87 \%;$$

$$P_I = 0,5 - 0,4926 = 0,0074; \quad (P_I = 0,74 \%).$$

$$P_{II} = 0,5 - 0,3887 = 0,1113; \quad (P_{II} = 11,3 \%).$$

И окончательно:

$$P = [1 - 2\Phi(17,25 - 17,19)/2 \cdot 0,0164] \cdot 100 = [1 - 2\Phi(1,83)] \cdot 100 = \\ = [1 - (2 \cdot 0,465)] \cdot 100 = [1 - 0,93] \cdot 100 = 7\%.$$

Расчет показал, что абсолютное количество брака уменьшилось до 7 %. Тем не менее, из приведенного анализа можно сделать вывод, что для данного варианта переналадки станка (т.е. при полученных данных) брак неизбежен ввиду того, что условие « $\delta \geq \pm 3\sigma$ » не выдержано.

Задание. В мини-группах (4–5 чел.) произвести математическую обработку результатов измерения деталей, представленных в протоколах измерений, которые соответствуют различным вариантам заданий:

1 вариант – табл. 2.10;

2 вариант – табл. 2.11;

3 вариант – табл. 2.12;

4 вариант – табл. 2.13;

5 вариант – табл. 2.14.

Таблица 2.10
(Вариант 1)

Протокол измерений размеров деталей

№ измерения	Результат измерения, мм	№ измерения	Результат измерения, мм
1	17,32	26	17,33
2	17,33	27	17,29
3	17,30	28	17,31
4	17,31	29	17,32
5	17,28	30	17,31
6	17,31	31	17,30
7	17,29	32	17,30
8	17,30	33	17,34
9	17,31	34	17,32
10	17,34	35	17,28
11	17,29	36	17,35
12	17,32	37	17,29
13	17,31	38	17,31
14	17,35	39	17,32
15	17,33	40	17,33
16	17,28	41	17,31
17	17,31	42	17,29
18	17,30	43	17,28
19	17,33	44	17,30
20	17,32	45	17,33

№ измерения	Результат измерения, мм	№ измерения	Результат измерения, мм
21	17,29	46	17,31
22	17,32	47	17,32
23	17,30	48	17,31
24	17,33	49	17,33
25	17,31	50	17,32

Таблица 2.11
(Вариант 2)

Протокол измерений размеров деталей

№ измерения	Результат измерения, мм	№ измерения	Результат измерения, мм
1	20,51	26	20,55
2	20,50	27	20,54
3	20,52	28	20,48
4	20,54	29	20,50
5	20,49	30	20,56
6	20,50	31	20,49
7	20,53	32	20,51
8	20,51	33	20,52
9	20,48	34	20,55
10	20,51	35	20,54
11	20,54	36	20,55
12	20,53	37	20,53
13	20,52	38	20,52
14	20,54	39	20,50
15	20,50	40	20,52
16	20,49	41	20,51
17	20,52	42	20,53
18	20,53	43	20,54
19	20,51	44	20,49
20	20,50	45	20,50
21	20,52	46	20,51
22	20,53	47	20,54
23	20,54	48	20,53
24	20,55	49	20,51
25	20,53	50	20,50

Таблица 2.12
(Вариант 3)

Протокол измерений размеров деталей

№ измерения	Результат измерения, мм	№ измерения	Результат измерения, мм
1	30,51	26	30,55
2	30,50	27	30,54
3	30,52	28	30,48

№ измерения	Результат измерения, мм	№ измерения	Результат измерения, мм
4	30,54	29	30,50
5	30,49	30	30,56
6	30,50	31	30,49
7	30,53	32	30,51
8	30,51	33	30,52
9	30,48	34	30,55
10	30,51	35	30,54
11	30,54	36	30,55
12	30,53	37	30,53
13	30,52	38	30,52
14	30,54	39	30,50
15	30,50	40	30,52
16	30,49	41	30,51
17	30,52	42	30,53
18	30,53	43	30,54
19	30,51	44	30,49
20	30,50	45	30,50
21	30,52	46	30,51
22	30,53	47	30,54
23	30,54	48	30,53
24	30,55	49	30,51
25	30,53	50	30,50

Таблица 2.13
(Вариант 4)

Протокол измерений размеров деталей

№ измерения	Результат измерения, мм	№ измерения	Результат измерения, мм
1	25,32	26	25,33
2	25,33	27	25,29
3	25,30	28	25,31
4	25,31	29	25,32
5	25,28	30	25,31
6	25,31	31	25,30
7	25,29	32	25,30
8	25,30	33	25,34
9	25,31	34	25,32
10	25,34	35	25,28
11	25,29	36	25,35
12	25,32	37	25,29
13	25,31	38	25,31
14	25,35	39	25,32
15	25,33	40	25,33
16	25,28	41	25,31
17	25,31	42	25,29

№ измерения	Результат измерения, мм	№ измерения	Результат измерения, мм
18	25,30	43	25,28
19	25,33	44	25,30
20	25,32	45	25,33
21	25,29	46	25,31
22	25,32	47	25,32
23	25,30	48	25,31
24	25,33	49	25,33
25	25,31	50	25,32

Таблица 2.14
(Вариант 5)

Протокол измерений размеров деталей

№ измерения	Результат измерения, мм	№ измерения	Результат измерения, мм
1	22,19	26	22,22
2	22,21	27	22,19
3	22,22	28	22,20
4	22,24	29	22,21
5	22,20	30	22,23
6	22,21	31	22,24
7	22,22	32	22,25
8	22,20	33	22,21
9	22,24	34	22,22
10	22,20	35	22,23
11	22,18	36	22,20
12	22,21	37	22,18
13	22,20	38	22,22
14	22,22	39	22,24
15	22,23	40	22,25
16	22,21	41	22,20
17	22,23	42	22,21
18	22,22	43	22,22
19	22,24	44	22,21
20	22,20	45	22,23
21	22,22	46	22,20
22	22,21	47	22,19
23	22,20	48	22,21
24	22,23	49	22,22
25	22,21	50	22,20

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Требования к отчету по практическим работам

Отчет по практической работе должен содержать следующие структурные элементы:

- 1) титульный лист, оформленный согласно требованиям оформления студенческих работ, принятых в ФБГОУ ВПО «БГУ»;
- 2) задание, цель работы, описание процедуры выполнения работы;
- 3) расчеты по заданию (табличные данные, формулы для расчетов, графики, диаграммы и т.п.);
- 4) заключение в виде выводов по практической работе. Выводы должны обязательно содержать мероприятия, способные улучшить (изменить) качество исследуемого объекта.

Образец титульного листа

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет»

Кафедра экономики и управления бизнесом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1
по дисциплине «Управление качеством ...»

«НАЗВАНИЕ РАБОТЫ»

Исполнитель: _____
(группа, ФИО)

Руководитель: _____
(должность, ФИО)

Иркутск, 20__

2. Практические советы

«Инструменты качества: Диаграммы Парето»

Диаграммы Парето могут выявить те немногие причины, которые причиняют наибольшие потери прибылям.

Принцип Парето многообразен. Это – состояние природы, то, как происходят различные вещи вокруг нас, это – метод управления проектами и, наконец, это – процесс, способ обдумывания проблем, которые нас беспокоят.

Впервые принцип Парето был сформулирован Джураном в 1950 г., где он заявил, что существует «неправильное распределение потерь из-за низкого качества». Однако столь длинное название ему не понравилось, и он назвал это принципом Парето по имени итальянского экономиста XIX в.

Парето обнаружил, что большая часть благосостояния принадлежит относительно небольшому числу людей – неправильное распределение благосостояния. Джуран нашел, что это справедливо для многих областей жизни, включая технологию качества. В 1975 г. в статье «Принцип Не-Парето; моя вина», он публично отрекся от использования имени Парето. Тем не менее, термин «принцип Парето» продолжает существовать.

В простейшей формулировке **принцип Парето состоит в предположении, что большая часть результатов вызывается относительно небольшим числом причин.** В количественной формулировке 80 % всех проблем происходит из-за 20 % машин, исходных материалов или операторов. Точно так же 80 % благосостояния контролируется 20 % людей. Хорошо известно, что 80 % благотворительных фондов формируется только из 20 % возможных источников. Наконец, 80 % потерь из-за брака или переделок проистекает из-за 20 % возможных причин.

Применительно к технологии (обеспечению) качества Джуран называет эти 20 % причин «немногими жизненно важными». Первоначально остальные он называл «многими тривиальными». Однако и он, и другие профессионалы в области качества пришли к пониманию того, что в процессе производства не существует тривиальных проблем, и что все проблемы заслуживают внимания менеджеров. Поэтому Джуран переименовал «многие тривиальные» во «многие полезные». Но независимо от ярлыков, принцип Парето – один из наиболее используемых инструментов принятия решений.

Можно собрать данные о браке, переделках, жалобах в гарантийный период обслуживания, употребления исходного сырья, простоях оборудования или о любых других потерях, связанных с производством продукции или услуги. В случае обслуживания, например, могут быть собраны данные о потерях времени, о числе работ, требующих переделки, о запросах потребителей, о числе ошибок. Собранные данные надо упорядочить, как, например, это сделано на

рис. 1. Самые частые (самые дорогостоящие) причины размещаются слева, и все другие пристраиваются в порядке убывания (их значимости).

Из приведенных на рис. 2 и рис. 3 диаграмм Парето вполне очевидно, какие причины или проблемы должны быть уменьшены или исключены для оказания реального воздействия на систему.

Двойная диаграмма Парето (рис. 4) может использоваться для сравнения двух продуктов, областей или смен, или взгляда на систему до и после улучшений.

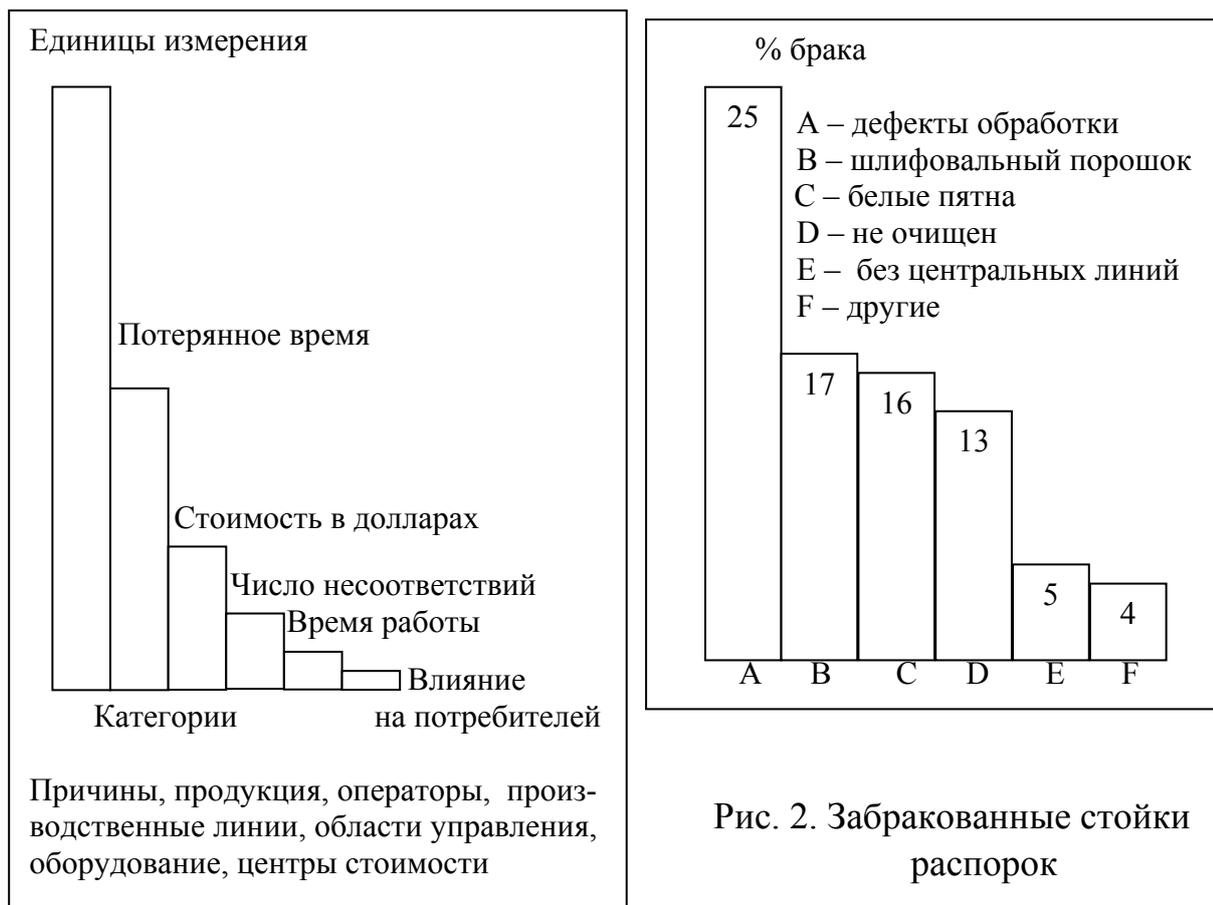


Рис. 2. Забракованные стойки распорок

Рис. 1 Обобщенная диаграмма Парето

В 1984 г. Джеффри Кейлин, производственный менеджер завода Хьюлет–Паккард в Колорадо Спрингс, заявил, что никто на этом заводе не работает над какой–либо проблемой, пока не разработана диаграмма Парето. Диаграмма должна показать, что проблема, над которой работает команда или контролер – самая важная в данный момент времени.

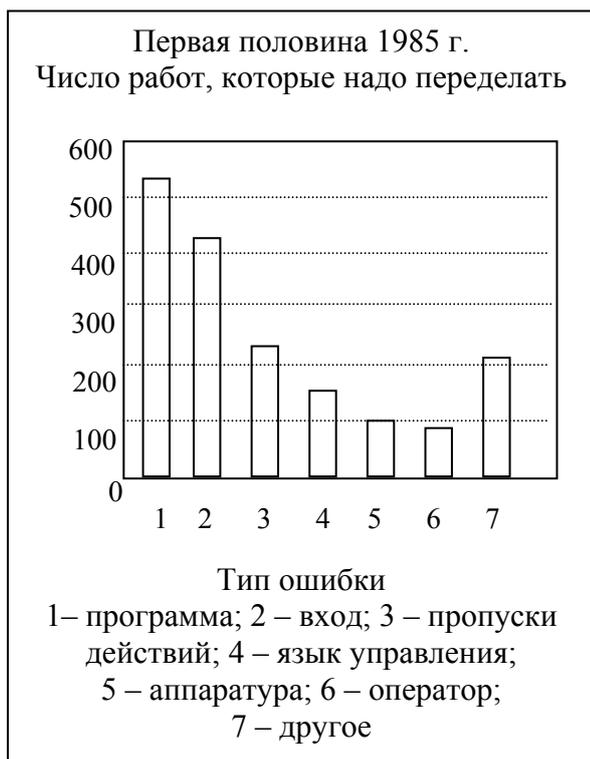


Рис. 3. Информационные системы

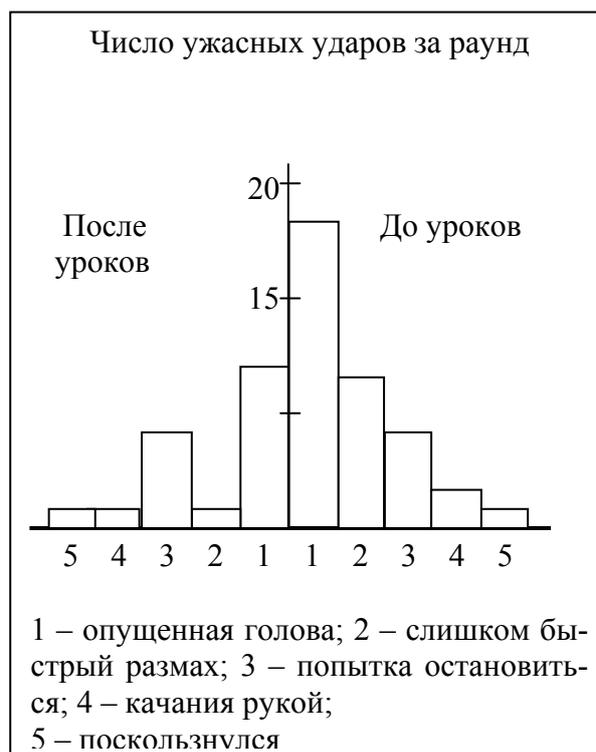


Рис. 4. Плохие удары в гольфе

В табл. 1, которая не является диаграммой Парето, приведен набор данных, связанных с проблемами коробок, используемых для упаковки различных продуктов. Наиболее часто проблема связана с одним из типов коробок. Обсуждение с поставщиком конкретной проблемы (коробление коробок 3-го типа) разрешит почти половину проблем. Возможно, это могло бы также привести к уменьшению коробления коробок 4-го типа, особенно если эти коробки производятся на той же линии.

Таблица 1

Данные, связанные с проблемами коробок, используемых для упаковки различных продуктов

Тип	Проблема					Итого
	Ярлыки	Обертка	Клей	Метки	Коробление	
A	2		8			10
B	1		4			5
C		1		7	28	36
D		2			4	6
E	3		11			14
F	1				1	2
G	1					1
H				2		2
I	2					2
Всего	10	3	23	9	33	78

Следующая по частоте проблема – склеивание – существует для нескольких типов коробок. Изготавливаются ли они на одной линии? Используется ли для них один и тот же клей или клей из одной партии? Если так, то общая причина должна быть выявлена и исключена. Вся «кутерьма» проблем поставщика, связанная с коробками, уменьшится на 80 %, если решить две проблемы, оказывающие наибольшее влияние на качество. Конечно, процесс совершенствования на этом не остановится. Процесс изготовления коробок необходимо постоянно анализировать с помощью диаграммы Парето и других инструментов качества.

Американская промышленность, производство и сфера услуг – величайшие сборщики данных во всем мире. Компьютеры хранят гигантские объемы данных, и мусорные корзины ежедневно получают данные. Там они ждут вопросов. Хитрость состоит в том, чтобы понять, какие данные полезны.

Данные не становятся полезными случайно. Например, может возникнуть ситуация, когда группа должна определить проблему или найти причину. Если группа построила диаграмму потока процесса и диаграмму «причины – результаты» и поняла их, то каждый член группы должен выяснить, какие причины проблем он считает наиболее важными. Это может быть сделано тремя способами.

1. Каждый голосует по основным категориям на диаграмме «причины – результаты». Может оказаться полезным, чтобы каждый объяснил, почему он голосует за определенную категорию. Часто консенсус достигается быстро, в противном случае надо построить диаграмму Парето для голосов.

2. Каждый имеет пять голосов и может распределить их по диаграмме «причины – результаты» любым образом. Это удобно делать в перерыве, чтобы каждый мог подойти и сделать свои пометки. Между прочим, каждый может отдать все свои пять голосов одной причине, если озабочен ею очень сильно. По результатам надо построить диаграмму Парето.

3. Существует стандартная методика, более часто используемая и особенно полезная, когда имеется большое число возможных причин и большая неопределенность относительно их важности. Эта методика требует большого числа карточек размером 3x5 см. Все участники получают по 10 карточек (или по пять для меньшего числа причин). Они выбирают 10 важнейших причин и записывают каждую на отдельной карточке. Затем они поднимают карточку с самой важной причиной, и она получает 10 баллов. Затем они поднимают карточку с наименее вероятной причиной, и она получает 1 балл. Затем выбирается следующая наименее вероятная причина – 2 балла. Затем следующая наиболее вероятная причина – 9 баллов. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не все причины не будут ранжированы. (Легче выбирать между наиболее и наименее правдоподобными причинами, чем ранжировать причины, находящиеся в середине.) Затем баллы складываются, и

строится диаграмма Парето. Такая же методика может использоваться с предоставлением каждому 100 очков для ранжирования карточек. Такой же процесс сложения применяется и потом.

Принцип Парето описывает тот способ, каким причины проявляются в природе и человеческом поведении. Он может быть очень мощным инструментом менеджмента при концентрации усилий персонала на проблемах и решениях, имеющих наибольшую потенциальную отдачу.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Ильенкова С.Д. Управление качеством. Учебник [Электронный ресурс] / С. Д. Ильенкова. – Электрон. текстовые дан. – М. : Юнити-Дана, 2012. – 353 с. Режим доступа : <http://www.biblioclub.ru/book/117379>.
2. Окрепилов В. В. Менеджмент качества : учебник / В. В. Окрепилов. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 650 с.
3. Горбашко Е.А. Управление качеством : учебник для бакалавров / Е. А. Горбашко. – М. : Издательство Юрайт, 2012. – 463 с.
4. Мишин В.М. Управление качеством. Учебник [Электронный ресурс] / В. М. Мишин. – Электрон. текстовые дан. – М. : Юнити-Дана, 2012. – 465 с. Режим доступа : <http://www.biblioclub.ru/book/117375>.

Дополнительная литература

1. Тебекин А.В. Управление качеством. – М. : Юрайт, 2011. – 371 с.
2. Агарков А.П. Управление качеством. – М. : Дашков и К°, 2009. – 228 с.
3. Аристов О.В. Управление качеством. – М. : ИНФРА-М, 2008. – 239 с.
4. Огвоздин В.Ю. Управление качеством. Основы теории и практики. – М. : Дело и сервис, 2009. – 297 с.
5. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учеб. для вузов. – М. : ЮНИТИ–ДАНА, 2007. – 671 с.
6. Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством. – М. : ИНФРА-М, 2008. – 211 с.
7. Управление качеством: учеб. для вузов: рек. М-вом образования РФ / С. И. Ильенкова, С. Д. Ильенкова, В. С. Мхитарян и др. – М. : ЮНИТИ, 2006. – 332 с.
8. Герасимова Е.Б., Герасимов Б.И., Сизикин А.Ю. Управление качеством. – М. : ИНФРА-М, 2007. – 255 с.
9. Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 9000–2008. «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь».
10. Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 9001–2011. «Системы менеджмента качества. Требования».
11. Национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 9004–2010 «Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации – Подход на основе менеджмента качества».
12. Национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 14001–2007 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению».

13. Deming E., Адлер Ю., Шпер В. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. Out of the crisis. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2007. – 418 с.

14. Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление качеством: учеб. пособие для вузов. – М. : ОМЕГА-Л, 2006. – 399 с.

15. Конти Т. Качество: упущенная возможность? / пер. с итал. В.Н. Загребельного. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2007. – 216 с.

Учебное пособие

Горбунова Ольга Ивановна
Гусева Инесса Константиновна

ИНСТРУМЕНТЫ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Учебное пособие

Издается в авторской редакции

ИД № 06318 от 26.11.01.
Подписано в пользование 28.06.16.

Издательство Байкальского государственного университета.
664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11.
<http://bgu.ru>.