

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА)

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

Конспект лекций

**для студентов всех специальностей отрасли знаний
«Механическая инженерия»
всех форм обучения**

Краматорск
ДГМА
2016

УДК 658.6

Стандартизация и качество продукции: конспект лекций для студентов всех форм обучения/ сост. Т. А. Кулик. – Краматорск : ДГМА, 2016. — 96 с.

В учебном пособии рассматриваются основные понятия, инструменты и методы управления качеством продукции, услуг и процессов в соответствии с требованиями и рекомендациями стандартов ИСО 9000 : 2000. Пособие подготовлено на основе материалов курса лекций «Стандартизация и качество продукции» для студентов специальности «Технология и оборудование сварочного производства».

*Перезатверджено рішенням вченої ради ФІТО від 25.02.2019 р,
протокол №7*

Составитель

Т. А. Кулик, ст. преп.

Отв. за выпуск

С. Г. Карнаух, доц.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| 1 КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ КАК КАТЕГОРИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ | 6 |
| 1.1 Показатели качества | 7 |
| 1.2 Методология оценивания качества | 10 |
| 1.3 Измерение качества | 14 |
| 2 ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ | 17 |
| 3 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ. ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ КОНТРОЛЯ, АНАЛИЗА И ВОЗДЕЙСТВИЯ | 19 |
| 3.1 Простые инструменты контроля качества | 23 |
| 3.1.1 Контрольный листок | 23 |
| 3.1.2 Гистограмма | 25 |
| 3.1.3 Метод стратификации (группировки, расслоения) статистических данных | 29 |
| 3.1.4 Причинно—следственная диаграмма Исикавы | 31 |
| 3.1.5 Диаграмма Парето | 34 |
| 3.1.6 Диаграмма разброса (рассеивания) | 36 |
| 3.1.7 Контрольные карты процессов | 39 |
| 3.2 Новые инструменты управления качеством | 46 |
| 3.2.1 Диаграмма сродства | 47 |
| 3.2.2 Диаграмма связей | 49 |
| 3.2.3 Древовидная диаграмма | 51 |
| 3.2.4 Матричная диаграмма (таблица качества) | 53 |
| 3.2.5 Стрелочная диаграмма | 55 |
| 3.2.6 Поточная диаграмма | 57 |
| 3.2.7 Матрица приоритетов | 61 |
| 3.3 Комплексные инструменты и методологии улучшения качества | 62 |
| 3.3.1 Коллективная работа в командах | 62 |
| 3.3.2 FMEA – методология | 66 |
| 3.3.3 QFD—методология | 70 |
| 3.3.4 Реинжиниринг — методология радикального улучшения | 74 |
| 3.3.5 Бенчмаркинг | 79 |
| 3.3.6 Методология «Шесть сигм» | 81 |
| 3.3.7 Методы Гэнити Тагути | 83 |
| 3.3.8 Самооценка | 85 |
| 3.3.8.1 Премия имени М. Болдриджа | 86 |
| 3.3.8.2 Европейская модель делового совершенства | 88 |
| 3.3.9 Методология решения проблем | 89 |
| ЛИТЕРАТУРА | 92 |

ВВЕДЕНИЕ

Все в мире обладает качеством, но не во всем можно его увидеть и оценить, не всегда оказывается возможным обеспечивать достаточно высокое качество. Многие в этой проблеме зависят от типа мышления, отражающего структуру знаний, характер образования, специализацию и среду практической деятельности. Технократическое мышление ориентировано на видение только инженерно—технических проблем качества, социально—экономическое — на другой ракурс. Очевидно, понятие «качество» требует особого типа мышления, которое с некоторой долей условности назовем системологическим. Это не просто системный подход, который используется в разных областях знаний. Это способность системного восприятия всех процессов формирования качества и влияния установок качества на деятельность человека. Осмысление проблемы всеобщего качества подводит нас к пониманию необходимости практического формирования системологического мышления и разработке концепции его объяснения. Качество — не только реализация потребностей человека, оно само по себе формирует потребности и сознание. Достижение необходимого, возможного и желаемого качества в жизнедеятельности человека рождает новое качество человека и его новое отношение к действительности. Таким образом, качество превращается в решающий фактор развития цивилизации.

Цель данного учебного пособия — обучение студентов основным понятиям качества как объекта управления, методам оценки и измерения качества, а также вопросам создания системы управления качеством на предприятии.

Джозеф Джуран, видный ученый в области качества, как—то высказал предположение, что XX век историки назовут веком производительности, а вот XXI столетие следует назвать веком качества. «Зависимость от качества технологий стала частью нашей жизни»,— говорит он.

Проблема качества зародилась и проявилась с развитием общественного производства. На первых порах промышленной революции предметы труда создавались отдельными лицами или небольшими группами людей, которые знали запросы немногочисленных потребителей. С развитием промышленного производства и разделения труда перечень работ возрос настолько, что рабочий потерял из виду конечный продукт труда. В результате резко возросла проблема качества.

Можно отметить следующие аспекты качества:

Национальный аспект. Он проявляется присущим той или иной нации образом мышления в области качества. Так, если американский практицизм ориентирует фирмы на управление качеством с целевой функцией максимальной прибыли, то для японских фирм характерны установки на увеличение доли фирмы на рынке, даже если это будет связано с первоначальными потерями части возможной прибыли.

Политический аспект. Поскольку качество определяет конкурентоспособность фирм, и, в конечном счете, стран, оно, естественно, влияет на уровень доходов населения, уровень безработицы и, следовательно, на политическую ситуацию внутри страны, на международный политический статус государств.

Технический аспект. Уровень развития техники и качество создаваемых человеком объектов – взаимосвязанные характеристики. С одной стороны, научно—технический прогресс, приводящий к совершенствованию техники, создает мощную основу для совершенствования качества продуктов. С другой стороны, более высокого качества продукция, услуги, системы информационных и транспортных коммуникаций и других компонентов качества жизнедеятельности создают лучшие предпосылки для ускорения научно—технического прогресса.

Социальный аспект. Данный аспект также следует рассматривать с двух позиций. Высокое качество как компонент потребностей, повышая уровень образованности, интеллектуального развития, благосостояния нации, разумеется, влияет на социальную среду, социальный статус государства. Как правило, понятие «развитая страна» отождествляется с ее возможностями производить конкурентоспособную продукцию и высоким среднестатистическим уровнем нации. В то же время социальный уровень человека влияет на качество его труда. Уровень культуры производителей – это показатель их потенциальных возможностей в области качества. Можно утверждать, что высококачественные продукты человеческого труда есть творения высокой культуры. Неспроста японцы считают, что высококачественный продукт, созданный трудом человека, своего рода произведение искусства.

Экономический аспект. Качество напрямую связано с экономикой. Повысить качество – это значит, из того же количества сырья и материалов сделать большее количество продукции. Практически все решения в области качества, программы повышения качества, мероприятия по управлению качеством связаны с экономическими затратами и имеют смысл, если приводят к приемлемому для предприятия экономическому эффекту.

Моральный аспект. Американский ученый Джозеф М. Джуран считает, что любое предприятие включает в себя два: первое – полезное, которое выпускает качественную продукцию, приобретаемую потребителями, и второе – впустую расходующее все виды ресурсов и выпускающее брак (т.н. «второй завод Джурана»). Если учесть, что некачественный труд приводит к излишним затратам ресурсов, энергии, к неудовлетворенности и материальным потерям клиентов, то можно сделать вывод о том, что такой труд аморален.

Рассмотренные аспекты качества показывают сложность проблемы управления качеством и важность их решения в комплексе.

1 КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ КАК КАТЕГОРИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Ужесточение конкуренции на мировом и национальном рынках, наблюдаемое за последнее время, побуждает предприятия к поиску дополнительных способов повышения своей конкурентоспособности.

Под **конкурентоспособностью** понимают совокупность свойств предприятия, благодаря которым оно выделяется среди конкурентов на рынке.

Конкурентоспособность компании напрямую зависит от конкуренто—способности ее продукции.

Конкурентоспособность продукции — это совокупность качественных и стоимостных ее особенностей, которые могут удовлетворять потребности покупателя, включая расходы на приобретение и потребление соответствующей продукции.

Другими словами, конкурентоспособность товара — это возможность товара быть проданным.

Большей конкурентоспособностью обладает продукт, обеспечивающий наивысший полезный эффект по отношению к суммарным затратам потребителя.

Конкурентоспособность компаний характеризуется наличием преимуществ, используемых в конкурентной борьбе за потребителя.

Существуют две основные **группы конкурентных преимуществ**:

- *низкие издержки* (себестоимость) результатов хозяйственной деятельности;
- *дифференциация продукта* (придание продукту уникальных свойств).

Эффективность конкурентных преимуществ, принадлежащих к первой или второй группам, зависит от методов конкуренции, применяемых фирмой в борьбе за потребителя.

Методы конкуренции определяются: стратегией компании, рыночной конъюнктурой, зрелостью отрасли и пр.

В случае если покупатель чувствителен к изменению цены (эластичный спрос) и ценовой фактор определяет потребительские предпочтения, то на рынке действуют **ценовые методы конкуренции**. При этом преимущества в виде более низкой себестоимости хозяйственной деятельности, чем у конкурента, позволяют предприятию удерживать цены на уровне спроса и получать более высокую по сравнению со среднерыночной прибыль.

При использовании **неценовых методов конкуренции** на рынке, конкурентоспособность компании определяется совокупностью уникальных свойств ее продукции, не характерных для аналогичной продукции конкурентов. В данном случае конкурентные преимущества формируются за счет более высокого качества результатов хозяйственной деятельности.

Главные факторы конкурентоспособности:

- 1) соответствие технического уровня продукции последним достижениям науки и техники (инновационность продукта);
- 2) соответствие качества продукции требованиям потребителей;
- 3) соответствие цены качеству продукта.

Таким образом, **качество результатов хозяйственной деятельности является одним из основных факторов конкурентоспособности фирмы.**

Качество может быть охарактеризовано как с точки зрения потребителя, так и с точки зрения производителя.

С точки зрения потребителя, качество — это совокупность свойств и характеристик продукции (работ, услуг), которые придают ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности в соответствии с назначением. Иначе говоря, это такие свойства продукции (работ, услуг), благодаря которым потребитель остается доволен своим приобретением.

Таким образом, с точки зрения потребителя качество продукта отражает его полезность для данного потребителя (потребительские свойства продукта).

С точки зрения производителя, качество — это соответствие характеристик объекта установленным требованиям.

Требования к качеству могут быть сформированы на различных уровнях:

- государственные контролирующие органы, уполномоченные в области обеспечения качества;
- потребитель;
- производитель.

В рыночной экономике современные концепции управления качеством рассматривают последнее с позиций **потребителя.**

1.1 Показатели качества

Как уже отмечалось выше, качество компании определяется качеством результатов ее хозяйственной деятельности, т.е. продукции или услуг (работ).

Разработкой методологии оценки качества занимается наука, называемая **квалиметрией.**

Качество может быть оценено с помощью совокупности показателей.

Показатели качества — характеристика свойств объекта, составляющих его качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям его создания и использования.

Результатом деятельности предприятия может быть:

Продукция — материальный результат хозяйственной деятельности.

Услуга — процесс предоставления определенных благ потребителю, осуществляемый в виде непрерывного взаимодействия потребителя и поставщика услуги.

В практической деятельности термин «продукция» является общим, как для материального результата процесса, так и для нематериального результата деятельности (услуги).

Для оценки качества продукции и качества услуги используют различные показатели.

Качество **продукции** может быть измерено и оценено с помощью количественных показателей.

Качество **услуги**, которое в отличие от качества продукции обычно трудно оценить с помощью количественных показателей, определяют на основе экспертных оценок.

Показатели качества продукции:

1) *Показатели технического эффекта (назначения)*, которые характеризуют свойства продукции, определяющие основные функции, для выполнения которых она предназначена, и область ее применения:

- показатели функциональной и технической эффективности (коэффициент полезного действия, мощность, скорость, точность прибора);
- конструктивные показатели (габаритные размеры, коэффициент сборности и взаимозаменяемости);
- показатели состава и структуры (количество калорий в продуктах питания, содержание натуральных волокон в ткани).

2) *Показатели надежности:*

- безотказность, т.е. свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки, выражается в вероятности безотказной работы, средней наработке до отказа, интенсивности отказов;
- долговечность, т.е. свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов, выражается в среднем ресурсе и среднем сроке службы;
- ремонтпригодность, т.е. свойство изделия, заключающееся в приспособленности его к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений, а также устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания, выражается в вероятности восстановления работоспособного состояния, среднем времени восстановления;
- сохраняемость, т.е. свойство изделия сохранять исправное, работоспособное или пригодное к употреблению состояние в течение и после хранения и транспортировки, выражается в среднем сроке сохраняемости, назначенном сроке хранения.

3) *Показатели экономичности*, которые характеризуют экономность использования ресурсов (сырья, энергии и пр.) при создании и потреблении изделия:

- себестоимость;
- трудоемкость;
- ресурсо—, энергоемкость;
- цена потребления (затраты потребителя на обслуживание, эксплуатацию и ремонт изделия в течение всего периода его использования).

4) *Показатели стандартизации и унификации*, которые характеризуют степень использования стандартных, унифицированных или оригинальных составных элементов при изготовлении продукции.

5) *Эргономические показатели*, которые характеризуют систему «человек—машина» и учитывают комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических и психологических свойств человека, проявляемых им при взаимодействии с техникой на производстве и в быту:

- гигиенические (освещенность, температура, излучение, шум.вибрация);
- антропометрические (соответствие конструкции изделия размерам и форме тела человека);
- физиологические (соответствие конструкции изделия силовым и скоростным возможностям человека); психологические (соответствие изделия возможностям человека воспринимать и перерабатывать информацию, психологическая совместимость).

6) *Экологические показатели*, которые определяют уровень негативного влияния объекта на окружающую природную среду при производстве, эксплуатации и утилизации

7) *Показатели безопасности*, которые характеризуют особенности продукции, определяющие безопасность человека и других объектов при ее эксплуатации (электро—, пожаробезопасность и пр.).

8) *Эстетические показатели*, которые обуславливают внешний вид изделия:

- информационно—художественная выразительность изделия (оригинальность, соответствие моде);
- рациональность формы (соответствие формы назначению, особенностям технологии изготовления и применяемым материалам).

Качество продукта определяет не только совокупность его функциональных характеристик, но и условия послепродажного обслуживания. Увеличение срока гарантийного обслуживания делает изделие более привлекательным для потребителя.

Показатели качества услуги:

1) *Квалификация персонала.* Услуга, как правило, предоставляется потребителю обслуживающим персоналом, поэтому квалификация персонала является основным показателем качества услуги и определяется следующими характеристиками:

- компетенция (наличие профессиональных знаний, умений и навыков, необходимых для оказания конкретной услуги); коммуникабельность (способность к общению с клиентом); взаимопонимание (способность разговаривать в манере клиента);
- вежливость (поведение контактирующего персонала)
- надежность (состоятельность исполнения, в том числе пунктуальность и точность обслуживания, информации и фактических процедур).

2) *Доступность:*

— время обслуживания (часы работы фирмы, предоставляющей услугу);

- скорость обслуживания (продолжительность оказания услуги);
- местоположение фирмы, предоставляющей услугу.

3) *Характеристика материального обеспечения*, т.е. параметры физической среды, в которой происходит обслуживание:

- помещение;
- техническое оснащение (мебель);
- форменная одежда (внешний вид) персонала.

1.2 Методология оценивания качества

Для наглядности классификация показателей качества представлена в виде таблицы 1.

Для оценки показателей качества продукции используют различные методы определения качества, которые делятся на две группы:

По способам получения информации:

Измерительный метод основан на информации, получаемой с использованием измерительных приборов (применяется при наличии реального объекта).

Регистрационный метод использует информацию получаемую на основе подсчета (регистрации) числа определенных событий (например, количество брака за отчетный период, число комплектующих в изделии и т.д.). Метод используется для оценки показателей экономичности, технологичности, стандартизации и унификации.

Органолептический метод базируется на информации, предоставляемой посредством использования органов чувств человека: обоняния, осязания, вкуса, слуха, зрения. Метод применяется в основном для оценки качества предметов широкого потребления, включая продукты питания (табачные, вино—водочные, парфюмерные изделия), а также для определения эргономичности и эстетичности продукции.

Расчетный метод использует теоретические или экспериментальные зависимости показателей качества продукции от ее параметров. Применяется при проектировании новых образцов продукции до создания

опытного образца для определения различных функциональных характеристик продукции.

Таблица 1.1— Классификация показателей качества продукции

| № | Признак классификации | Типы показателей |
|-----|------------------------------------|---|
| 1 | Метод определения: | |
| 1.1 | по способу получения информации: | Инструментальные Расчетные Статистические Органолептические |
| 1.2 | по источнику получения информации: | Традиционные Экспертные Социологические Комбинированные |
| 2 | Оценочные показатели качества: | Назначения Надежности Технологичности Эргономические Эстетические Стандартизации Патентно—правовые Экономические |
| 3 | Количество отражаемых свойств | Единичные Комплексные Интегральные |
| 4 | Размерность отражаемых величин | Абсолютные Приведенные Безразмерные |
| 5 | Значимость при оценке качества | Основные Дополнительные |
| 6 | Стадия определения | Проектные Производственные Эксплуатационные Прогнозируемые |

По источникам получения информации:

Традиционный метод. Информация о показателях качества формируется в процессе испытаний продукции в условиях, максимально приближенных к реальным.

Экспертный метод. Оценка качества продукции осуществляется на основе решения, принимаемого группой экспертов, включающей специалистов различных смежных областей.

Социологический метод — это сбор и анализ мнений потенциальных потребителей о качестве продукции путем получения интервью, заполнения анкет.

При оценке качества продукции традиционным методом учету подлежат, прежде всего, три составляющие качества: технический уровень, качество изготовления, эксплуатационный уровень.

Технический уровень обуславливает техническое совершенство продукции.

Техническое совершенство продукции — это совокупность наиболее существенных свойств продукции, характеризующих научно—технические достижения в развитии данного вида продукции. Технический уровень определяется путем сопоставления значений показателей технического совершенства оцениваемой продукции и базовых образцов.

Базовые образцы — это образцы продукции, представляющие передовые научно—технические достижения в развитии данного вида продукции. В качестве базовых выбираются лучшие образцы из группы аналогов (мировых и отечественных).

Оценка технического уровня продукции осуществляется с помощью оценочных показателей качества: показателей назначения, надежности, экономичности, технологичности, стандартизации, безопасности и эстетических показателей.

Качество изготовления характеризует степень устойчивости технологии и качества оборудования, применяемого при изготовлении изделия, и величину затрат на его производство; оценивается по показателям экономичности, дефектности.

Эксплуатационный уровень оценки качества отражает техническую сторону использования изделия: надежность, ремонтпригодность, безотказность продукции, а также учитывает цену потребления как фактор эксплуатационного качества.

В зависимости от количества показателей качества, используемых при оценке, различают:

Дифференциальный метод — это использование отдельных единичных показателей качества для определения того, по каким из них будет достигнут уровень базового образца.

Если при расчетах по одним показателям значения получились лучше, а по другим хуже, используются комплексный или смешанный методы.

В комплексном методе рассчитывается обобщенный показатель качества продукции, представляющий собой функцию от единичных показателей. Обобщенный показатель может быть выражен: главным показателем; интегральным показателем или средним взвешенным показателем.

Главный показатель определяют при наличии необходимой информации, затем устанавливают функциональную зависимость от исходных показателей качества (например, главным показателем общественного го-

родского транспорта является производительность в пассажиро—километрах).

Интегральный показатель используется при возможности расчета суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции и суммарных затрат на создание и эксплуатацию.

Средние взвешенные показатели применяют, если невозможно установить функциональную зависимость главного показателя от исходных показателей качества, но можно определить весовые значения усредняемых параметров (значимость того или иного параметра в качестве объекта).

Смешанный метод основан на одновременном использовании единичных и комплексных показателей оценки качества продукции. Применяется, если использование дифференциального метода не позволяет сделать достоверных обобщающих выводов из-за большого количества единичных показателей, а обобщенный показатель в комплексном методе не учитывает все существенные свойства продукции.

Расчет в смешанном методе осуществляется путем объединения взаимосвязанных единичных показателей в группы, по которым определяется комплексный показатель. Наиболее значимые показатели (например, показатели надежности) в группы не объединяются, а рассчитываются как единичные. Затем дифференциальным методом проводят окончательную оценку.

При оценке качества продукции экспертным методом наиболее часто используют градацию метода по признаку оценки предпочтений, в которых из совокупности объектов группа специалистов выбирает наилучший.

К экспертным методам **по признаку оценки предпочтений** относятся:

Метод рангов. В методе рангов осуществляется ранжирование исследуемых объектов в зависимости от их относительной значимости. Наиболее предпочтительному объекту присваивается первый ранг, наименее предпочтительному — последний ранг, равный количеству исследуемых объектов. Результирующие ранги объектов ранжирования по данным опросов определяются как сумма рангов для каждого объекта. В итоге первый ранг присваивается объекту, получившему наименьшую сумму рангов.

Метод непосредственного оценивания (балльный метод) использует упорядочение исследуемых объектов в зависимости от их значимости путем приписывания баллов каждому из них. Диапазон шкалы оценок составляет от 0 до 1, до 5, до 10, до 100. По результатам оценок определяются ранг и весомость каждого исследуемого объекта. Первый ранг присваивается объекту с наибольшим весом. Балльный метод позволяет снизить влияние субъективных факторов при принятии экспертных оценок.

Метод сопоставления осуществляется попарным сравнением. Эксперт сопоставляет анализируемые объекты по их важности попарно, устанавливая в каждой паре наиболее важный. Парное сопоставление продол-

жается до выявления наилучшего объекта. Общее количество пар сравнения:

1.3 Измерение качества

Для **количественной оценки качества** объекта или процесса часто используется информация, получаемая на основе измерений.

Наукой об измерениях, методах и средствах обеспечения единства и требуемой точности измерений является **метрология**.

Значение метрологии в экономике огромно, поскольку хозяйственные процессы осуществляются на основе измерительной информации. Для регулирования деятельности хозяйствующих субъектов и защиты интересов граждан государство осуществляет метрологический надзор (надзор за правильным проведением измерений и использованием измерительных устройств).

Сферы деятельности, на которые распространяется государственный метрологический надзор: здравоохранение, ветеринария, охрана окружающей природной среды, обеспечение безопасности труда; обеспечение обороны государства; торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом; государственные учетные операции; геодезические и гидрометеорологические работы; банковские, налоговые, таможенные и почтовые операции; обязательная сертификация продукции; регистрация национальных и международных рекордов и т.д.

Основные функции метрологии: разработка средств измерений; разработка методов измерений; обеспечение единства измерений; обеспечение требуемой точности измерений.

Средства измерений — это технические устройства, предназначенные для измерений и имеющие нормированные метрологические характеристики: меры, измерительные приборы измерительные преобразователи, измерительные установки, измерительные системы.

Мера — средство измерения для воспроизведения физической величины заданного размера (гири, линейки и пр.)

Измерительный прибор — средство измерения для получения измерительной информации, доступной для непосредственного восприятия оператора. Измерительные приборы делятся на показывающие (цифровые и аналоговые) и регистрирующие (самопишущие и печатающие).

Измерительный преобразователь — средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения (в данном случае непосредственно оператором информация восприниматься не может).

Измерительная установка — совокупность функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, используемых для получения измерительной информации, доступной для непосредственного восприятия оператором.

Измерительная система — комплекс средств измерения и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи и предназначенных для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и использования в автоматических системах управления.

Метод измерений — совокупность приемов использования принципов и средств измерения. Выделяют метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

Метод непосредственной оценки — определение значения величины по показанию измерительного прибора прямого действия. В данном случае точность измерения ограничивается погрешностью измерительного прибора.

Метод сравнения с мерой — сравнение измеряемой величины с величиной, воспроизводимой мерой. Точность метода сравнения с мерой выше, чем метода непосредственного оценивания, и зависит от погрешности изготовления меры

Для обеспечения единства измерения и устранения технических барьеров в 1960 г. Международной организацией мер и весов была принята международная система единиц (SI).

Международная система единиц (SI) состоит из семи основных единиц, двух дополнительных и необходимого количества производных:

1. Единица длины — метр;
2. Единица массы — килограмм;
3. Единица времени — секунда;
4. Единица силы электрического тока — ампер;
5. Единица термодинамической температуры — кельвин;
6. Единица силы света — кандела;
7. Единица количества вещества — моль;

Дополнительные единицы системы SI:

1. Единица плоского угла — радиан;
2. Единица телесного угла — стерadian.

Информация, получаемая в процессе измерения, должна быть достоверной. Точная измерительная информация повышает качество принимаемых решений и снижает непроизводительные издержки.

Качество измерения зависит от следующих факторов: точность измерительного прибора; метод измерения; условия окружающей среды; квалификация лица, проводящего измерение.

Качество измерения характеризуют точность, правильность, сходимость, воспроизводимость.

Точность— качество измерения, отражающее близость измеренного значения к истинному значению.

Правильность— качество измерения, отражающее близость к нулю систематических погрешностей.

Сходимость— качество измерения, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях.

Воспроизводимость— качество измерения, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в различных условиях.

2 ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ

Бесспорно, уровень качества продукции в целом характеризуется стабильностью качественных характеристик при производстве. Поэтому, организация современного производства немислима без применения принципа взаимозаменяемости.

Взаимозаменяемость – это свойство независимо изготовленных деталей занимать свое место в собираемой единице без дополнительной механической или ручной обработки при сборке, обеспечивающее при этом нормальную работу собираемых изделий, узлов, механизмов и машин.

Другими словами, это свойство равноценно заменять при использовании любой из множества экземпляров изделий, их частей или иной продукции другим однотипным экземпляром.

Взаимозаменяемость одинаковых деталей, узлов и комплектующих изделий является одним из основных условий осуществления массового и серийного производств.

При взаимозаменяемости упрощается процесс сборки. Он сводится к простому соединению деталей рабочими, преимущественно невысокой квалификации, появляется возможность точно нормировать процесс сборки во времени, устанавливать необходимый темп работы и применить точный метод. Кроме того, создаются условия для автоматизации процессов изготовления и сборки изделий, а также широкой специализации и кооперирования заводов. Упрощается ремонт изделий, т.к. любая изношенная или поломанная деталь может быть заменена новой (запасной).

Свойство собираемости и возможности равноценной замены любого экземпляра взаимозаменяемой детали и сборочной единицы любым однотипным экземпляром позволяет изготавливать комплектующие в одних цехах заводов серийного и массового производства, а собирать их – в других. При сборке используют стандартные крепежные детали, подшипники качения, электротехнические, резиновые и пластмассовые изделия, а часто их унифицированные агрегаты, получаемые по кооперации от других предприятий.

Взаимозаменяемыми могут быть детали, сборочные единицы и изделия в целом. В первую очередь такими должны быть детали и сборочные единицы, от которых зависит надежность и другие эксплуатационные показатели качества изделий. Это требование, естественно, распространяется и на запасные части.

Взаимозаменяемость бывает: полная и неполная; внешняя и внутренняя.

Полная взаимозаменяемость позволяет получать заданные показатели качества без дополнительных операций в процессе сборки. Полную взаимозаменяемость, которая обеспечивает возможность беспригоночной сборки (или замены при ремонте) любых независимо изготовленных с за-

данной точностью однотипных деталей в сборочные единицы, а последние – в изделия при соблюдении предъявляемых к ним технических требований по всем параметрам качества.

При *неполной взаимозаменяемости* при сборке изделий в конечное изделие допускаются операции, связанные с подбором, регулировкой некоторых деталей и сборочных единиц. Она позволяет получать заданные технические и эксплуатационные показатели готовой продукции при меньшей точности деталей.

Внутренняя взаимозаменяемость распространяется на детали, сборочные единицы и механизмы, входящие в изделие. Внутренняя взаимозаменяемость обеспечивается точностью параметров, которые необходимы для сборки деталей в узлы, а узлов в механизмы.

Внешняя взаимозаменяемость – это взаимозаменяемость покупных и кооперируемых изделий (монтируемых в другие, более сложные изделия) и сборочных единиц по эксплуатационным показателям, а также по размерам и форме присоединительных поверхностей.

Предприятия, применяющие в своей работе принципы взаимозаменяемости, используют стандартные нормативно—технические документы, стандартные детали, а также комплектующие изделия, изготовленные на специализированных предприятиях. Поэтому взаимозаменяемость базируется на стандартизации и способствует ее развитию.

Одним из основных условий осуществления взаимозаменяемости является точность деталей, узлов и комплектующих изделий по геометрическим параметрам, к которым относится: точность размеров; характер соединения деталей при сборке (посадка); точность формы и расположения поверхности; шероховатость и волнистость поверхности.

Основные нормы взаимозаменяемости включают системы допусков и посадок на гладкие соединения, резьбы, зубчатые передачи, конуса и углы и т.д.

Системой допусков и посадок называется совокупность допусков и посадок, закономерно построенных на основе теоретических или экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов.

Подробно основные вопросы взаимозаменяемости, принципы и методы ее обеспечения, методика расчета и выбора параметров точности при проектировании и метрологического обеспечения качества описаны в [5].

3 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ. ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ КОНТРОЛЯ, АНАЛИЗА И ВОЗДЕЙСТВИЯ

Управление качеством — это управленческая деятельность, направленная на предупреждение, выявление, устранение дефектов, а также на снижение затрат по совершенствованию качества.

Структуру процесса управления качеством, направленного на постоянное улучшение последнего, характеризует цикл Деминга.

Цикл Деминга (цикл PDCA или круг управления качеством)— совокупность этапов осуществления деятельности по управлению качеством (рис. 3.1).

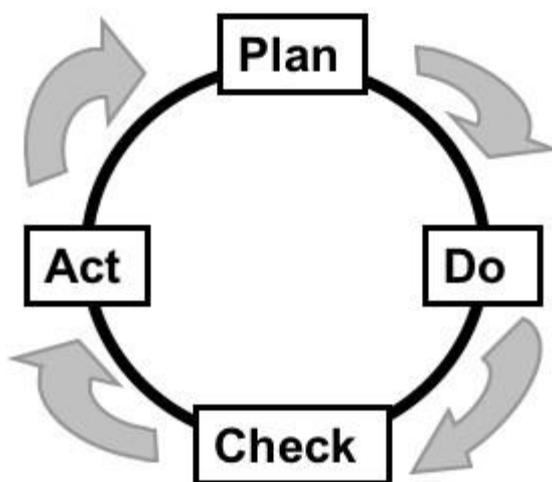


Рисунок 3.1—Круг Деминга

Этапы цикла Деминга:

Plan (план) — разработка целей и процессов, необходимых для достижения высокого качества в соответствии с требованиями потребителей;

Do(реализация)— организация деятельности по обеспечению качества, внедрение разработанных мероприятий;

Check (проверка) — контроль и анализ достигнутых результатов в области качества;

Act(исправление)—осуществление корректирующих действий по постоянному улучшению качества.

Цикл Деминга отражает предметные области управления качеством.

Основная цель управления качеством — непрерывное совершенствование деятельности компании, направленное на повышение качества, сокращение издержек, улучшение кадрового и производственного потенциалов.

В соответствии с поставленной целью определены **основные задачи**, разрабатываемые в процессе управления качеством:

- оценка уровня качества существующих аналогов;
- анализ требований покупателей;
- изучение национальных и международных стандартов в области качества;
- долгосрочное прогнозирование и планирование уровня качества; разработка внутренних стандартов;
- контроль качества исходного сырья и материалов;
- послеоперационный контроль в процессе производства;
- приемочный контроль;
- контроль качества изделия в условиях эксплуатации;
- анализ отзывов и рекламаций потребителей.

Выделяют стратегический, тактический и оперативный уровни решения задач в области обеспечения качества.

На **стратегическом уровне** управления качеством разрабатываются миссия и политика фирмы в области качества, формируются долгосрочные цели, обуславливающие стратегию развития компании; определяются требования к системе управления качеством и условия ее эффективности; осуществляются стратегический контроль и анализ достигнутых результатов.

На уровнях **тактического и оперативного** управления предприятием производится управление обеспечением ресурсами, проектированием и разработкой нового продукта, персоналом, процессом обслуживания клиентов, документацией.

Управление качеством осуществляется с учетом различных факторов, формирующих, обеспечивающих и стимулирующих качество.

К факторам, **формирующим качество**, относятся:

- качество исходных материалов и комплектующих изделий;
- качество оборудования;
- качество технологических процессов;
- качество обслуживающего персонала.

К факторам, **обеспечивающим сохранность качества**, относятся:

- упаковка;
- соответствующая маркировка;
- условия доставки и хранения;
- профилактика и правильная эксплуатация.

К факторам, **стимулирующим качество**, относятся:

- методы материального и морального стимулирования сотрудников;
- улучшение условий труда на рабочем месте.

Методы управления качеством — способы и приемы, с помощью которых субъекты (органы) управления воздействуют на организацию и элементы производственного процесса для достижения поставленных це-

лей в области качества. Наряду с отдельными методами выделены представляющие их комбинации комплексные методы, а также теоретические основы, концепции и системы. В отличие от комплексных методов, концепции и системы предполагают не только применение определенного набора методов, но и реформирование подхода к управлению организацией.

Отдельные методы полезно классифицировать по объекту воздействия: информация, социальные системы, оборудование. Последние связаны с особенностями конкретного производственного процесса, включают методы измерений, настройки и др. Управление социальными системами, как правило, подразделяется на экономические, организационно—распорядительные и социально—психологические методы.

Для наиболее полного представления методов и средств управления качеством применяемые в методической и учебной литературе подходы к систематизации могут быть объединены и дополнены (рис. 3.2, 3.3). К средствам управления качеством отнесены орудия, предметы, совокупность приспособлений для осуществления управления качеством: оргтехника, банки нормативной документации, средства связи и метрологии и т.д., а также управленческие отношения — отношения субординации и координации.

Различные методы и техники по сбору, обработке и представлению количественных и качественных данных какого—либо объекта получили название **инструменты качества**.

Все инструменты качества можно сгруппировать по целям их применения:

- инструменты контроля качества;
- инструменты управления качеством;
- инструменты анализа качества;
- инструменты проектирования качества.

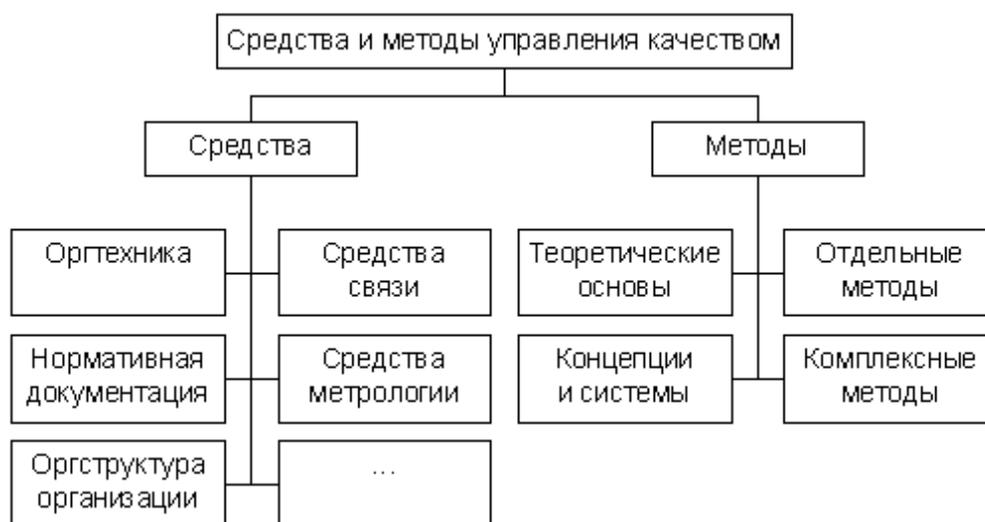


Рисунок 3.2— Классификация средств и методов управления качеством

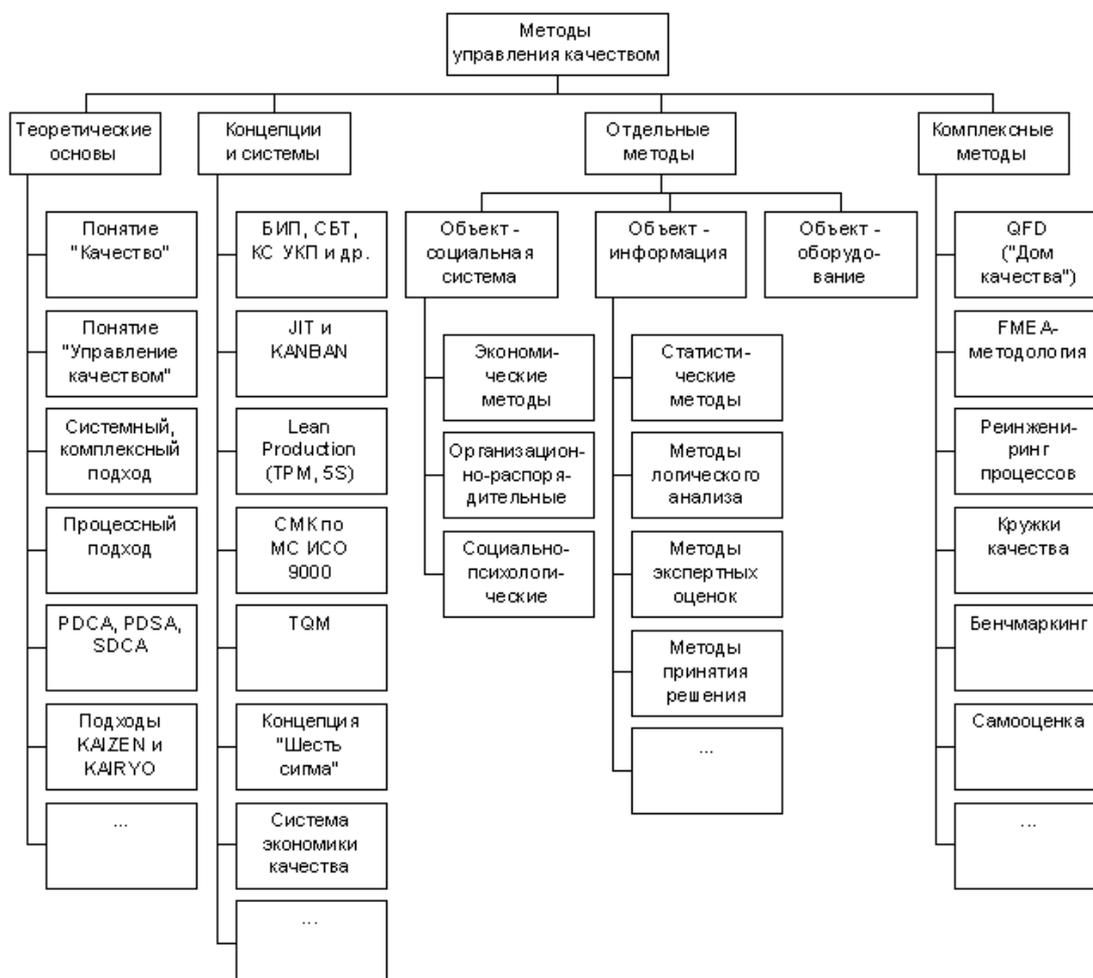


Рисунок 3.3— Классификация методов управления качеством

3.1 Простые инструменты контроля качества

Среди простых статистических методов и инструментов, названных так ввиду их сравнительной несложности, убедительности и доступности, наибольшее распространение получили семь методов, выделенных в начале 50—х гг. японскими специалистами под руководством Каоры Исикавы. В своей совокупности они образуют эффективную систему методов контроля и анализа качества существующих процессов. С их помощью, по свидетельству самого К. Исикавы, может решаться до 95 % всех проблем, находящихся в поле зрения производственников.

Рассматриваемые в данной главе инструменты часто называют «семь простых японских статистических методов контроля качества». Использование слова «статистические» в названии обусловлено тем фактом, что большинство этих методов—инструментов предназначено для работы с числовыми (статистическими) данными, собранными в ходе контроля и управления процессом. Исключением является только четвертый метод—инструмент — «Причинно—следственная диаграмма Исикавы», оперирующий преимущественно с вербальной (представленной в словесной форме) информацией.

Статистические методы позволяют обосновано обнаружить разладку процесса даже тогда, когда две – три единицы продукции, отобранные для контроля, окажутся годными, т.к. обладают высокой чувствительностью к изменениям в состоянии технологических процессов.

3.1.1 Контрольный листок

Контрольный листок — это форма для систематического сбора данных и автоматического их упорядочения с целью облегчения дальнейшего использования собранной информации.

Контрольный листок представляет собой бумажный бланк, на котором заранее напечатаны названия и диапазоны контролируемых показателей, с тем, чтобы можно было легко и точно записать данные измерений и упорядочить их для дальнейшего использования. Этот инструмент служит средством для сбора и упорядочения первичных данных. Он используется для получения ответа на вопрос «Как часто встречаются изучаемые события?».

Применяются следующие виды контрольных листков:

- для регистрации измеряемого параметра в ходе производственного процесса;
- для регистрации видов несоответствий;

- для оценки воспроизводимости и работоспособности технологического процесса и т. п.

Форма контрольного листка разрабатывается в соответствии с конкретной ситуацией. В любом случае в нем указываются:

- объект изучения (например, наименование и/или чертеж детали);
- таблица регистрации данных о контролируемом параметре (например, линейный размер детали);
- место контроля (цех, участок);
- должность и фамилия работника, регистрирующего данные;
- дата сбора данных;
- продолжительность наблюдения и наименование контрольного прибора (если он применяется в ходе наблюдения).

В регистрационной таблице в соответствующей графе проставляются точки, черточки, крестики и другие условные знаки, соответствующие количеству наблюдаемых событий. Например, при регистрации количества событий могут быть использованы следующие символы (рис. 3.4).

| Количество событий | Первый вариант регистрации | Второй вариант регистрации |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1 | I | • |
| 2 | II | • • |
| 3 | III | • • • |
| 4 | IIII | • • • • |
| 5 | IIII | — • • • • |
| 6 | IIII I | ┌ • • • • |
| 7 | IIII II | └ • • • • |
| 8 | IIII III | □ • • • • |
| 9 | IIII IIII | ▣ • • • • |
| 10 | IIII IIII | ⊠ • • • • |
| 11 | IIII IIII I | ⊠ • • • • |

Рисунок 3.4 – Варианты символов контрольного листка

Предусматриваются следующие **этапы выполнения** сбора данных с использованием контрольных листков:

- 1) Формулирование соответствующих вопросов по качеству.
- 2) Выбор необходимых методов анализа.
- 3) Правильное обозначение точек сбора данных в технологическом процессе.
- 4) Назначение добросовестного рабочего для сбора данных.
- 5) Разработка формы бланков контрольных листков.
- 6) Подготовка инструкции по выполнению сбора данных.
- 7) Тщательная проверка разработанных бланков и инструкций.
- 8) Инструктаж и обучение рабочих.

9) Периодические проверки осуществления процесса сбора данных.

Диапазон применения контрольных листков очень широк, а их виды весьма разнообразны. При подготовке контрольных листков нужно следить за тем, чтобы форма листка была проста для заполнения и анализа.

Ниже приведен пример контрольного листка для сбора информации (рис. 3.5).

| Контрольный листок 3.2 | | | |
|--|---|---|-------------------|
| для сбора данных для построения гистограммы, характеризующей управляемость процесса производства валиков | | | |
| Дата <u>01.03.99 г.</u> | | Наименование продукции <u>Валик Пр 21/02-01</u> | |
| Участок <u>3</u> | | Цех <u>17</u> | |
| Интервалы размеров | Количество деталей, попадающих в интервал | Количество k_i , шт. | Частота f_i , % |
| 9,975... 9,980 | | 0 | 0,00 |
| 9,980... 9,985 | | 0 | 0,00 |
| 9,985... 9,990 | / | 1 | 1,14 |
| 9,990... 9,995 | //// | 4 | 4,55 |
| 9,995... 10,000 | | 20 | 22,73 |
| 10,000... 10,005 | | 35 | 39,76 |
| 10,005... 10,010 | | 21 | 23,86 |
| 10,010... 10,015 | | 6 | 6,82 |
| 10,015... 10,020 | / | 1 | 1,14 |
| 10,020... 10,025 | | 0 | 0,00 |
| Итого: | | 88 | 100 |
| Рабочий _____ (подпись) | | С. С. Сидоров (Ф.И.О.) | |

Рисунок 3.5 – Пример контрольного листка

3.1.2 Гистограмма

Гистограмма— это инструмент, позволяющий зрительно оценить закон распределения величины разброса данных, а также принять решение о том, на чем следует сфокусировать внимание для целей улучшения процесса.

Гистограмма отображается серией столбиков одинаковой ширины, но разной высоты. Ширина столбика представляет интервал в диапазоне наблюдений, высота — количество наблюдений (измерений), попавших в данный интервал.

Предусматриваются следующие этапы построения гистограммы:

- 1) Разработка формы контрольного листка для сбора первичных данных, непосредственно сбор статистических данных $x_i = 1, 2, \dots, N$, характеризующих ход процесса, и заполнение контрольного листка.

После заполнения контрольного листка приступают собственно к построению гистограммы.

- 2) Вычисление диапазона данных (выборочного размаха)

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

где x_{max} — наибольшее наблюдаемое значение;

x_{min} — наименьшее наблюдаемое значение.

- 3) Определение количества интервалов n на гистограмме часто осуществляют по формуле Стерджесса:

$$n \approx 1 + 3,322 \lg N,$$

где N — общее количество собранных данных в выборке.

Рекомендуемое число интервалов гистограммы, которое получается при использовании формулы Стерджесса, представлено в табл. 3.1.

Таблица 3.1 — К выбору рекомендуемого числа интервалов на гистограмме

| Количество данных в выборке, N | Число интервалов |
|----------------------------------|------------------|
| 23 — 45 | 6 |
| 46 — 90 | 7 |
| 91 — 1 80 | 8 |
| 181 — 361 | 9 |
| 362 — 723 | 10 |
| 724 — 1447 | 11 |
| 1448 — 2885 | 12 |

- 4) Определение размеров интервалов осуществляют так, чтобы размах, включающий максимальное и минимальное значения, делился на интервалы равной ширины. Для получения ширины интервалов h размах делят на полученное выше количество интервалов:

$$h = R/n.$$

- 5) Определение границ интервалов.

Сначала определяют нижнюю границу первого интервала и прибавляют к ней ширину этого интервала, чтобы получить границу между первым и вторым интервалами. Далее продолжают прибавлять найденную

ширину интервала h_k предыдущему значению для получения второй границы, затем третьей и т. д. После завершения такой работы можно удостовериться, что верхняя граница последнего интервала совпадает с максимальным значением x_{max} .

б) Вычисление частот.

В третий столбец таблицы контрольного листка вносят количество событий, попавших в каждый интервал. По результатам наблюдений, отмеченных черточками во втором столбце этой таблицы, подсчитывают общее количество наблюдений, а затем в четвертый столбец записывают относительные частоты, выраженные в процентах и подсчитанные по формуле:

$$f_i = \frac{k_i}{N} 100\%.$$

7) Построение графика гистограммы.

Берется миллиметровая бумага, на ней наносятся горизонтальная и вертикальная оси, а затем на каждой оси выбираются масштабы. На горизонтальную ось необходимо нанести границы интервалов. На оси абсцисс с обеих сторон (перед первым и после последнего интервалов) следует оставить место, не менее размера одного интервала. Пользуясь шириной интервалов как основанием, строят прямоугольники, высота каждого из которых равна частоте попадания результатов наблюдений в соответствующий интервал. На график (см. рис. 3.6) наносят линию, представляющую среднее арифметическое значение \bar{x} , а также линии, представляющие границы поля допуска, если они имеются.

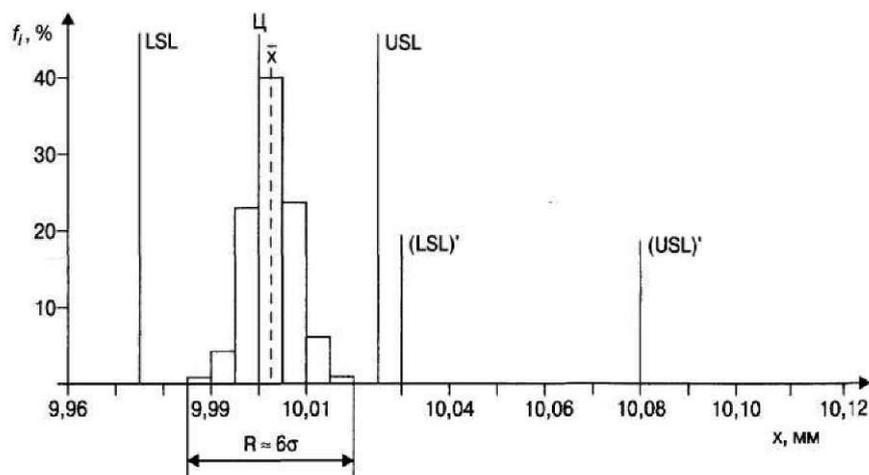


Рисунок 3.6— Гистограмма, построенная по данным контрольного листка (рис. 3.5)

Построение гистограммы на практике производят для того, чтобы оценить качество выпускаемой продукции и качество процесса производства этой продукции.

Наиболее часто для оценки качества процесса используют следующие характеристики:

P_p — индекс пригодности процесса удовлетворять технический допуск (без учета положения среднего значения);

k — показатель настроенности процесса на целевое значение;

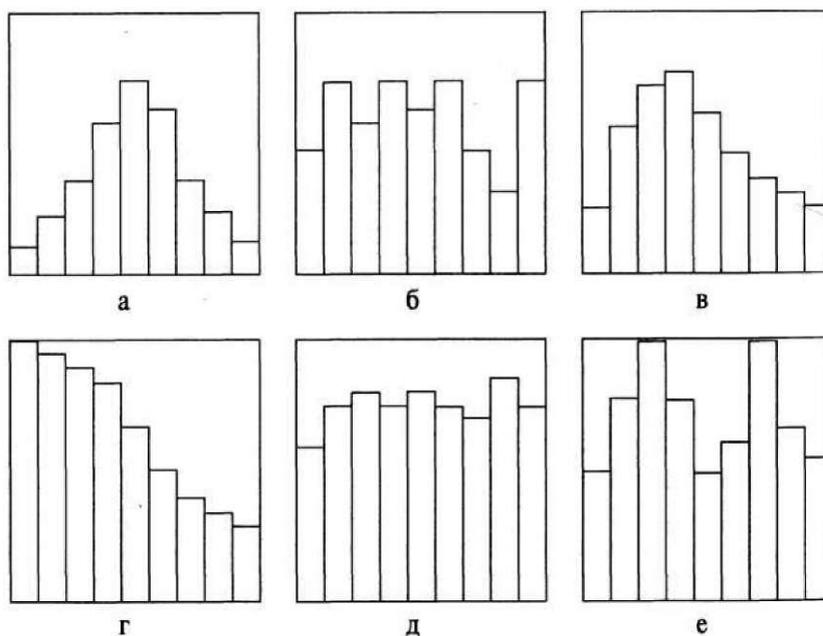
$P_{pk} = P_p \cdot (1 - k)$ — оценка индекса пригодности процесса удовлетворять технический допуск с учетом положений среднего значения.

Таким образом, для повышения качества процесса (уменьшения уровня дефектности) необходимо обеспечить высокое значение индекса P_p и низкое значение показателя k .

Гистограмма применяется главным образом для анализа значений измеренных параметров, но может использоваться и для оценки показателей возможностей процессов.

Систематизируя показатели качества и анализируя построенную для них гистограмму, можно легко понять вид распределения, а определив среднее значение показателя и стандартное отклонение, можно провести сравнение показателей качества с контрольными нормативами и таким образом получить информацию высокой точности.

На рис. 3.7 приведены наиболее часто встречающиеся на практике формы гистограмм (типовые формы). По форме можно узнать полезную информацию о характере распределения случайной величины.



а — симметричная, или колоколообразная; б — гребенка; в — положительно скошенное распределение; г — распределение с обрывом справа; д — равномерное распределение (плато); е — двухпиковая (бимодальная) форма.

Рисунок 3.7— Основные формы гистограмм:

Обычная форма (симметричная, или колоколообразная). Среднее значение гистограммы приходится на середину размаха данных. Наивысшая частота оказывается в середине и постепенно снижается к обоим концам. Форма симметрична. Это именно та форма, которая встречается чаще всего.

Гребенка Интервалы через один имеют более низкие (высокие) частоты. Такая форма встречается, когда число единичных наблюдений, попадающих в интервал, колеблется от интервала к интервалу или когда действует определенное правило округления данных.

Положительно скошенное распределение (отрицательно скошенное распределение). Среднее значение гистограммы локализуется слева (справа) от центра размаха. Частоты довольно резко спадают при движении влево (вправо) и, наоборот, медленно — при движении вправо (влево). Форма асимметрична. Такая форма встречается, когда левое (правое) значение поля допуска недостижимо.

Распределение с обрывом справа (распределение с обрывом слева). Среднее арифметическое гистограммы локализуется далеко слева (справа) от центра размаха. Частоты резко спадают при движении влево (вправо) и, наоборот, медленно вправо (влево). Форма асимметрична. Это одна из тех форм, которые часто встречаются при 100 %-ной разбраковке изделий из-за плохой управляемости процесса, а также когда проявляется резко выраженная положительная (отрицательная) асимметрия.

Равномерное или прямоугольное распределение (плато). Частоты в разных интервалах образуют плато, поскольку все интервалы имеют более или менее одинаковые ожидаемые частоты. Такая форма встречается в смеси нескольких распределений, имеющих различные средние значения.

Двухпиковая (бимодальная) форма. В окрестностях центра диапазона данных частота низкая, т. е. по пику с каждой стороны. Такая форма встречается, когда смешиваются два распределения с далеко отстоящими средними значениями.

3.1.3 Метод стратификации (группировки, расслоения) статистических данных

Стратификация — разделение полученных данных на отдельные группы (слои, страты) в зависимости от выбранного стратифицирующего фактора.

При отсутствии учета стратифицирующего фактора происходит их объединение и обезличивание, затрудняющее установление действительной взаимосвязи между полученными данными и особенностями их возникновения.

Например, при анализе источника дефектной продукции, поставляемой предприятию несколькими сторонними поставщиками, целесообразно

в качестве стратифицирующего фактора выбрать поставщиков и произвести стратификацию дефектной продукции по поставщикам.

В качестве стратифицирующего фактора могут быть выбраны любые параметры, определяющие особенности условий возникновения и получения данных: оборудование; бригады, участки, цехи, предприятия; время сбора данных; виды сырья; используемые станки, средства измерения и т. д.

Легко запомнить типовые причины (факторы), по которым может быть произведена стратификация статистических данных можно воспользовавшись **мнемоническим приемом 4М ... 6М**. Этот мнемонический прием основан на том, что в английском языке были подобраны слова, начинающиеся на букву М и определяющие основные группы причин (факторов), по которым наиболее часто производят стратификацию статистических данных. Вот они:

Manpower(персонал) — расслоение по исполнителям (по их квалификации, стажу работы, полу и т. п.).

Machine(машина) — стратификация по машинам, станкам, оборудованию (по новому и старому оборудованию, марке, конструкции, выпускающей фирме и т. п.).

Material(материал) — группировка по виду материала, сырья, комплектующих (по месту добычи или производства, фирме—изготовителю, партии сырья, сорту материала и т. п.).

Method(метод, технология) — расслоение по способу производства (по температурному режиму, технологическому приему, номеру цеха, бригады, участка, смене, рабочим и т. п.).

Measurement(измерение) — по методу измерения, типу измерительных средств, классу точности прибора и т. п.

Media(окружающая среда) — по температуре, влажности воздуха в цехе, магнитным и электрическим полям, солнечному излучению и т. п.

Наиболее часто производится группировка статистических данных по первым четырем причинам (мнемонический прием 4М). Если к этим четырем причинам (факторам) необходимо добавить пятую или шестую, то получаются, соответственно, мнемонические приемы 5М и 6М.

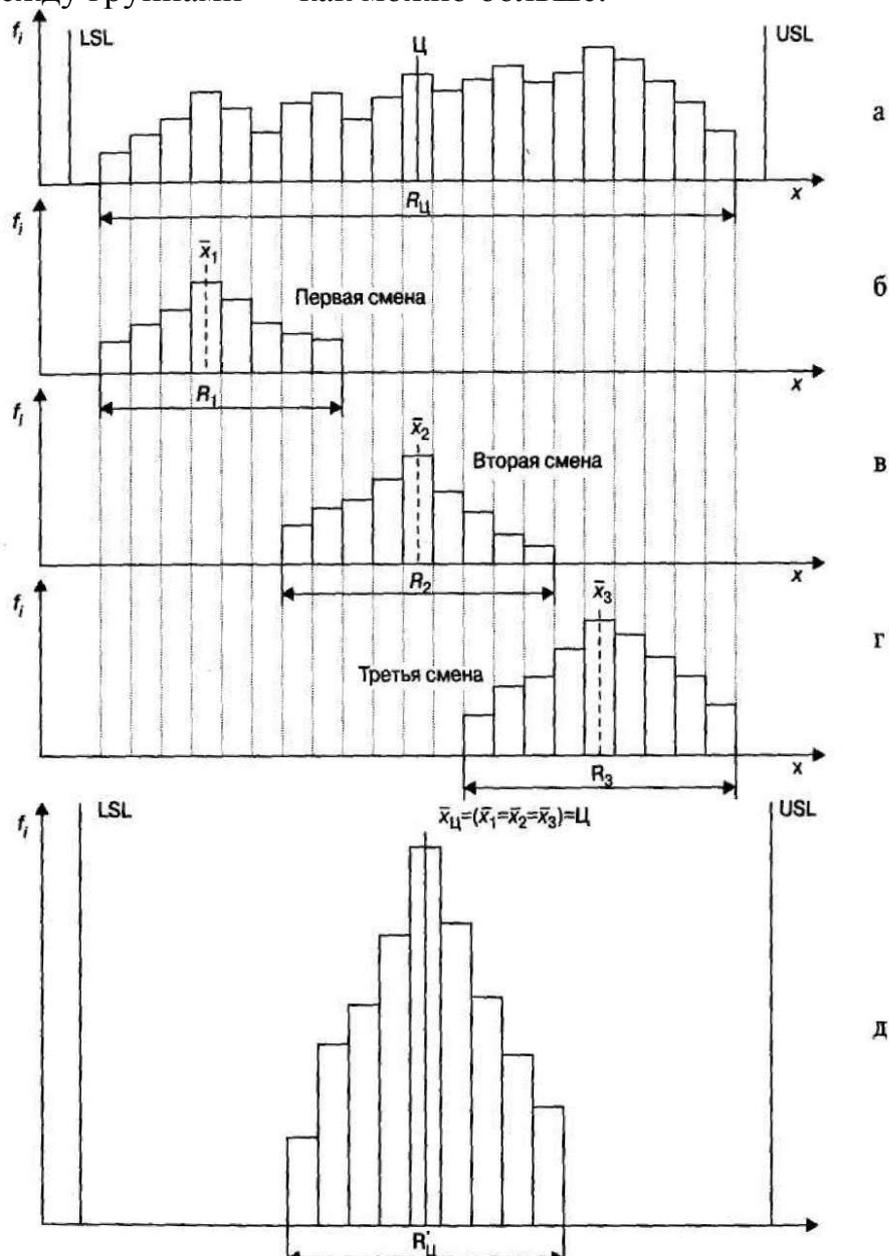
Предусматриваются следующие **этапы использования метода стратификации**:

- 1) Выбор данных, представляющих интерес для изучения.
- 2) Выбор стратифицирующего фактора и категории (группы), на которые будут разделяться данные.
- 3) Группировка данных на основании выбранных категорий.
- 4) Оценка результатов группировки по каждой из категорий.
- 5) Представление полученных результатов.
- 6) Анализ необходимости дополнительного изучения данных.
- 7) Составление плана последующей работы для дополнительного подтверждения полученных результатов.

На рис. 3.8 представлен результат применения метода стратификации на примере анализа качества изделий в одном из цехов предприятия.

Из рис. 3.8 д видно, что при совмещении средних арифметических значений главного параметра качества \bar{x} для каждой смены с серединой \bar{C} поля допуска суммарная гистограмма для цеха в целом имеет значительно меньший размах $R'_y < R_y$, что соответствует значению индекса пригодности процесса P_p .

Расслоение данных позволяет получить представление о скрытых причинах дефектов или выявить неочевидные пути улучшения качества продукции. При расслоении данных следует стремиться к тому, чтобы различие внутри каждой группы (страты, слоя) было как можно меньше, а различие между группами — как можно больше.



а — гистограмма для всего цеха; б, в, г — соответственно гистограммы для 1—, 2— и 3—й смен; д — гистограмма распределения главного параметра качества продукции цеха при совмещении средних значений всех смен

Рисунок 3.8 — Пример стратификации данных о качестве изделий цеха по сменам работы

3.1.4 Причинно—следственная диаграмма Исикавы

Причинно—следственная диаграмма Исикавы (диаграмма причин и результатов) — средство, позволяющее выразить отношения «причина – результат» 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. Она получила название «схема Исикавы» (в японской литературе эту диаграмму из-за ее формы часто именуют «рыбья кость» или «рыбий скелет»).

Диаграмма представляет собой средство графического упорядочения факторов, влияющих на объект анализа. Главным достоинством диаграммы Исикавы является то, что она дает наглядное представление не только о тех факторах, которые влияют на изучаемый объект, но и о причинно—следственных связях этих факторов. В основе построения диаграммы лежит определение (постановка) задачи, которую необходимо решать.

При вычерчивании причинно—следственной диаграммы Исикавы самые значимые параметры и факторы располагают (см. рис. 3.9) наиболее близко к голове «рыбьего скелета».

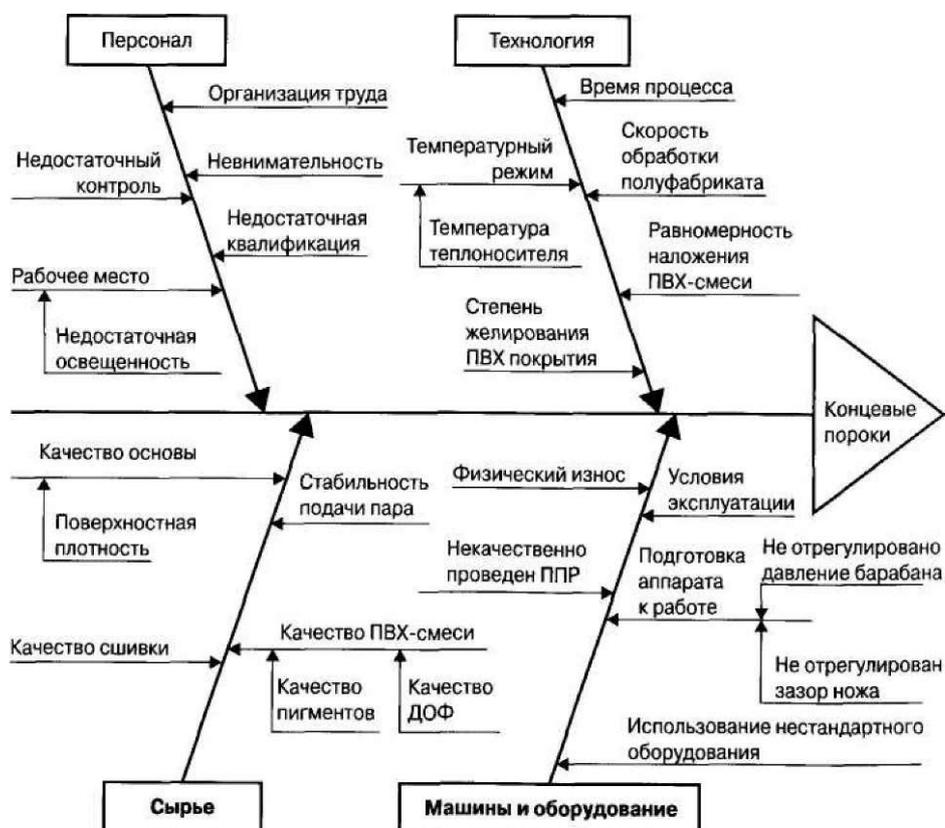


Рисунок 3.9— Пример причинно—следственной диаграммы Исикавы

Построение начинают с того, что к центральной горизонтальной стрелке, изображающей объект анализа, подводят большие первичные

стрелки, обозначающие главные факторы (группы факторов), влияющие на объект анализа. Далее к каждой первичной стрелке подводят стрелки второго порядка, к которым, в свою очередь, подводят стрелки третьего порядка и т. д. до тех пор, пока на диаграмму не будут нанесены все стрелки, обозначающие факторы, оказывающие заметное влияние на объект анализа в конкретной ситуации. Каждая из стрелок, нанесенная на схему, представляет собой в зависимости от ее положения либо причину, либо следствие: предыдущая стрелка по отношению к последующей всегда выступает как причина, а последующая — как следствие.

Наклон и размер не имеют принципиального значения. Главное при построении схемы заключается в том, чтобы обеспечить правильную соподчиненность и взаимозависимость факторов, а также четко оформить схему, чтобы она хорошо смотрелась и легко читалась. Поэтому независимо от наклона стрелки каждого фактора его наименование всегда располагают в горизонтальном положении, параллельно центральной оси.

При построении диаграммы Исикавы предусматриваются следующие **этапы выполнения:**

- 1) Определение перечня показателей качества (видов неудач, дефектов, брака), которые следует проанализировать.
- 2) Выбор одного показателя качества. Его следует написать в середине правого края чистого листа бумаги. Слева направо провести прямую линию, которая будет представлять собой «хребет» будущей диаграммы Исикавы.
- 3) Выявление главных причин, влияющих на показатель качества (рекомендуется воспользоваться мнемоническим приемом 4М ... 6М при определении этих главных причин).
- 4) Построение «больших костей». Для этого надо соединить линиями главные причины с «хребтом», расположив более весомые причины ближе к голове «рыбьего скелета».
- 5) Определение вторичных причин (рекомендуется воспользоваться методом «мозговой атаки» для выявления вторичных возможных причин выбранной проблемы качества). Вторичные причины для уже записанных главных причин также наносятся на рисунок.
- 6) Построение «средних костей». Для этого соединяют линиями вторичные причины с первичными.
- 7) Проверка логической связи каждой причинной цепочки.
- 8) Нанесение всей необходимой информации (надписей) и проверка законченности составленной причинно—следственной диаграммы Исикавы.

С помощью такой диаграммы возможно установить важность каждой причины на основе объективных значений или данных. Анализ факторов с помощью собственного опыта или знаний возможен, но устанавливать их важность только на основе субъективных представлений или впе-

чатлений опасно. Объективное установление важности факторов с помощью данных — более научный и логический подход.

3.1.5 Диаграмма Парето

Диаграмма Парето — разновидность столбиковой диаграммы, применяемой для наглядного отображения рассматриваемых факторов в порядке уменьшения (возрастания) их значимости.

Диаграмма Парето показывает в убывающем порядке относительное влияние каждой причины на общую проблему. Эта диаграмма является инструментом, позволяющим распределить усилия для разрешения возникающих проблем и выявить главные причины, с которых надо начинать действовать, например, позволяет точно определить и квалифицировать основные виды причин брака при диагностировании процесса; установить, борьба с какими видами причин брака позволит наиболее эффективно и быстро повысить качество продукции.

В 1897 г. итальянский экономист В. Парето (1845—1923) установил, что примерно 70—80 % доходов или благ в государстве в большинстве случаев принадлежит 20—30 % населения. Американский экономист М. Лоренц в 1907 г. независимо от Парето пришел к тому же выводу, осуществив дальнейшее развитие идей Парето (помимо так называемой столбиковой диаграммы им было предложено использовать кумулятивную кривую, которую часто называют кривой Лоренца). Идея применения этой диаграммы для анализа причин возникновения брака и путей повышения качества принадлежит Дж. Джурану [1].

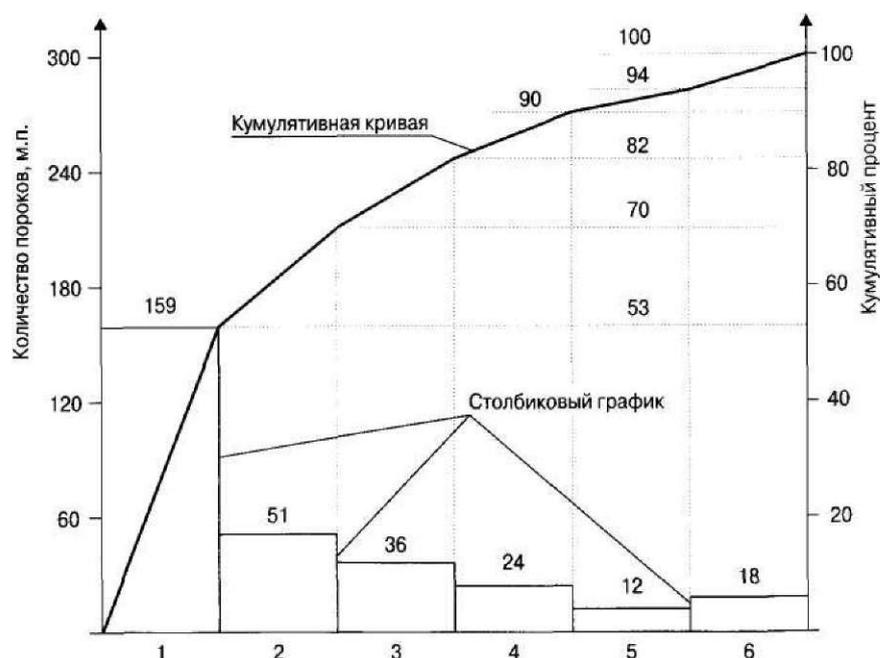
Рекомендуется порядок построения диаграммы Парето, включающий в себя **следующие этапы**:

- 1) Разработка контрольного листка для регистрации данных (о частоте возникновения дефектов в зависимости от вызывающих их причин) с перечнем видов собираемой информации.
- 2) Заполнение контрольного листка регистрации данных и подсчет необходимых итоговых данных.
- 3) Разработка бланка таблицы для обработки статистических данных контрольного листка, необходимых для построения диаграммы Парето (табл. 3.2). В этой таблице следует предусмотреть графы для регистрации: числа зарегистрированных дефектов каждого типа; накопленной суммы числа дефектов, выраженной в единицах измерения дефектов; накопленной суммы числа дефектов, выраженной в процентах к общему итогу (накопленного процента).
- 4) Заполнение таблицы. При этом полученные по каждому проверяемому признаку (типу дефекта) данные располагают в порядке убывания

их значимости. При этом группу «прочие» надо поместить в последнюю строку таблицы 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.

Таблица 3.2— Данные для построения диаграммы Парето при анализе тентового материала.

| Типы дефектов | Число дефектов, м. пог. | Накопленная сумма числа дефектов, м.пог. | Процент числа дефектов по каждому признаку к общей сумме | Накопленный процент |
|---------------|-------------------------|--|--|---------------------|
| Концевые | 159 | 159 | 53 | 53 |
| Складки | 51 | 210 | 17 | 70 |
| Засечки | 36 | 246 | 12 | 82 |
| Вмятины | 24 | 270 | 8 | 90 |
| Грязь | 12 | 282 | 4 | 94 |
| Прочие | 18 | 300 | 6 | 100 |
| Итого | 300 | — | 100 | — |



1 — концевые; 2 — складки; 3 — засечки; 4 — вмятины; 5 — грязь; 6 — прочие.

Рисунок 3.10— Диаграмма Парето по видам дефектов тентового материала (см. табл. 3.2)

- 5) Построение столбиковой диаграммы (рис. 3.10). Для этого чертят одну горизонтальную и две вертикальные оси. Сначала строят горизонтальную ось. Разделяют эту ось на интервалы в соответствии с числом контролируемых признаков (типов дефектов), затем строят вертикальные оси с левой и правой стороны графика. На левую ось наносят шкалу с интервалами (делениями) от 0 до числа, соответствующего общему итогу (суммарному числу дефектов), а на правую — шкалу с интервалами (делениями) от 0 до 100 %.
- 6) Вычерчивание кумулятивной кривой (кривой Лоренца). Для этого на вертикалях, соответствующих правым концам каждого интервала на горизонтальной оси, наносят точки накопленных сумм (результатов или процентов) и соедините отрезками прямых.
- 7) Нанесение на диаграмму всех обозначений и надписей, касающихся: диаграммы (название, разметка числовых значений на осях); данных; места и времени сбора и обработки данных; персонала, принимавшего участие в работе; любые другие сведения, которые могут быть полезными в последующей работе с построенной диаграммой Парето.

Определяющим достоинством диаграммы Парето является то, что она дает возможность разгруппировать факторы на значительные, т. е. встречающиеся наиболее часто, и на незначительные, т. е. встречающиеся относительно редко.

3.1.6 Диаграмма разброса (рассеивания)

Диаграмма разброса (рассеивания) — инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи между парами соответствующих переменных.

На практике часто важно изучить зависимости между парами каких—либо переменных. Как можно, например, установить, зависит ли вариация размеров детали от изменений скорости вращения шпинделя токарного станка? Для изучения зависимостей между двумя переменными, такими как скорость вращения шпинделя токарного станка и размер детали, мы и можем воспользоваться так называемой диаграммой рассеивания (полем корреляции).

Две переменные x и y могут относиться:

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

Можно рекомендовать следующий **порядок построения диаграммы разброса (рассеивания)**:

- 1) Сбор парных данных (x, y) , между которыми исследуется зависимость. Их помещают в таблицу (см. табл. 3.3). Необходимо иметь по меньшей мере 30 пар данных.

Таблица 3.3—Данные для построения диаграммы разброса

| | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-----|-------|-----|-------------|-------|
| x | x_1 | x_2 | ... | x_i | ... | $x_{(n-1)}$ | x_n |
| y | y_1 | y_2 | ... | y_i | ... | $y_{(n-1)}$ | y_n |

- 2) Анализ данных. Находят максимальные и минимальные значения для x и y . Выбирают шкалы на горизонтальной и вертикальной осях так, чтобы обе длины рабочих частей осей x и y получились приблизительно одинаковыми, тогда диаграмму будет легче читать. При определении масштабов берут на каждой оси от 3 до 10 градационных делений и при обозначении этих делений используют (для облегчения чтения) круглые числа. Если одна переменная — фактор, а вторая — характеристика качества, то выбирают для фактора горизонтальную ось x , а для характеристики качества — вертикальную ось y .
- 3) Построение диаграммы. По вычерченным осям наносят данные наблюдений. Если в разных наблюдениях получаются одинаковые значения, показывают эти точки либо рисуя концентрические окружности, либо нанося вторую точку рядом с первой.
- 4) Оформление диаграммы. Наносят на диаграмму все необходимые обозначения, например: название диаграммы; интервал времени сбора данных; число пар данных; названия и единицы измерения для каждой оси; дата составления диаграммы; имя (и прочие данные) человека, который составлял эту диаграмму. Необходимо следить, чтобы перечисленные выше данные, отраженные на диаграмме, понятны любому человеку, а не только тому, кто строил диаграмму.

Типичные виды диаграмм разброса (рассеивания) приведены на рис. 3.11.

- 5) Анализ диаграммы. После построения диаграммы рассеивания необходимо изучить связи между x и y . Для установления силы связи в количественных терминах полезно вычислить коэффициент корреляции r , воспользовавшись следующими формулами:

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx) \cdot S(yy)}};$$

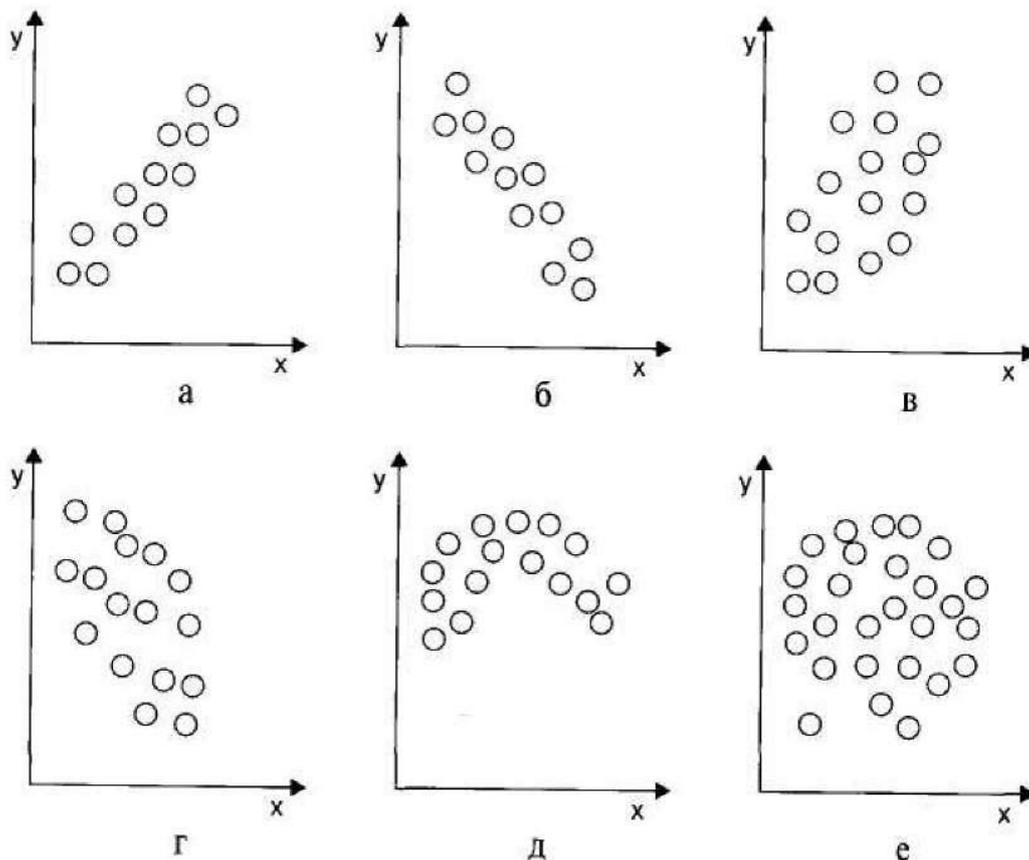
$$S(xx) = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2;$$

$$S(y) = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2;$$

$$S(xy) = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}),$$

где n — число пар данных;
 x, y — собранные статистические данные;
 \bar{x}, \bar{y} — средние арифметические значения соответствующих факторов x и y .

Коэффициент корреляции может принимать значение в диапазоне $-1 < r < 1$. Т.е. если абсолютное значение r окажется больше 1, то совершенно ясно, что произошла ошибка.



а — сильная положительная корреляция; б — сильная отрицательная корреляция; в — слабая положительная корреляция; г — слабая отрицательная корреляция; д — криволинейная корреляция; е — отсутствие корреляции

Рисунок 3.11 — Типичные виды диаграмм разброса (рассеивания)

3.1.7 Контрольные карты процессов

Контрольные карты — это представление полученных в ходе технологического процесса данных в виде точек (или графика) в порядке их поступления во времени.

Они позволяют контролировать текущие рабочие характеристики процесса, показывают отклонения этих характеристик от целевого или среднего значения, а также уровень статистической стабильности (устойчивости, управляемости) процесса в течение определенного времени. Их можно использовать для изучения возможностей процесса, чтобы помочь определить достижимые цели качества и выявить изменения средних характеристик и изменчивость процесса, которые требуют корректирующих или предупреждающих действий.

Контрольные карты впервые были предложены в 1924 г. У. Шухартом с намерением исключить необычные вариации, т. е. отделять вариации, которые обусловлены определенными причинами, от тех, что вызваны случайными причинами.

Контрольные карты основываются на четырех положениях:

- все процессы с течением времени отклоняются от заданных характеристик;
- небольшие отклонения отдельных точек являются непрогнозируемыми;
- стабильный процесс изменяется случайным образом, но так, что группы точек этого процесса имеют тенденцию находиться в прогнозируемых границах;
- нестабильный процесс отклоняется в силу неслучайных факторов, и не случайными обычно считаются те отклонения, которые находятся за пределами прогнозируемых границ.

Контрольные карты позволяют использовать текущие данные процесса, чтобы установить статистически нормальные рабочие границы (границы регулирования), в которых должны находиться характеристики процесса.

Постоянное использование контрольной карты может помочь определить факторы, вызывающие отклонения процесса от заданных требований, и исключить их влияние.

Существуют два класса контрольных карт: один — для непрерывных значений, а второй — для дискретных. Сведения об основных типах контрольных карт приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4—Основные типы контрольных карт

| Значения характеристики (показателя качества) | Название |
|---|--|
| Непрерывные значения | x —карта (индивидуальных значений x_i , карта измеряемых значений) (рис. 12) $(\bar{x} - S)$ —карта (средних значений \bar{x} и среднеквадратичных отклонений S) $(\bar{x} - R)$ —карта (средних значений \bar{x} и размахов R) $(\tilde{x} - R)$ —карта (медиан \tilde{x} и размахов R) $(\tilde{x} - S)$ —карта (медиан \tilde{x} и среднеквадратичных отклонений S) |
| Дискретные значения | p —карта (для контроля доли несоответствующих(дефектных) изделий в подгруппе) np —карта (для контроля числа несоответствующих(дефектных) изделий в подгруппе определенного объема n) c —карта (для контроля числа несоответствий (дефектов) в подгруппе) u —карта (для контроля числа несоответствий (дефектов), приходящихся на единицу продукции в подгруппе) |

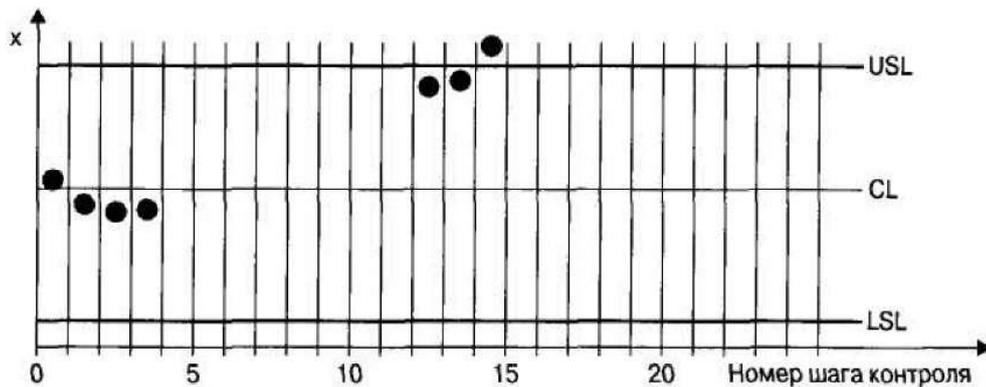


Рисунок 3.12—Пример контрольной x —карты индивидуальных значений

Опыт практической работы с x —картами показал, что они не всегда удобны в работе. Поэтому вместо карт индивидуальных значений чаще используют $(\bar{x} - S)$ —, $(\bar{x} - R)$ —, $(\tilde{x} - R)$ —карты. $(\tilde{x} - S)$ —карты на практике используются очень редко.

Рассмотрим обозначения \bar{x} , S , \tilde{x} , R , использованные в табл. 3.4. Они имеют следующий смысл:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \text{ — среднеарифметическое значение характеристик качества, измеренных рабочим на очередном шаге контроля;}$$

ва, измеренных рабочим на очередном шаге контроля;

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \text{ — среднеквадратичное отклонение характеристик качества, измеренных рабочим на очередном шаге контроля;}$$

стиккачества, измеренных рабочим на очередном шаге контроля;

$$\tilde{x} = \frac{x_{max} + x_{min}}{2} \text{ — медиана значений ряда наблюдений, выполненных на очередном шаге контроля;}$$

на очередном шаге контроля;

$R = x_{max} - x_{min}$ — размах значений из ряда наблюдений, выполненных на очередном шаге контроля.

Рассмотрим **этапы построения контрольной карты** на примере $(\bar{x} - R)$ -карты.

Эта карта используется для анализа и управления процессами, показатели качества которых представляют собой непрерывные величины (длина, вес, концентрация) и несут наибольшее количество информации о процессе.

Перед практическим использованием $(\bar{x} - R)$ -карты необходимо подготовить бланк, на котором эта контрольная карта будет изображаться.

1) Сбор данных. Пример результатов сбора исходных данных для построения контрольной карты типа $(\bar{x} - R)$ приведен в табл. 3.5.

Таблица 3.5 — Данные для подготовки к построению карты

| Номер подгруппы | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | $\sum_{i=1}^5 x_i$ | x_k | R_k |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 47 | 32 | 44 | 35 | 20 | 178 | 35,6 | 27 |
| 2 | 19 | 37 | 31 | 25 | 34 | 146 | 29,2 | 18 |
| 3 | 19 | 11 | 16 | 11 | 44 | 101 | 20,2 | 33 |
| 4 | 29 | 29 | 42 | 59 | 38 | 197 | 39,4 | 30 |
| 5 | 28 | 12 | 45 | 36 | 25 | 146 | 29,2 | 33 |
| Итого | | | | | | | 153,6 | 141 |
| Среднее значения | | | | | | | $\bar{x} = 30,72$ | $\bar{R} = 28,20$ |

- 2) Вычисление средних арифметических значений \bar{x}_k для каждой k —ой подгруппы наблюдаемых значений:

$$\bar{x}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}.$$

Результат \bar{x}_k обычно подсчитывается с одним лишним десятичным знаком по сравнению с исходными данными x_1, x_2, \dots, x_n .

- 3) Вычисление общего среднего значения \bar{x} по всем имеющимся подгруппам данных по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \bar{x}_k = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_k}{K}.$$

Результат \bar{x} надо вычислять с одним дополнительным знаком по сравнению с ранее вычисленными значениями. Приведенные в табл. 3.7 данные содержат пять подгрупп, что соответствует $K = 5$.

- 4) Вычисление размаха R_k в каждой подгруппе путем вычитания минимального значения в подгруппе из максимального:

$$R_k = x_{max_k} - x_{min_k}.$$

- 5) Вычисление среднего арифметического значения размахов \bar{R} для всех подгрупп данных:

$$\bar{R} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K R_k = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_K}{K}.$$

Результат подсчитывается с одним лишним десятичным знаком по сравнению с исходными данными x_1, x_2, \dots, x_n .

- б) Вычисление контрольных линий. Вычисляют значения, характеризующие положение каждой контрольной линии для x — карты и для R — карты по следующим формулам:

x — карта: Центральная линия (Central Line) $CL = \bar{x}$.

Верхний контрольный предел (Upper Control Limit) $UCL = \bar{x} + A_2 R$.

Нижний контрольный предел (Lower Control Limit) $LCL = \bar{x} - A_2 R$.

R — карта: Центральная линия $CL = \bar{R}$.

Верхний контрольный предел (уровень) $UCL = D_4 \bar{R}$.

Нижний контрольный предел (уровень) $LCL = D_3 \bar{R}$.

Нижний предел не рассматривается, когда $n < 7$.

Константы A_2, D_4, D_3 — коэффициенты, определяемые объемом подгрупп n .

7) Нанесение контрольных линий.

Сначала слева наносятся вертикальные оси со значениями \bar{x} и R и горизонтальные оси с номерами подгрупп. Размечают верхний USL и нижний LSL пределы так, чтобы между ними оказалось 30—50 мм. Центральную линию CL вычерчивают сплошной линией, а контрольные пределы — пунктирными линиями.

8) Нанесение точек.

Выберите и разметьте масштабы по осям \bar{x} и R , а по каждой горизонтальной оси нанесите номера подгрупп с небольшим интервалом 2—5 мм. Для удобства дальнейшего одновременного использования \bar{x} —карты и R —карты можно рекомендовать нанесение тонких вертикальных линий для обозначения границ интервалов каждой подгруппы, причем эти тонкие линии должны проходить непрерывно через всю $(\bar{x}-R)$ —карту, так, как это показано на рис. 3.13.

Чтобы легче было различать \bar{x} и R , возьмем для изображения \bar{x} один вид значка (например, точку), а для R — другой (например, треугольник).

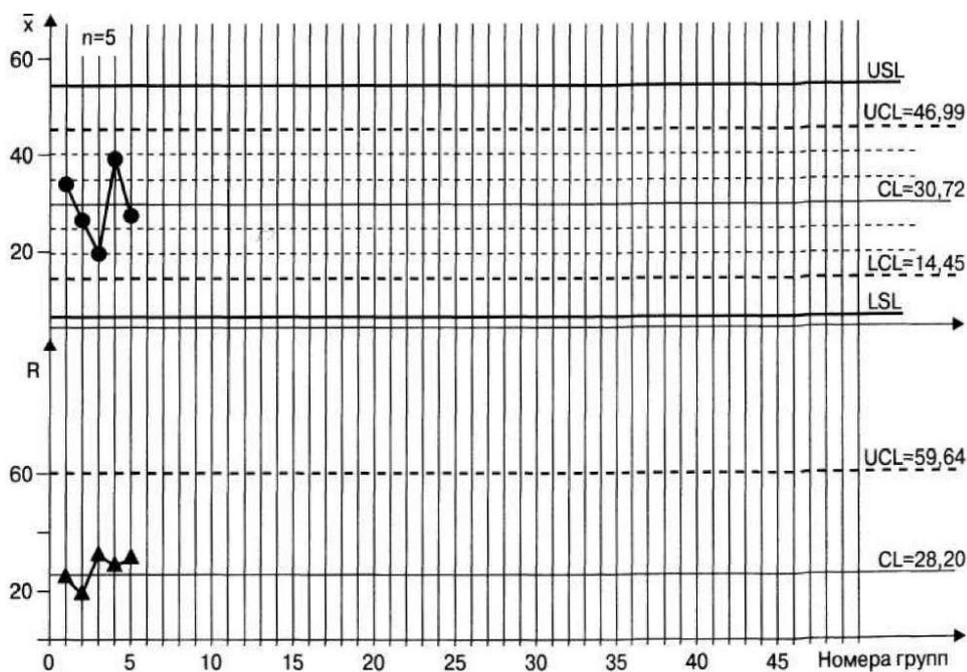


Рисунок 3.13— Форма бланка $(\bar{X}-R)$ —карты

Что важнее всего в процессе управления, так это точное понимание положения объекта управления с помощью чтения контрольной карты и быстрое осуществление подходящих действий, как только в объекте обнаружится что-нибудь необычное. Контролируемое состояние объекта — это такое состояние, когда процесс стабилен, а его среднее значение \bar{x} и разброс данных R не меняются (остаются близкими к $\bar{\bar{x}}$ и $\bar{\bar{R}}$, т. е. не выходят за пределы верхнего UCL и нижнего LCL контрольных уровней). Находится ли процесс в контролируемом состоянии или нет, определяется по кон-

трольной карте, на основании которой осуществляется либо простой контроль без вмешательства в ход процесса (когда процесс идет успешно), либо воздействие на процесс (его регулирование) при отклонении условий протекания процесса от нормальных.

В теории управления качеством операторам рекомендуется осуществлять вмешательство в ход процесса только при появлении на контрольной карте следующих сигнальных признаков, проиллюстрированных на рис. 3.14.

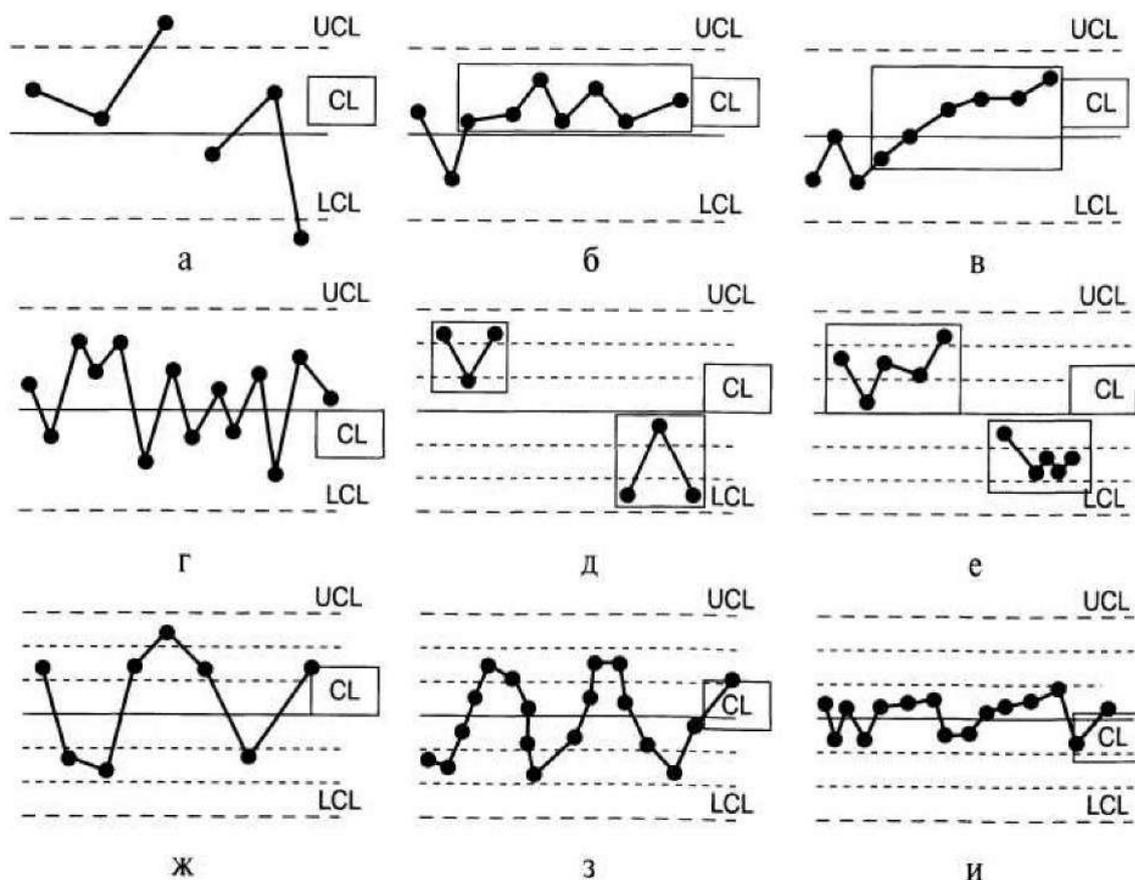


Рисунок 3.14—Сигнальные признаки, свидетельствующие о неслучайном характере появившихся отклонений характеристики качества процесса.

- а** одна или более точек оказались за верхним или нижним контрольными пределами.
- б** серия из семи или более точек сразу оказалась с одной стороны от центральной линии.

В данном случае под серией понимается проявление такого состояния процесса, когда ряд точек неизменно оказывается по одну сторону от средней линии. Серия длиной в семь точек рассматривается как ненормальная.

в шесть или более точек подряд образуют ряд непрерывно возрастающих (убывающих) значений.

Если точки образуют непрерывно повышающуюся или понижающуюся кривую, говорят, что имеет место тренд (дрейф). Это сигнализирует о ненормальности технологического процесса (изменение характеристики качества процесса происходит не из-за случайных вариаций условий протекания процесса, а из-за проявления неслучайной (специальной) причины, приводящей к изменению условий протекания процесса).

г четырнадцать точек скажут вверх—вниз .

Например, при работе на токарном станке этот сигнальный признак может свидетельствовать о том, что ослабло крепление резца. Оператор должен проверить это предположение и при необходимости закрепить инструмент.

д две из трех точек подряд оказались в крайней трети диапазона контрольных пределов (приближение к контрольным пределам UCL и LCL).

Рассматриваются точки, которые располагаются в крайних трехсигмовых зонах контрольных пределов, причем если две из трех точек оказываются за двухсигмовыми линиями, то такой случай надо рассматривать как ненормальный, требующий анализа и вмешательства в ход процесса.

е четыре из последовательных пяти точек находятся с одной стороны от центральной линии и не попадают в центральную треть диапазона контрольных пределов (рис. 3.13е).

Оператору совместно с технологом следует выяснить причины такой ненормальной ситуации и принять меры для их устранения.

ж восемь точек расположены с двух сторон от средней линии, ни одна из которых не попадает в центральную треть диапазона контрольных пределов.

Оператору следует самостоятельно или с помощью инженера—технолога найти и устранить ненормальное протекание процесса.

з периодичность изменения контролируемой характеристики качества процесса.

Если точки укладываются на кривую, имеющую повторяющуюся форму (структуру) «то подъем, то спад» с примерно одинаковыми интервалами (периодами) времени, это тоже ненормально. Оператору и технологу следует найти и устранить причины этой ненормальности.

и пятнадцать точек подряд оказались в пределах центральной трети диапазона контрольных пределов. Стабильный процесс, протекающий в наиболее благоприятных для него условиях. Японские специалисты рекомендуют срочно пригласить инженеров—технологов с тем, чтобы зафиксировать условия, а затем превратить в нормативные (стандартные) условия осуществления этого процесса в будущем.

3.2 Новые инструменты управления качеством

Большинство из простых (статистических) инструментов контроля качества основаны на анализе численных данных. Однако, для всестороннего анализа факторов, влияющих на качество, фактов, численных по своей природе, недостаточно. Принятие решений часто должно базироваться еще и на знании:

- закономерностей поведения людей;
- операционного анализа;
- статистики;
- теории оптимизации.

В связи с этим был разработан очень полезный набор инструментов, позволяющих облегчить решение проблем управления качеством при анализе различного рода фактов, представленных преимущественно не в численной, а в какой—либо другой форме, например вербальной информацией.

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

Эти инструменты были названы «новыми инструментами управления качеством». К этим инструментам относятся:

- диаграмма сродства;
- диаграммасвязей;
- древовидная диаграмма;
- матричная диаграмма;
- стрелочная диаграмма;
- поточная диаграмма процесса;
- матрица приоритетов.

Для простых инструментов качества источником информации служит контрольный листок. Сбор исходных данных для новых инструментов управления качеством обычно осуществляют с применением «мозговых атак», «штурмов», «осад» и т.п.

После проведения «мозговой атаки» собранные данные анализируют, группируют и на основе их использования составляют различные диаграммы в соответствии с рекомендациями для рассматриваемых ниже новых инструментов управления качеством.

«Мозговая атака» применяются в качестве средства генерирования идей для целей идентификации возможных причин неудач и потенциальных возможностей улучшения качества. Задачей «мозговой атаки» является не допустить исключения из поля зрения возможных причин брака или путей улучшения качества

«Мозговая атака» была придумана А. Ф. Осборном в США и широко используется при построении причинно—следственных диаграмм Исикавы типа «рыбий скелет» и с другими основными, новыми и комплексными инструментами управления качеством.

«Мозговая атака» длится 1—1,5 часа и происходит следующим образом, Организатор создает группу из 5—9 человек из специалистов, глубоко знающих проблему и специалистов из смежных областей знаний. Ясно, но не слишком конкретно объявляется задача, затем все члены группы выступают по очереди и высказывают по одной идее. По возможности члены группы развивают и дополняют идеи, высказанные другими участниками. Высказанные идеи записывают на специально подготовленных карточках. Процесс продолжается до тех пор, пока не прекратится поток идей. Высказанные идеи группируются, например, с использованием мнемонического приема 4М... 6М или по другим соображениям, обсуждаются и рассматриваются для уточнения их формулировок, правильности включения в конкретную группу причин и формирования результатов работы.

«Мозговой штурм» в отличие от «мозговой атаки» длится 3—4 часа, а «мозговая осада» — от одного до нескольких рабочих дней. Например, «мозговая осада» может включать в себя шесть «мозговых атак», каждая из которых будет посвящена построению одной из шести «больших костей» диаграммы Исикавы.

«Атака разносом», как это следует из ее названия, направлена на критический анализ, например, подготовленного проекта. При «атаке разносом» все внимание коллектива должно быть направлено исключительно на поиск имеющихся недостатков предмета анализа, высказывание положительных отзывов и какая—либо поддержка запрещены.

Помимо перечисленных, в качестве инструментов и методов генерации идей могут быть применены письменный вариант «мозговой атаки» и анкетирование Кроуфорда.

Метод анкетирования Кроуфорда можно рассматривать как специфический случай письменного варианта «мозговой атаки» с использованием карточек, когда нет циркуляции карточек среди участников работы. За счет этого легко обеспечивается анонимность высказанных предложений и идей. Поэтому, достоинство метода анкетирования Кроуфорда в том, что он может применяться в случаях, когда имеются конфликты в группе специалистов, выдвигающих идеи.

3.2.1 Диаграмма сродства

Диаграмма сродства — это инструмент, позволяющий выявить основные нарушения процесса (или возможности его улучшения) путем объединения родственных устных данных, собранных в результате «мозговой атаки».

Принцип создания диаграммы сродства и определения основных нарушений процесса с целью принятия мер для их устранения проиллюстрирован на рисунке 3.15.



Рисунок 3.15— Принцип построения диаграммы сродства

Как видно из рисунка 3.15, диаграмма сродства позволяет распределить по нескольким группам (X, Y) большое количество (a, b, c, d) идей, мнений и интересов, собранных специалистами по конкретной теме (Z).

При сборе большого количества данных о различных идеях, мнениях и интересах, связанных с одной темой, диаграмма сродства дает возможность организовать информацию в группы на основе естественных связей, существующих между ними.

Примерный **порядок построения** диаграммы сродства

- 1) Определите предмет, тему или проблему, которая является основой для сбора данных, в самых широких понятиях, так как излишние подробности могут вызвать предвзятость ответов участников работы. Смутное определение типа: «Какие требования и ожидания покупателей (потребителей) могут быть в отношении продукта?» — не только не вредно, но и полезно, потому что может помочь выявить новые пути подхода к проблеме.
- 2) Соберите данные по рассматриваемой проблеме, разместив их на отдельных карточках.
- 3) Смешайте карточки и расположите их в случайном порядке на столе.
- 4) Сгруппируйте взаимосвязанные карточки следующим образом:
 - рассортируйте карточки, которые кажется взаимосвязанными, по нескольким группам;
 - ограничьте количество групп (желательно не более 10) при условии, что одна карточка не может составлять всю группу;
 - выберите из имеющихся карточек или придумайте карточку с заголовком, который отражает содержание каждой группы;
 - поместите такую карточку с заголовком поверх карточек одной группы.

5) Перенесите информацию с карточек на бумагу, разбив полученные устные данные на группы.

Диаграмма сродства может быть представлена графически в виде, аналогичном рисунку 3.15, или таблично, например, так, как это показано в таблице 3.6.

Таблица 3.6— Требования к телефонному автоответчику, распределенные по группам

| Проблема, тема, предмет | Группы требований (или недостатков) | Идеи, мнения и интересы, собранные в процессе «мозговой атаки» |
|--|-------------------------------------|--|
| Какие требования потребителей могут быть в отношении автоответчиков? | Входящие сообщения | Сообщения переменной длины |
| | | Отметка даты и времени |
| | | Не подсчитывает количество случаев «повешенной трубки» |
| | | Указывает количество сообщений |
| | 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 | Легко стереть сообщение |
| Стирание «избранных» сообщений | | |

3.2.2 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.

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

Диаграмма связей может быть полезной, когда тема (предмет, проблема) настолько сложна, что связи между различными идеями не могут быть установлены с помощью обычных рассуждений; временная последовательность, согласно которой делаются шаги, является решающей; есть

подозрение, что проблема, затронутая в процессе работы, — это всего лишь симптом более фундаментальной и пока незатронутой проблемы.

Так же, как и в случае диаграммы сродства, работа над диаграммой связей должна проводиться в соответствующих группах по улучшению качества численностью 5—9 человек.

Методика построения диаграммы включает в себя **следующие этапы**:

- 1) Выбор темы (проблемы), которая требует улучшения. Ее записывают в центре чистого листа бумаги.
- 2) Определяют факторы, влияющие на проблему и располагают их вокруг записанной проблемы.

Исходные данные для построения диаграммы могут быть получены с использованием диаграмм сродства, Исикавы или непосредственно методом «мозгового штурма»

- 3) Определяют звенья, которые связывают отдельные причины, влияющие на проблему, и указывают зависимости между факторами и проблемой с помощью стрелок.
- 4) Определяют ключевые факторы для оказания на них воздействия. Определение этих факторов производится с учетом данных, их характеризующих.

Основные обозначения, используемые при создании диаграммы связей, приведены на рисунке 3.16.

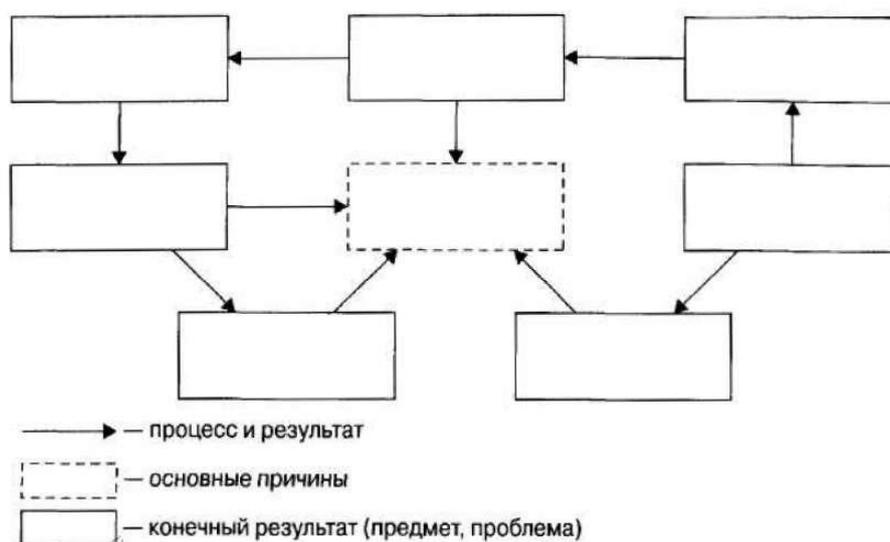


Рисунок 3.16— Принцип построения диаграммы связей

На рисунке 3.17 в качестве примера показана диаграмма связей для решения проблемы «Недостаток понимания служащими компании необходимости продолжения улучшения качества»



Рисунок 3.17— Диаграмма связей, построенная при рассмотрении проблемы «Недостаток понимания служащими компании необходимости продолжения улучшения качества»

3.2.3 Древовидная диаграмма

Древовидная диаграмма (систематическая диаграмма, дерево решений) — инструмент, который позволяет систематически рассматривать предмет в виде составляющих элементов (причин) и показывать логические связи между этими элементами.

Древовидная диаграмма строится в виде многоступенчатой древовидной структуры, составные части которой — различные элементы (причины, средства, способы) решения проблемы.

Принцип построения древовидной диаграммы проиллюстрирован на рисунке 3.18.

Древовидная диаграмма применяется, когда: неясно сформулированные пожелания потребителя в отношении продукции; необходимо исследовать все возможные части проблемы; краткосрочные цели должны быть достигнуты раньше результатов всей работы и т. п.

Примерный **порядок построения** древовидной диаграммы состоит в следующем:

1) Ясно и просто объявите изучаемую тему (проблему) членам команды.

2) Определите основные категории (причины) рассматриваемой темы (проблемы) — используйте «мозговую атаку» или карточки с заголовками и диаграммы средства.

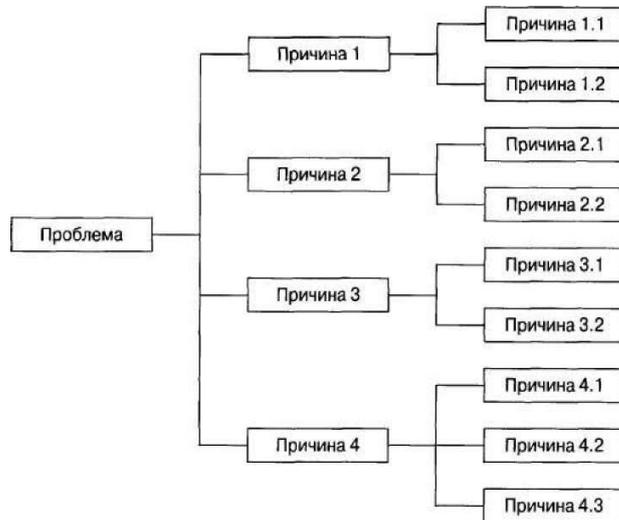


Рисунок 3.18 - Принцип построения древовидной диаграммы

3) Постройте древовидную диаграмму, расположив наименование темы (проблемы) в рамках с левой стороны и изобразив ответвления для основных категорий (причин) в поперечном направлении слева направо.

4) Для каждой основной категории определите составляющие элементы и любые подэлементы.

5) Проанализируйте диаграмму, чтобы убедиться в отсутствии пробелов в логике или последовательности этапов.

Пример древовидной диаграммы для телефонного автоответчика, заимствованный из стандарта ИСО 9004—4:1993 [43], приведен на рисунке 3.18.

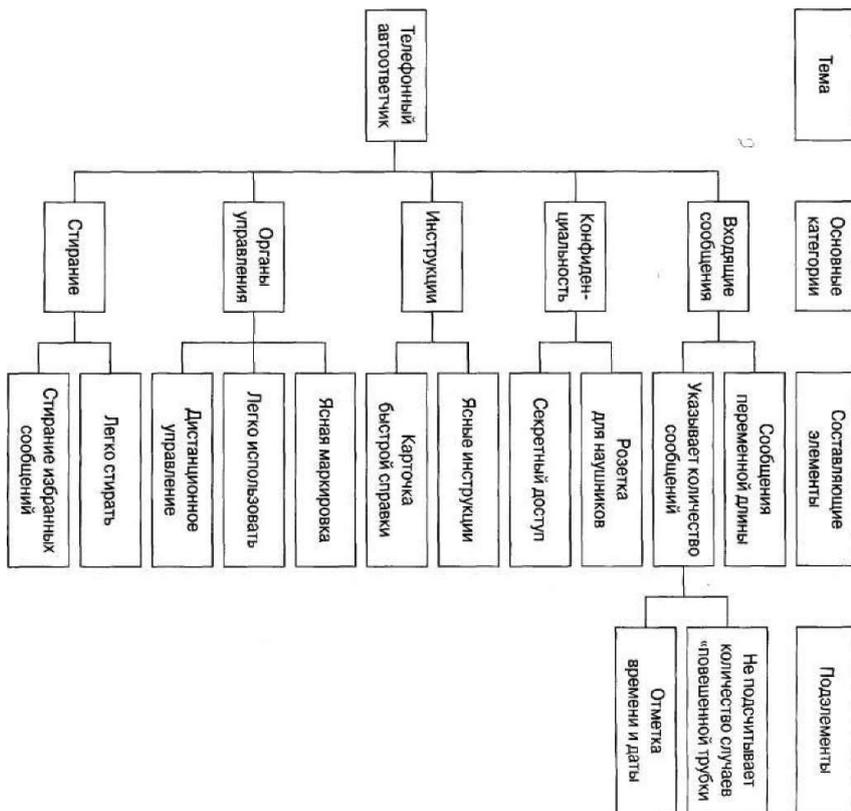


Рисунок 3.18 - Древовидная диаграмма для телефонного автоответчика

3.2.4 Матричная диаграмма (таблица качества)

Матричная диаграмма — инструмент выявления важности различных связей.

Матричную диаграмму используют для такой организации и представления большого количества данных, чтобы графически проиллюстрировать логические связи между различными элементами с одновременным отображением силы этих связей.

Анализируются элементы, имеющие отношение к следующему: проблемам качества; причинам проблем качества; предполагаемым потребностям потребителей; характеристикам и функциям продукции; характеристикам и функциям процессов; характеристикам и функциям производственных операций и оборудования.

Пример матричной диаграммы, часто называемой матрицей связей, приведен на рисунке 3.19.

| A \ B | b1 | b2 | b3 | b4 | b5 | b6 | b7 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| a1 | | △ | | | | | |
| a2 | | | | | | ⊙ | |
| a3 | | | ⊙ | | | | |
| a4 | | | | | | ○ | |
| a5 | | ○ | | | | | |
| a6 | | | | | | | ● |

Рисунок 3.19 - Матрица связей, составленная при изучении проблемы X

Символ, который находится на пересечении строки и столбца матричной диаграммы, указывает не только на наличие связи между компонентами, но и на тесноту этой связи.

Связь между компонентами A и B часто изображают в виде символов, характеризующих степень (силу) тесноты этих связей.

Каждому из используемых на рис. 3.19 символов часто ставят в соответствие определенное значение весового коэффициента (как, например, указанные выше в скобках значения 1, 3 и 9).

В некоторых случаях возникает необходимость в более подробном отображении силы (тесноты) связей. Тогда можно использовать следующие символы и весовые коэффициенты:

- △ — слабая связь (1);
- — существенная связь (3);
- — средняя связь (9);
- ⊙ — сильная связь (16);
- — очень сильная связь (25).

Часто связь между факторами может быть как положительной, так и отрицательной. В этом случае можно рекомендовать для использования представленные ниже символы и весовые коэффициенты;

- ⊙ — сильная положительная связь (+9);
- ∪ — средняя положительная связь (+3);
- Δ — слабая положительная связь (+1);
- — отсутствие связи (0);
- ∇ — слабая отрицательная связь (—1);
- ∩ — средняя отрицательная связь (—3);
- ⊖ — сильная отрицательная связь (—9).

Методика построения матрицы связей следующая:

- 1) Определение темы (объекта) анализа.
- 2) Определить перечень компонентов, относящихся к предмету исследования:

$A(a_1, a_2, \dots, a_N)$ - основные причины, и их компоненты;

$B(b_1, b_2, \dots, b_N)$ - возможные средства для устранения последствий

причин a , и их компоненты.

- 3) Составить форму матричной диаграммы (таблицы качества), внести в нее компоненты.

В практической работе применяют различные по своей компоновке матрицы связей. Наибольшее распространение получили матричные диаграммы в виде L—, T—и X—карты, приведенные на рисунке 3.20.

Из рис. 3.20 видно, что L—, T—, X—карты получили такие названия, потому что выделенные более жирными линиями строки и столбцы напоминают:

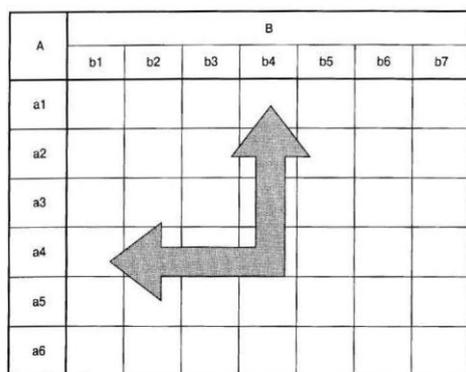
- повернутую на -90° латинскую букву L;
- повернутую на $+90^\circ$ букву T;
- повернутую на $+45^\circ$ букву X.

Матричные диаграммы в виде L—карты применяют на практике наиболее часто. Этим объясняется их второе назначение — таблицы качества.

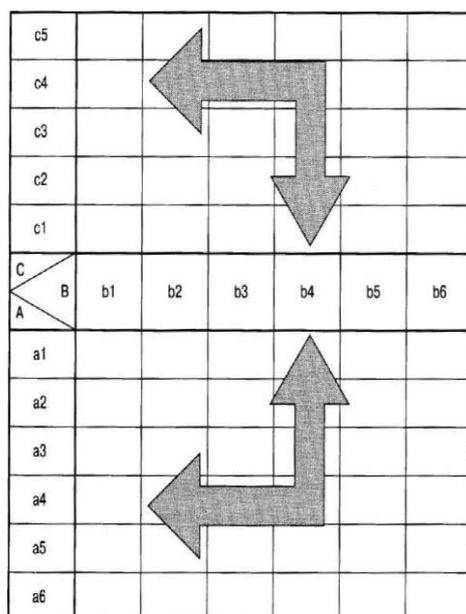
- 4) Выявить возможные связи между компонентами и выбрать соответствующие этим видам связи условные обозначения.

Как правил, пункты 3 и 4 выполняются участники команды самостоятельно. Затем полученные результаты сравнивают, и в процессе обсуждения вырабатывается общее мнение.

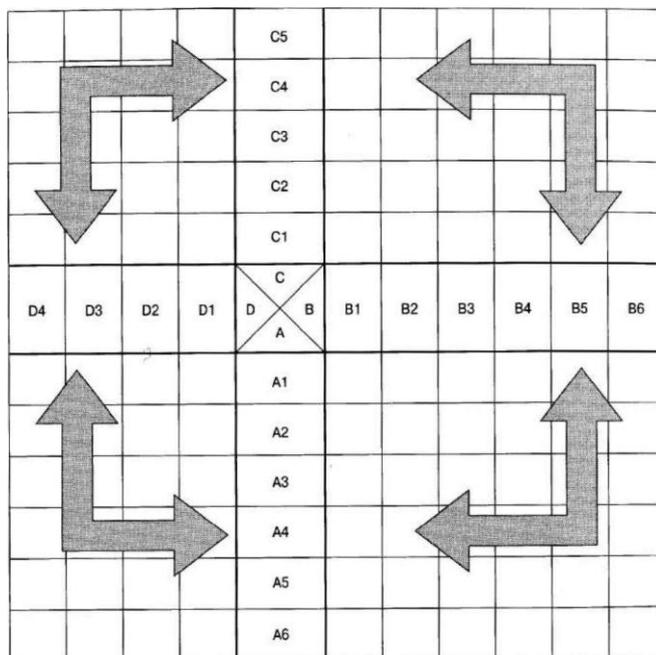
• Оформление таблицы. Чтобы матрица была понятна даже для человека, не принимавшего участие в работе, обязательно указывается: название и основные характеристики объекта исследования; состав команды и ее руководитель; основные результаты работы; сроки проведения работы; другие необходимые сведения.



a)



б)



в)

a — L—карта; б — T—карта; в — X—карта.

Рисунок 3.20 - Примеры различных форм матричных диаграмм

3.2.5 Стрелочная диаграмма

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

Применение этого инструмента возможно только тогда, когда выявлены проблемы, требующие решения, определены необходимые меры, средства, сроки их осуществления, т. е. после использования хотя бы одного из рассмотренных выше инструментов: диаграммы средства; диаграммы связей; древовидной или матричной диаграмм.

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.

Этапы построения диаграммы:

1) Определить задачу построения диаграммы.

2) Собрать необходимые данные с использованием других инструментов качества.

Данные, необходимые для построения диаграммы:

- мероприятия;
- сроки их реализации;
- взаимосвязи выполнения мероприятий.

3) Выбрать разновидность стрелочной диаграммы для построения.

Стрелочные диаграммы чаще всего представляют в виде одной из двух форм — диаграммы Гантта (рис. 3.21) и сетевого графика (граф) (рис. 3.22).

| № п.п | 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 | | | | | | | | | | | | → |

Рисунок 3.21 -Пример диаграммы Гантта для планирования процесса и сроков возведения дома «под ключ» в течение 12 месяцев

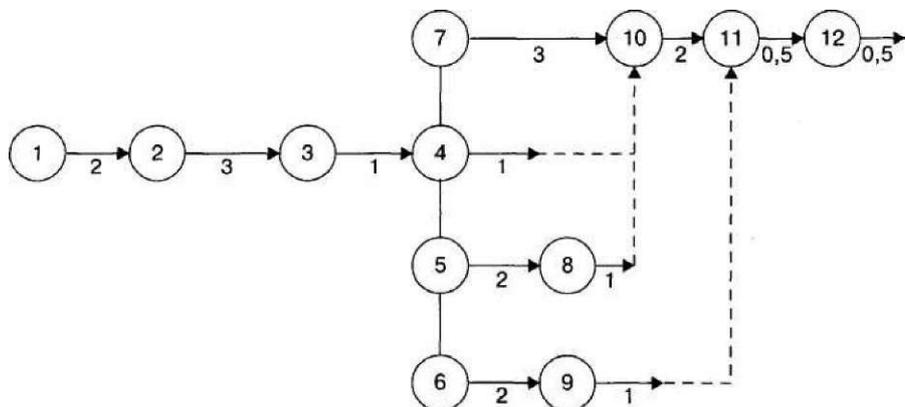


Рисунок 3.22 - Сетевой граф строительства дома

Цифры, стоящие в узлах сетевого графа (см. рис. 3.22), соответствуют порядковому номеру работ, приведенных на рисунке 3.21. Цифры, размещенные под стрелками сетевого графа, обозначают продолжительность (число месяцев) выполнения конкретных видов работ.

4) Для построения диаграммы Ганта следует (см. рис. 3.21): в левый столбец таблицы занести наименование выполняемых мероприятий в порядке их выполнения; в верхней строке таблицы проставить периодичность контроля (недели, месяцы, кварталы и т.п.); в строке каждого мероприятия нарисовать стрелку, которая начинается в столбце запланированного срока начала выполнения мероприятия, а заканчивается в столбце запланированного срока завершения.

5) Для построения сетевого графа (см. рис. 3.22): записываются мероприятия сверху вниз, в порядке их реализации, каждому присваивается порядковый номер; эти мероприятия разбиваются на группы с одинаковым сроком начала их выполнения; мероприятия каждой группы изображаются в виде кружков или квадратов с соответствующим порядковым номером, расположенных в столбик; мероприятия следующей по срокам группы располагаются правее; с помощью стрелок указывается порядок выполнения работ, при этом над стрелкой указываются сроки выполнения.

3.2.6 Поточная диаграмма

Поточная диаграмма - представляет собой графическое отображение этапов процесса, удобное для исследования возможностей улучшения за счет накопления подробных сведений о фактическом протекании процесса.

В русскоязычном переводе стандарта ИСО 9004—4:1993 [43] этот инструмент назван «карта технологического процесса». Согласно стандарту такая карта используется или для описания существующего процесса, или же при разработке нового процесса.

При графическом представлении карты процесса используют легко распознаваемые символы, приведенные на рис. 3.23.

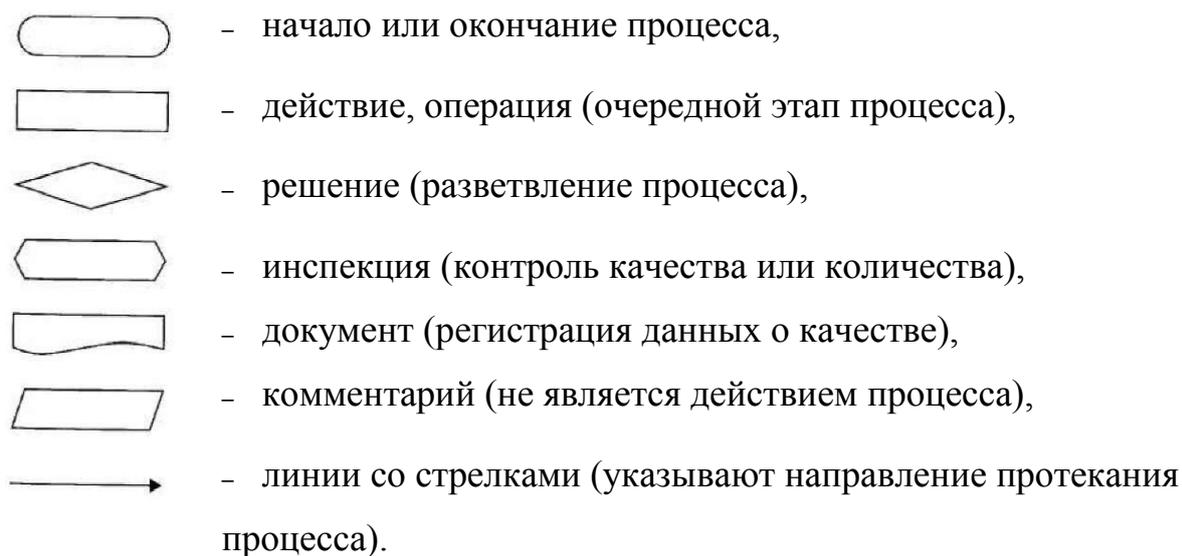


Рисунок 3.23 - Символы, применяемые на поточных диаграммах процессов

Порядок использования поточной диаграммы для описания существующего процесса желательно следовать таким рекомендациям:

- 1) Идентифицируйте начало и конец процесса.
- 2) Наблюдайте процесс целиком от начала до конца.
- 3) Определите этапы процесса (действия, решения, входящие и выходящие потоки, операции контроля, ведение записей и очередность их выполнения).
- 4) Постройте черновой вариант поточной диаграммы.
- 5) Рассмотрите черновой вариант с сотрудниками, участвующими в осуществлении процесса.
- 6) Улучшите поточную диаграмму на основе этого рассмотрения.
- 7) Сверьте диаграмму с фактическими этапами процесса.
- 8) 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.

При разработке нового процесса порядок составления поточной диаграммы аналогичен представленному выше. Однако, члены команды по улучшению качества при проектировании нового процесса:

- вместо наблюдения существующего процесса должны мысленно представить себе этапы будущего процесса (действия, решения, операции контроля, ведения записей и т. п.);
- после определения этапов и построения чернового варианта поточной диаграммы должны рассмотреть этот черновой вариант с со-

трудниками, которые предположительно будут участвовать в осуществлении процесса, а затем внести улучшения на основе этого рассмотрения.

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. 3.24 приведен пример поточной диаграммы процесса выбора поставщиков при размещении заказов на закупки для нужд организации.

В книге, выпущенной под редакцией В. П. Глудкина[1], рассматривается инструмент, названный «Диаграмма процесса осуществления программы» (ProcessDecisionProgramChart— PDPC). Этот инструмент 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 стрелочной диаграммой Гантта, как до их начала, так и в процессе выполнения этих работ (с возможной корректировкой сроков их выполнения).

PDPC наиболее эффективно могут быть применены в двух случаях:

- при разработке новой программы достижения требуемого результата (PDPC обеспечивает возможность предварительного планирования и отслеживания последовательности действий еще при анализе возможных проблем, которые могут возникнуть в ходе выполнения работы);
- при стремлении избежать возможных «катастроф» еще на этапе планирования (PDPC помогает предотвратить «планирование катастроф» за счет прогнозирования нежелательных исходов, что позволяет заранее осуществить предупреждающие или корректирующие действия).

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.

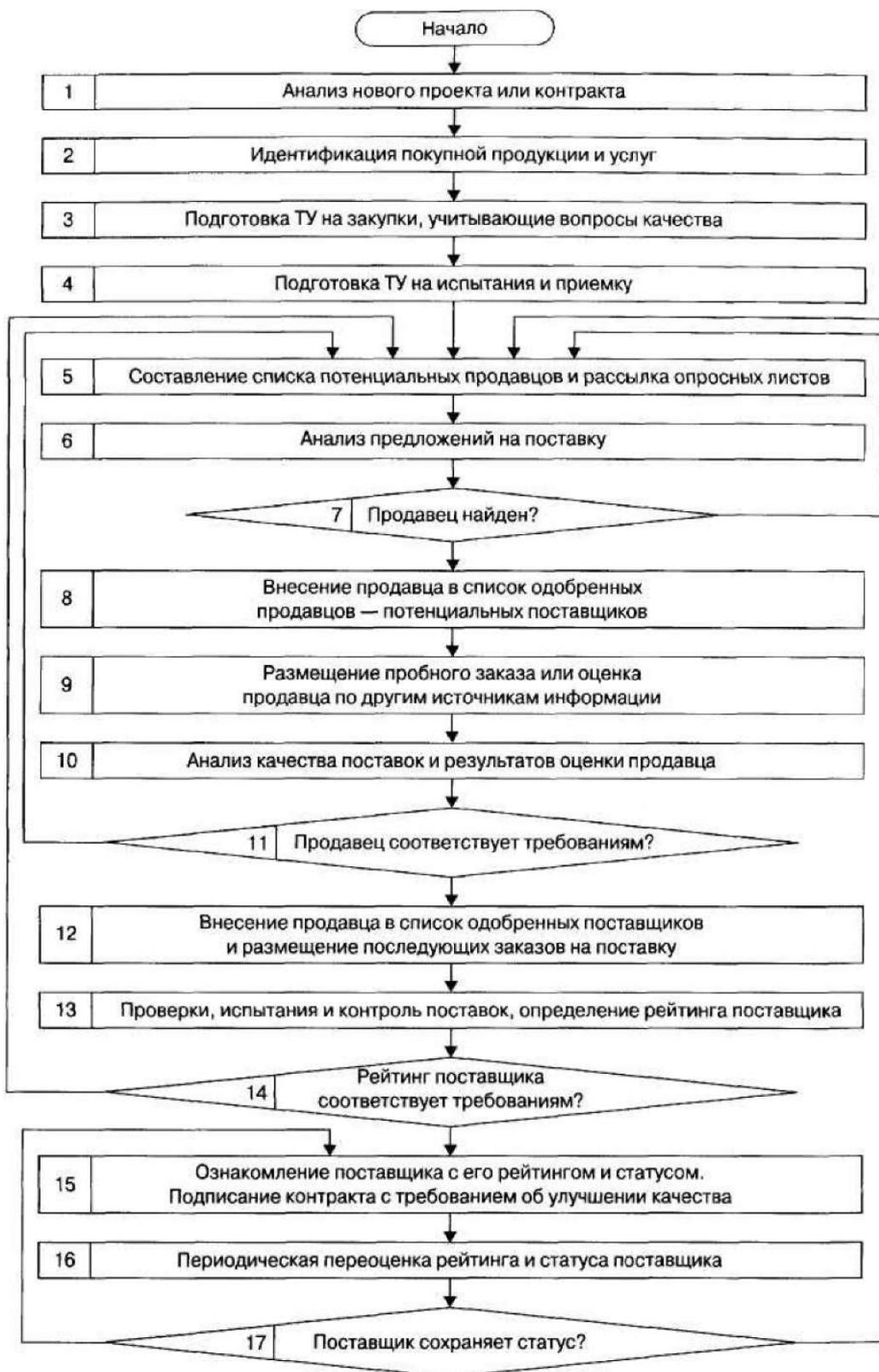


Рисунок 3.24 - Поточная диаграмма процесса выбора и контроля поставщиков

3.2.7 Матрица приоритетов

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

Рассматриваемый здесь инструмент требует серьезных статистических знаний. Поэтому матрица приоритетов (анализ матричных данных) применяется значительно реже, чем рассмотренные выше новые инструменты управления качеством, в основном если необходима максимальная наглядность представления данных.

Пример оформления результатов анализа «матричных данных», собранных для оценки «эффективности» и «мягкости» действия различных болеутоляющих средств, приведен на рис. 3.25.



Рисунок 3.24 - Графическое представление результатов анализа матричных данных

Из рис. 3.25 видно, что обычный аспирин действует жестко и неэффективно. Наиболее эффективен экседрин, но он одновременно является одним из наиболее жестких средств. Тайленол наилучшим образом сочетает эффективность и мягкость.

3.3 Комплексные инструменты и методологии улучшения качества

Эти методологии и инструменты позволяют [46—54] результативно и эффективно осуществлять так называемые проекты прорыва, ведущие к радикальному пересмотру и изменению существующих процессов или даже к внедрению новых процессов. Однако эти методологии и инструменты могут быть использованы также при постоянном и поэтапном улучшении имеющихся в организации процессов.

3.3.1 Коллективная работа в командах

Это важнейший инструмент осуществления проектов прорыва и/или постепенного улучшения качества.

Команда — это небольшая группа людей с дополняющими друг друга навыками и умениями, которые стремятся добиться единой цели, ряда производственных целей и используют для этого общий подход. За все эти составляющие, как считают члены команды, они отвечают совместно.

Деятельность по улучшению качества основана на постоянном и устойчивом сотрудничестве между людьми, т. е. на эффективной коллективной работе в командах [1, 8—12, 53, 54]. Работа в командах является двигателем системы управления качеством.

Существует большое количество вариантов и стилей коллективной работы персонала организаций в командах. При реализации философии всеобщего качества используется столько самых разных типов команд, что порой отличить одну от другой бывает трудно. Перечислим некоторые команды самого общего типа.

Управляющие комитеты (или советы по качеству) — руководящие команды, которые направляют деятельность организации и добиваются сфокусированности в работе.

Команды по решению проблем (кружки качества, межфункциональные команды и др) — команды, состоящие из подчиненных и начальников, которые либо собираются постоянно, чтобы анализировать проблемы, возникающие на рабочем месте, в том числе связанные с качеством и производительностью, либо создаются одноразово при возникновении какой-то нестандартной ситуации.

Команды по улучшению повседневной работы — люди, которые работают вместе каждый день и участвуют во всем процессе изготовления единицы продукции.

Самоуправляемые команды - рабочие команды, имеющие полномочия выпускать продукцию и контролировать выполнение своих решений.

Виртуальные команды — команды, члены которых через компьютер подключаются к работе команды по мере необходимости. Благодаря Интернету и средствам электронной коммуникации виртуальные команды начинают играть все более важную роль.

Проектные команды - команды, занимающиеся конкретными вопросами при освоении новых участков или решающие сложные задачи. В связи с широким распространением философии Шести сигм значимость проектных команд существенно повысилась.

Управленческие команды, команды по улучшению повседневной работы, самоуправляемые и виртуальные команды обычно занимаются повседневными видами деятельности, например текущим управлением организацией, выпуском продукции, разработкой электронной системы. Они составляют часть общей структуры, то есть зависят от того, как работа организована и спроектирована в целом. Кружки качества, команды по решению проблем и проектные команды, наоборот, чаще работают над конкретными задачами или вопросами, связанными с повышением качества.

Команды по улучшению повседневной работы, самоуправляемые и кружки качества, как правило, создаются внутри организации, то есть их работники обычно набраны из одного и того же отдела или подразделения.

Управленческие команды, команды по решению проблем, виртуальные и проектные команды чаще межфункциональные, поскольку работают над задачами или процессами, которые выходят за границы отдельных подразделений, то есть их задача не ограничивается в организации каким-то локальным местом.

Рассмотрим два крайних случая команд по решению проблем [12].

Кружок качества (японский стиль работы, тактика кайдзэн) — это группа работников, например, члены одной бригады, выполняющих одну и ту же работу, которые собираются для обсуждения проблем качества: для идентификации, анализа и решения проблем, относящихся к их работе; для выработки рекомендаций высшему руководству и менеджерам организации по вопросам улучшения качества и т.д.

Основное требование: они собираются добровольно, регулярно (например, раз в неделю), в обычное рабочее время, под руководством своего менеджера (например, бригадира).

Почему такой вид работы в командах прижился в Японии?

На Западе считают, что это произошло потому, что у японцев очень сильный дух коллективизма. Для Японии характерно следующее. Если окончивший школу человек устраивается на работу в какую-либо фирму, то велика вероятность, что он уйдет на пенсию именно из этой же фирмы. Японцам свойственна высокая преданность той фирме, где они работают, и они любят ее демонстрировать. Допустим, фирма выделяет четыре недели отпуска и туристическую путевку. Ее работники

две недели путешествуют, а уже на третьей неделе выходят на работу, демонстрируя таким образом преданность фирме.

В условиях высокой преданности фирме ее работники активно участвуют в работе кружков качества и очень заинтересованно обсуждают, что они могут сделать для улучшения качества.

В результате работы кружков качества выдвигается большое количество рационализаторских предложений (новшеств, которые на этом заводе еще не применялись, но при этом не являются изобретением).

Т. е. результатом работы кружка качества является выработка таких предложений, которые, быть может, не очень мощные, не очень сильные, но они дают какое—либо улучшение.

Японский стиль работы в кружках качества иногда называют [1] тактикой мелких шагов кайдзэн, проиллюстрированной на рис. 3.25.



Рисунок 3.25 - Тактика кайдзэн и кайрё [1]

При мелких улучшениях (на уровне рационализаторских предложений) эффект отдельного шага достаточно мал, но большая серия таких повсеместных и постоянных улучшений дает большие результаты в повышении качества.

Система улучшения кайдзэн характеризуется следующими результатами:

- требуются большие усилия людей и незначительные инвестиции;
- все вовлечены в систему улучшения;
- необходимо большое число мелких шагов.

Очевидно, что рассмотренный стиль работы в кружках качества позволяет осуществлять проекты только с целью непрерывного поэтапного и постепенного улучшения процессов, уже действующих в организации. Проекты прорыва, приводящие к радикальному пересмотру и изменению имеющихся процессов или к их замене новыми, могут быть осуществлены путем организации коллективной работы высококвалифицированных специалистов в так называемых межфункциональных командах по улучшению качества.

Межфункциональные команды (западноевропейский и американский стиль работы, тактика кайрё) [4, 12]:

- создаются для решения конкретной проблемы;
- формируются из специалистов разных отделов, обладающих знаниями в различных областях (инженер - технолог, инженер - конструктор, дизайнер, экономист, специалист по статистике и инструментам улучшения качества, программист, инженер - электроник, профессиональный менеджер и т. п.);
- как правило, распускаются после решения проблемы. Рассматриваемые команды обычно работают до одного — трех лет в зависимости от сложности проблемы.

Почему в Западной Европе и Америке появился другой стиль работы?

Если в Японии высок дух коллективизма, то на Западе, наоборот, высок дух индивидуализма. Там ценится каждый человек отдельно, как личность. И в этой ситуации перенести японский стиль работы в западные условия было практически невозможно. Люди привыкли работать на себя, а не на фирму, так как для них ценнее их личные успехи, чем успехи коллектива.

Достоинство межфункциональных команд еще и в том, что если люди из разных отделов поработали в одной команде, и им удалось успешно разрешить поставленную проблему, можно быть уверенным, что между ними сложились дружественные отношения, которые сохранятся, если даже они не будут работать в одной команде. Более того, такие отношения будут способствовать уменьшению барьеров между подразделениями.

Ключевыми факторами для успеха работы в межфункциональной команде по улучшению качества можно считать следующие [4]:

1. Удачный подбор команды и лидера.

В состав межфункциональной команды рекомендуется включать специалистов с дополняющими друг друга знаниями, умениями, навыками и высоким уровнем культуры межличностного общения.

2. Правильная формулировка задач.

3. Правильный стиль работы.

Для достижения целей успешной и эффективной работы в команде важно следующее [8, 54]:

- длительность заседаний команды следует ограничить одним или полутора часами;
- заседания следует проводить один раз в неделю, в одно и то же время и в одном и том же помещении (особенно на начальных этапах работы);
- работу команды рекомендуется осуществлять в рабочее время и только при стопроцентной явке;

- к работе команды по мере необходимости могут привлекаться внешние эксперты, например, по методологиям, методам и инструментам управления качеством.

4. Обеспечение согласия в команде.

Команда должна иметь такую структуру и состав, которые обеспечат сбалансированное разнообразие вовлеченных в команду личностей из различных отраслей знаний с различными персональными качествами, обладающих следующими умениями межличностного общения [8, 56]: слушать собеседника; вести опрос и задавать вопросы; развивать идеи, высказанные другими; конструктивно и аргументировано спорить; выявлять и разъяснять проблемы; подводить итоги; вовлекать в работу; демонстрировать понимание и признание; пользоваться обратной связью, сообщая партнеру по команде свое мнение по обсуждаемому вопросу; разрешать возможные конфликты.

5. Динамичность команды.

6. Оценивание результатов работы.

Высшему руководству необходимо регулярно оценивать результаты работы команды. Важным условием успешной работы межфункциональных команд является также готовность высшего руководства организации не только одобрить, но и реально следовать решениям и рекомендациям, выработанным командой

Западноевропейский и американский стиль работы в команде называют [1] тактикой крупных шагов кайрё. Этот стиль (см. рис. 3.25) позволяет достигать крупных улучшений качества на уровне изобретений (обладающих мировой новизной) или даже на уровне открытий (например, переход от электронных ламп к полупроводникам, а затем — к интегральным схемам).

Система улучшений кайрё характеризуется следующими результатами [1]:

- не требуется больших усилий людей, но необходимы значительные инвестиции;
- только несколько специалистов вовлечены в систему улучшения;
- используют лишь ограниченное количество технологий;
- подход ориентирован на решение только поставленной задачи.

3.3.2 FMEA - методология

FMEA – методология (Failure Mode and Effect Analysis - Анализ форм и последствий отказов, известный также под названием «Анализ рисков») используется в качестве одной из превентивных мер для системного обнаружения причин, вероятных последствий, а также для плани-

рования возможных противодействий по отношению к отслеживаемым отказам. Обычно применяется в работе межфункциональных команд, однако имеются примеры успешного применения этой методологии и в кружках качества.

При FMEA - анализе процессов главным является заблаговременный поиск для каждого этапа процесса ответов на следующие вопросы: «Каким образом при осуществлении процесса может произойти отказ или неудача?», «Что может быть причиной этой неудачи?», «Что произойдет, если при осуществлении процесса случится неудача?», «Как мы можем предотвратить последствия отказа?»

Применение FMEA - методологии основано на следующих принципах [8, 52— 54, 57]:

Командная работа. Реализация FMEA—методологии осуществляется силами специально подобранной межфункциональной команды специалистов;

Иерархичность. Для сложных технических объектов или процессов анализу подвергают как объект в целом, так и их составляющие;

Итеративность. Анализ повторяют при любых изменениях объекта или требований к нему;

Регистрация результатов проведения FMEA. В соответствующих отчетных документах должны быть зафиксированы результаты проведенного анализа и решения о необходимых изменениях и действиях.

FMEA - методология предполагает осуществление трех крупных **этапов работы** [8]:

1. Подготовка к работе FMEA - команды.

При подготовке к работе и в начале плановых заседаний руководитель FMEA— команды должен выполнить следующее [8]:

- сформировать команду;
- собрать необходимую информацию;
- спланировать и организовывать заседания FMEA - команды;
- организовать регистрацию результатов;
- обеспечить обратную связь относительно исправления или

возможного предотвращения отказов.

Для идентификации как можно большего числа проблем FMEA - команда должна представлять собой междисциплинарную и разноплановую композицию из специалистов, имеющих обширный опыт в различных областях знаний.

2. Основная работа FMEA - команды.

Продолжительность каждого непрерывного заседания FMEA - команды должна быть в пределах 1,5 часа и выбираться в зависимости от формулировки проблемы, знаний и опыта членов команды, степени их готовности к заседанию

2.1 Для каждого этапа исследуемого процесса надо определить возможные режимы отказов в работе. В результате этого удастся предугадать возможные отказы в протекании процесса и связь этих отказов с другими этапами процесса.

2.2 Кратко обозначить, что является причиной каждого отказа.

2.3 Определить и описать последствия этих отказов на процесс.

2.4 Количественно оценить слабые пункты (т.н. узкие места) процесса, определив следующие факторы: значимость потенциального отказа (S), вероятность возникновения дефекта (O), вероятность обнаружения отказа (D) (см. табл. 3.7).

Таблица 3.7 - Квалиметрические шкалы значимости факторов S , O и D

| Фактор S (потенциальный отказ) | Фактор O (вероятность возникновения дефекта) | Фактор D (вероятность обнаружения дефекта) |
|---|---|---|
| 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 |

Произведение этих трех факторов представляет собой *приоритетное число риска (ПЧР)*, т. е. количественную оценку отказа с точки зрения его значимости по последствиям, вероятности возникновения и вероятности обнаружения:

$$ПЧР = S \cdot O \cdot D.$$

Для отказов (дефектов), имеющих несколько причин, определяют несколько *ПЧР*.

Если какие-то значения *ПЧР* превышают установленное значение [*ПЧР*], значит, именно для них следует вести доработку производственного процесса.

2.5 Определить для каждого режима отказа средства и действия, которые необходимы для преодоления узких мест исследуемого процесса.

2.6 Выработать технические решения, которые позволят предотвратить последствия отказов для наиболее рискованных ситуаций.

2.7 Установить промежуток времени, через который должна производиться периодическая проверка выработанного решения.

3 Действия после завершения работы FMEA – команды.

3.1 Составить письменный отчет о результатах работы по выполненному анализу форм и последствий отказов. Этот отчет должен быть передан руководителям организации.

3.2 Руководителям организации следует оценить результаты работы FMEA - команды и проследить, чтобы до ее членов была доведена информация о статусе выполненных ими действий.

Обобщенный алгоритм работы FMEA - команды представлен на рисунке 3.26.

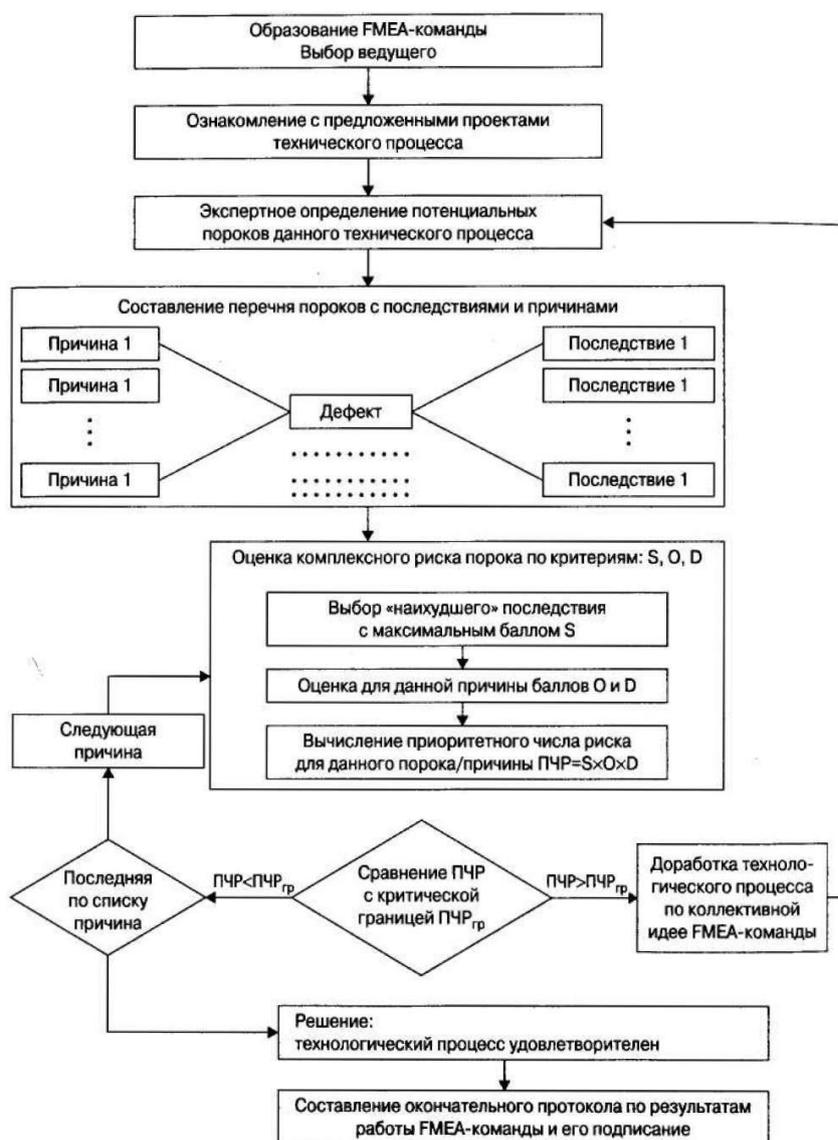


Рисунок 3.26 - Алгоритм работы FMEA - команды [57].

3.3.3 QFD—методология

QFD – методология (Quality Function Deployment - Развертывание функции качества) — это методология [1, 8, 10] систематического и структурированного преобразования пожеланий потребителей в требования к качеству продукции.

Сущность QFD — трансформация потребительских требований в технические на каждом этапе разработки и производства. Потребительские требования, выраженные в определенных терминах, обычно образно называют «голосом потребителя». Это совокупность потребительских запросов, включающая «раздражители», «успокоители», «приятные неожиданности» — словом, все то, что потребители хотят получить в продукте. Например, потребитель, возможно, хотел бы, чтобы жидкости для чистки посуды «хватало надолго» и чтобы она «чистила хорошо». В методологии QFD все операции компании выполняют на основе «голоса потребителя», а не распоряжений топ-менеджеров или мнения инженеров-проектировщиков.

Технические характеристики — это «голос потребителя», переведенный на технический язык. Они показывают, что надо делать, чтобы на выходе получить нужные результаты, то есть задают способы, пользуясь которыми реализуются потребительские атрибуты.

QFD—методология представляет собой оригинальную японскую разработку, в соответствии с которой пожелания потребителей с помощью матриц переводятся в подробно изложенные технические параметры (характеристики) продукции. Основным документ планирования называется матрицей планирования потребительских требований. Из-за своей структуры (рис. 3.27) ее часто называют «домом качества».



Рисунок 3.27 - «Дом качества»

Для создания «дома качества» требуется выполнить **шесть основных шагов**:

1. Идентифицировать потребительские атрибуты.

При применении QFD важно использовать собственные слова потребителя, а не формулировки других лиц, которые могут быть неточными. Поскольку в этом случае проектировщики и инженеры могут точнее понять его запросы. При этом не следует забывать, что далеко не все потребители становятся конечными пользователями. Для производителя потребителями могут быть также регулирующие органы правительства. Поэтому, вполне вероятно, необходимо разделить потребителей на отдельные категории или классы.

2. Идентифицировать технические характеристики.

Технические характеристики выражают атрибуты проектирования на языке проектировщика и инженера. Они составляют основу для последовательной деятельности при проектировании, производстве и обслуживании. Они должны быть измеряемыми, поскольку выход продукции должен контролироваться и сравниваться с объективными целями.

Крыша «дома качества» показывает взаимосвязь любых пар технических характеристик. Для обозначения этих взаимосвязей можно воспользоваться разными символами (см. пункт. 3.2.4).

3. Установить связь потребительских атрибутов и технических характеристик.

Потребительские атрибуты перечисляются сверху вниз в левой колонке, а технические характеристики записываются в верхней строке. В самой матрице для обозначения степени взаимосвязи используются те же символы, как и в крыше дома. Цель матрицы взаимосвязи — показать, в какой степени конечные технические характеристики адекватно отражают потребительские атрибуты. Эта оценка может основываться на опыте экспертов, ответах потребителей или результатах специально проводимых экспериментов.

4. Оценить конкурентоспособность продуктов.

Оценивание конкурентоспособности помогает выявить абсолютно сильные и слабые стороны конкурирующих продуктов. Этот шаг позволяет проектировщикам отыскать возможности для улучшения.

5. Оценить технические характеристики и задать цель.

Далее оцениваются технические характеристики конкурирующих продуктов и разрабатываются цели. Этот шаг обычно выполняется в ходе собственного тестирования и получения измеряемых параметров. Оценки сравниваются с оценкой конкурентоспособности потребительских атрибутов, чтобы выявить расхождения, если они есть. Цели по каждой технической характеристике задаются на основе рейтингов потребительской важности и существующих сильных и слабых участков у продукта.

6. Определить, какие технические характеристики должны быть в производственном процессе.

Это означает идентификацию характеристик, имеющих сильную взаимосвязь с потребительскими запросами, низкими показателями у конкурентов или мощными рычагами продаж.

Простой пример «дома качества» показан на рис. 3.28 для гипотетического случая подразделения быстрого питания, которое хочет повысить качество своих гамбургеров.

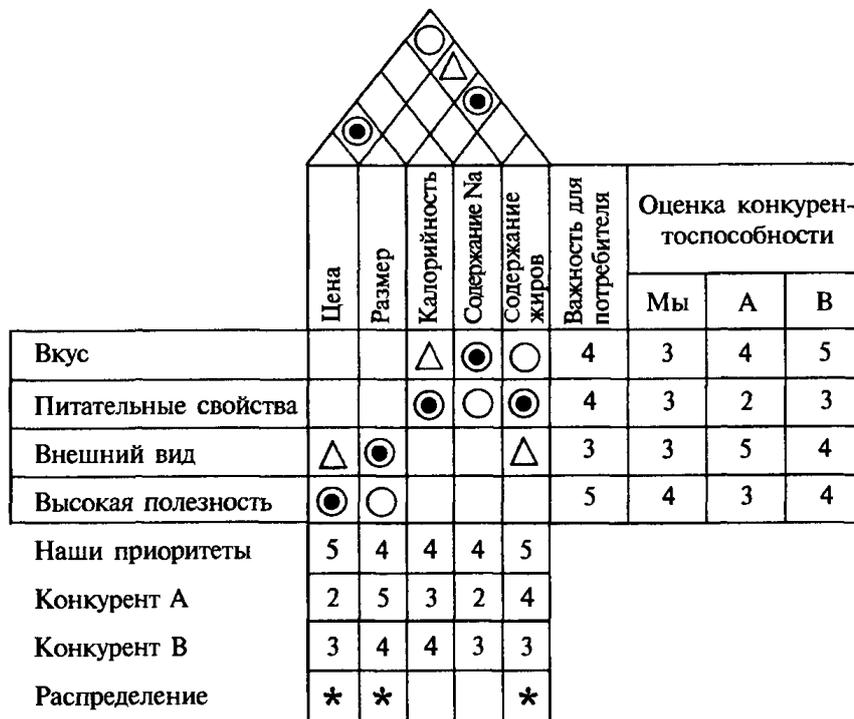


Рисунок 3.28 – Пример «дома качества» [4]

Для преобразования требований потребителей в характеристики процессов и, в конце концов, способы контроля и управления производством и оборудование для осуществления этого производства необходимо последовательно использовать еще три дома качества (рис. 3.29)

Первый «дом качества» устанавливает связь между пожеланиями потребителей и техническими условиями, содержащими требования к характеристикам продукции.

Второй «дома качества» (матрица распределения технических характеристик) трансформирует технические характеристики конечного продукта в проектировочные требования к основным компонентам.

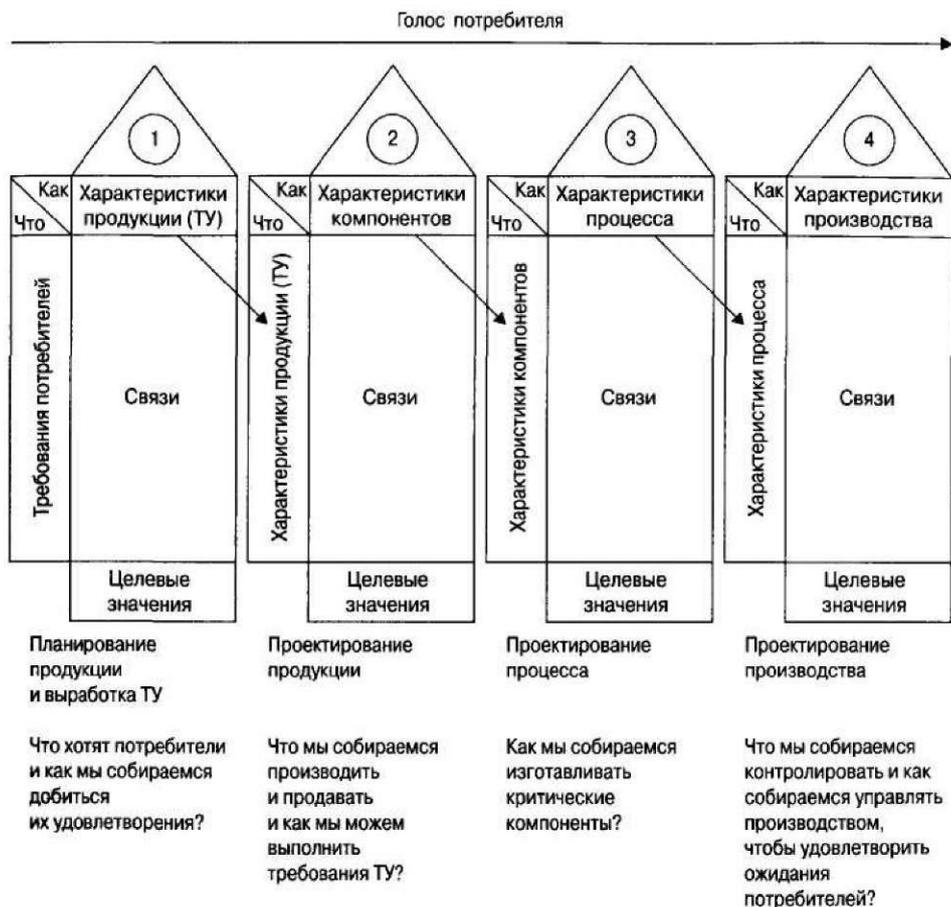


Рисунок 3.29 - Основные шаги последовательного применения QFD - методологии.

Третий «дом качества» (план процесса) устанавливает связь между требованиями к компонентам продукции и требованиями к характеристикам процесса. В результате устанавливаются критерии выполнения процессов.

Наконец, с применением четвертого «дома качества» (диаграмма контроля качества) характеристики процесса преобразуются в характеристики оборудования и способы контроля технологических операций производства, которые следует применить для выпуска качественной продукции по приемлемой цене, что должно обеспечить высокий уровень удовлетворенности потребителей.

В результате применения QFD—методологии, помимо прочего, полученные требования к оборудованию и к технологическим операциям производства включаются в качестве неотъемлемых частей в стандартные рабочие инструкции для каждого шага производственного процесса.

3.3.4 Реинжиниринг — методология радикального улучшения

Реинжиниринг [54] — это методология совершенствования путем фундаментального переосмысления, радикальной модификации или даже коренного перепроектирования процессов, нацеленная на достижение существенного улучшения критических показателей исполнения деятельности в организации, в частности:

- увеличение добавленной ценности;
- улучшение показателей качества процессов и/или продукции;
- снижение затрат и рост прибыли;
- сокращение времени производственного цикла;
- и, как результат, повышение конкурентоспособности не только продукции, но и организации в целом.

Реинжиниринг — это не тот инструмент, который нужно использовать для достижения, например 10% - го улучшения [54]. В отличие от многих других ранее рассмотренных инструментов, реинжиниринг всегда нацелен на прорыв или хотя бы на достижение радикального улучшения. Стратегическое назначение реинжиниринга — достижение переломных улучшений показателей исполнения деятельности в организации.

На практике находят применение два способа реинжиниринга [54].

Реинжиниринг—модификация действующего процесса. В этом случае имеющийся процесс подвергается радикальной модификации.

Этот способ позволяет наиболее полно использовать знания и опыт, накопленные в организации на протяжении длительного промежутка времени при практическом осуществлении прежнего варианта процесса. Однако при этом остается риск повторения старых ошибочных представлений о процессе (конструкции). Несмотря на указанный недостаток, этот умеренный вариант реинжиниринга имеет наибольшие шансы на успех при его практическом применении для модификации действующего процесса. Следует помнить, что реинжиниринг—модификация действующего процесса не означает совершенствования на основе тактики «мелких шагов» (кайдзэн), а предполагает обязательное применение тактики «крупных шагов» (кайрё).

Реинжиниринг с чистого листа. В этом случае полностью отказываются от ранее применявшегося процесса, а оборудование, использовавшееся при его осуществлении, разбирают и утилизируют. Новый процесс создают с чистого листа, но с учетом анализа и фундаментального переосмысления прежде существовавшего процесса.

Реинжиниринг с чистого листа снижает риск повторения старых ошибок. Однако пренебрежение ранее применявшимся процессом очень рискованно, так как может привести к игнорированию знаний и опыта, накопленных ранее. По мнению автора книги [54], имеющийся опыт свидетельствует о том, что «...весьма немногие организации достигли успеха, пытаясь создать совершенно новый процесс». Тем не менее в случае ус-

пешного выполнения реинжиниринга с чистого листа достигается значительно более высокий уровень или даже прорывах в улучшении показателей организации.

Процедуру осуществления проекта реинжиниринга можно представить в виде шести основных этапов, проиллюстрированных на рис. 3.30.



Рисунок 3.30 - Основные этапы процедуры осуществления реинжиниринга

Рассмотрим подробнее содержание работ, выполняемых на каждом этапе процедуры осуществления реинжиниринга.

1. На первом этапе процедуры осуществления реинжиниринга высшее руководство должно принять решение о том, какой из выполняемых в организации процессов будет подвергнут реинжинирингу.

Для принятия такого решения необходимо ответить на следующие вопросы: «какие процессы нуждаются в усовершенствовании?», «какие из этих процессов предоставляют наибольшие возможности для радикального улучшения?», «каковы шансы на успех в случае применения реинжиниринга?» и т.д.

Ответы на эти вопросы должны быть подготовлены с привлечением представителей всех служб и подразделений организации. При необходимости на этом этапе могут привлекаться и внешние консультанты - эксперты.

Особенно большое значение при выборе процесса, нуждающегося в реинжиниринге, могут иметь результаты применения следующих методологий и комплексных инструментов улучшения качества:

- анализ форм и последствий отказов (FMEA—методология);
- развертывание функции качества (QFD—методология);
- бенчмаркинг;
- методология самооценки и др.

При получении положительных ответов на все шесть сформулированных вопросов высшее руководство обычно принимает решение о необходимости применить методологию реинжиниринга для радикальной перестройки конкретного процесса.

Обычно уже на этом этапе из числа высшего руководства организации назначается ответственный за процесс реинжиниринга. Именно этот человек в дальнейшем всячески поддерживает проект, информирует высшее руководство о достигнутых результатах, способствует внедрению проекта в практическую деятельность организации.

2. Планирование реинжиниринга.

Этот этап начинается с того, что ответственный за проекта выбирает и назначает руководителя команды. Затем этот руководитель определяет состав команды.

Главной задачей сформированной команды является разработка плана выполнения проекта реинжиниринга рассматриваемого процесса. Он должен содержать ответы на следующие вопросы [54]:

- 1) Какие работы должны быть выполнены в рамках проекта?
- 2) Кто эти работы будет выполнять?
- 3) Когда и в какой последовательности их следует осуществлять?
- 4) Какие ресурсы уже имеются?
- 5) Какие дополнительные ресурсы потребуются?
- 6) Какие результаты должны быть получены в итоге выполнения как отдельных этапов, так и всего проекта в целом?

Составленный план определяет масштаб и сложность проекта реинжиниринга.

3. Проектирование перестройки процесса.

Основным содержанием и целью этого этапа является разработка проекта реинжиниринга, рассматриваемого процесса. Поэтому основными шагами на этом этапе будут следующие:

- 1) описание, документирование и оценка существующего процесса в том виде, в каком он осуществлялся до последнего времени;
- 2) принятие решения о предпочтительном (подходящем) способе реинжиниринга: реинжиниринг - модификация действующего процесса или реинжиниринг с чистого листа.
- 3) разработка проекта реинжиниринга рассматриваемого процесса;
- 4) анализ и утверждение высшим руководством организации (или спонсором—владельцем) разработанного проекта реинжиниринга.

3.1. Проектирование реинжиниринга - модификации действующего процесса.

Во многих случаях реинжиниринг - модификацию можно осуществить путем упрощения процесса, выполнявшегося до последнего времени.

Для лучшего запоминания основного содержания процедуры упрощения применяют мнемоническое правило, обозначаемое латинскими буквами ESIA от английских слов:

Exclude— *исключить* операции, которые не связаны с добавлением ценности для потребителей продукции, а также: излишки производства, простои, перевозки, обработку, хранение, дефекты и ошибки, дублирование, проверки, переделки и т.п.

Simplify— *упростить*. После освобождения от всего лишнего нужно максимально упростить все то, что осталось, а именно: процессы, технологии, конструкции, методики измерения, процедуры, проблемные области, материальные потоки, потоки информации и т.п.

Integrate — *объединить*: операции, задания, группы, поставщиков, потребителей. За счет объединения операций происходит дальнейшее облегчение движения материальных и информационных потоков не только между операторами внутренних подпроцессов, но и весьма часто улучшается взаимодействие с внешними поставщиками и потребителями.

Automatize— *автоматизировать*: сбор, передачу, анализ данных; трудоемкие операции, грязную, неприятную работу. При этом необходимо руководствоваться принципом Парето, из которого следует, что для автоматизации 80 % всех работ (при осуществлении операций процесса, подвергаемого реинжинирингу) требуется только 20 % от затрат, которые необходимы для полной автоматизации всех работ и операций.

3.2 Проектирование при реинжиниринге с чистого листа.

Каждый проект реинжиниринга, выполняемый с чистого листа, уникален, и его успех зависит от творческой активности членов команды, сформированной для осуществления этого проекта.

Успех реинжиниринга с чистого листа невозможен без проведения «мозговых штурмов и атак» в условиях высокого уровня фантазирования, выдвижения сумасшедших идей и творческого воображения, направленных на то, чтобы постараться максимально отказаться от привычных (традиционных) представлений.

4. Подготовка к внедрению проекта реинжиниринга.

Смыслом, содержанием и целью данного этапа является выполнение мероприятий, которые позволяют осуществить разработанный проект перестройки процесса сначала в небольшом масштабе (участок цеха, производственная линия), а затем и в масштабе всей организации.

Разработав проект реинжиниринга, необходимо еще раз оценить масштаб требующихся изменений, в том числе объем инвестиций.

После приобретения всех необходимых ресурсов (аппаратов, оборудования, средств измерения, контроля и автоматизации, программных средств) и завершения переподготовки персонала организация может приступить к следующему этапу.

5. Внедрение проекта реинжиниринга.

На этом этапе внедряют проект реинжиниринга на одном из участков цеха или на одной производственной линии, а возможно, на одной единице технологического оборудования.

В первую очередь демонтируют заменяемые аппараты и оборудование. При реинжиниринге с чистого листа демонтируют все оборудование перестраиваемого процесса. После этого устанавливают новые аппараты и оборудование, щиты и пульты со средствами измерений, контроля и автоматизации, осуществляют монтаж трубных и электрических проводок. Проверяют работоспособность технических и программных средств, а затем производят испытания при их работе в составе всей спроектированной системы.

Если же результаты контроля свидетельствуют о том, что требования задания на реинжиниринг процесса выполнены не полностью, то команда после анализа причин обнаруженных несоответствий разрабатывает предложения по внесению изменений в имеющийся проект.

Итоговым результатом этого этапа является апробированный и утвержденный новый процесс, обеспечивающий возможности для радикального улучшения показателей исполнения деятельности в организации. Однако для рассматриваемого этапа характерно то, что новый процесс применяется в малом масштабе (в отдельных подразделениях), не обеспечивая получение полной отдачи от его внедрения.

6. Полномасштабное внедрение результатов реинжиниринга.

Первой целью данного этапа является внедрение нового процесса в масштабе всей организации, что позволяет получить полную отдачу от результатов работы команды, которой было поручено осуществление проекта реинжиниринга процесса.

Вторая цель, к которой стремятся при выполнении этого этапа, состоит в том, чтобы постараться с максимальной пользой для организации применить знания и опыт, накопленные членами команды в процессе совместной работы над проектом.

3.3.5 Бенчмаркинг

Глобальный рынок стал реальностью. Глобализации экономики присущи острая конкуренция как внутри национальных границ, так и со стороны зарубежных фирм, в том числе крупных транснациональных компаний.

На глобальном рынке одновременно присутствуют большое число конкурентов — производителей того или иного товара. Для того чтобы добиться успеха в конкурентной борьбе, необходимо, как минимум, знать состояние дел с качеством и эффективностью бизнеса партнеров, то что принято называть деловым совершенством, а еще лучше использовать их передовые приемы и практические методы для достижения коммерческих успехов своей компании.

Процедуру подобного изучения и сравнения в последние годы называют **бенчмаркингом**.

Этот термин введен в научный и практический оборот в 1972 г. усилиями Института стратегического планирования Кембриджского университета, а целенаправленное его использование началось в 1979 г. в американской корпорации Xerox.

Эталоны для сравнения, которые применяются при бенчмаркинге, являются сгустком передового опыта. Таким образом, бенчмаркинг - это средство изучения, распространения и внедрения этого опыта.

Основные этапы бенчмаркинга:

- выявление тех аспектов деятельности компании, по которым потребители выделяют поставщиков, добившихся делового совершенства, из круга всех остальных;
- установление наилучших примеров практических методов работы;
- определение способов достижения лучшими компаниями высокого уровня эффективности;
- установление выполнимых, но достаточно высоких стандартов эффективности для каждого аспекта деятельности компаний;
- выявление того, что должно быть сделано для доведения показателей работы компаний до оптимального уровня;
- выполнение намеченных планов [62].

Процесс проведения бенчмаркинга целесообразно начинать с выбора ключевых параметров работы компании, подлежащих измерению и оценке собственной деятельности. При этом должны быть выявлены те из них, ко-

торые способны оказать наибольшее положительное влияние на взаимоотношения компании с ее потребителями и принести максимальное повышение показателей деятельности компании.

Следующий очень важный шаг — выбор компании, с которой будут сравниваться показатели работы. Целесообразно начать сравнение между собой отдельных подразделений внутри самой компании или показателей ее деятельности в разных регионах. Что касается эталонных компаний, то это не обязательно должны быть прямые конкуренты.

Искомую информацию можно получить в исследовательских организациях, специализированных отраслевых маркетинговых центрах, в периодических изданиях.

Иногда полезнее сравнивать показатели деятельности компании с обобщенными характеристиками по отрасли или экономике в целом, нежели с определенными предприятиями.

Примером эффективной государственной модели практической помощи во внедрении методов бенчмаркинга является Великобритания. За этот участок работы там отвечает Департамент передового опыта менеджмента Министерства торговли и промышленности.

Департамент использует три схемы поддержки бенчмаркинга.

Первая схема — Connest— использует серию интерактивных модулей на CD—ROM, специально ориентированных на проведение бенчмаркинга и применение модели делового совершенства, дающих пользователям широкое представление о лучших методах организации работы и позволяющих радикально упростить процедуру предоставления консалтинговых услуг. Они могут использоваться при проведении презентаций, переговоров, семинаров и тому подобных мероприятий, представляя собой гибкую систему, подстраивающуюся под местные условия и обстоятельства. Их применение стимулирует компании к повышению эффективности путем сопоставления с другими предприятиями и изучения их опыта.

Вторая схема — BenchmarkingIndex, в соответствии с которой компании имеют возможность перейти к повышению собственной конкурентоспособности путем сравнительной оценки своих показателей в ключевых областях деятельности с показателями других предприятий отрасли или своего региона. Она представляет простую компьютерную систему, позволяющую компании оценить свою работу в сравнении с другими предприятиями при помощи ответов на вопросы, относящиеся к 80 аспектам финансового состояния, управления и делового совершенства. Эта услуга создана с целью поощрения более широкого использования бенчмаркинга предприятиями малого бизнеса.

Компания имеет возможность выбрать группу предприятий, в сравнении с которыми она желает провести собственный бенчмаркинг. Отбор проводят по отраслям промышленности, географическим регионам, размерам предприятий или по любому сочетанию указанных признаков.

Третья схема — Inside UK Enterprise (IUCE) — предоставляет предприятиям возможность ознакомиться с опытом применения лучших методов организации производства путем посещения передовых компаний.

Список организаций, принимающих посетителей по программе IUCE, в настоящее время насчитывает более 180 компаний, каждая из которых может служить образцом при внедрении одного или нескольких аспектов передового опыта. Эти компании представляют широкий срез британской промышленности и сферы услуг. Будучи крупнейшей в мире программой подобного типа, IUCE организовала более 25 тысяч однодневных экскурсий с целью обмена опытом.

Посетители имеют возможность выбрать ведущие компании определенного сектора экономики из числа владеющих положительным опытом внедрения передовых методов организации производства, включая применение гибкого автоматизированного производства, командную организацию труда, установление взаимоотношений с поставщиками [63].

Все три услуги министерства находятся в прямой логической связи, взаимно дополняя друг друга.

Важно отметить, что бенчмаркинг — это непрерывный процесс, а не разовое мероприятие. Так как требования потребителей постоянно меняются, меняются и характеристики работы компаний—конкурентов. Соответственно эталоны, в сравнении с которыми проводится бенчмаркинг, также меняются, и только непрерывный бенчмаркинг способен помочь компании быстрее узнавать о всех новациях и выгодно применять их на практике.

Бенчмаркинг как поиск образцов для подражания стал всемирным движением.

Предшественницей бенчмаркинга в Украине была мощная система научно - технической информации. Центры НТИ обладали громадными информационными ресурсами, широкими издательскими возможностями. Некоторые из них продолжают работать и в постсоветском пространстве.

Особо необходимо отметить важный документ 70 — 80-х гг. прошлого столетия — карту технического уровня продукции, введенную ГОСТ 2.116—76. Каждое изделие, подлежащее государственной аттестации, оценивалось по основным функциональным и потребительским показателям в сравнении с лучшими мировыми образцами.

3.3.6 Методология «Шесть сигм»

Методология «Шесть сигм» — один из самых эффективных инструментов инжиниринга качества. Буква греческого алфавита σ обозначает в статистике меру изменчивости, вариабельности, степень отклонения любого процесса от его цели.

Концепция «Шесть сигм» основана на том, что существует прямая зависимость между числом дефектов продукции, увеличением производственных затрат и уровнем удовлетворенности потребителей.

Первые разработки этой методологии в 80—е гг. прошлого столетия были осуществлены в корпорациях Motorola и General Electric. Затем методологию «Шесть сигм» освоили многие известные транснациональные компании, считая ее основным инструментом, позволяющим улучшить качество, увеличить долю рынка, снизить затраты и получить значительную прибыль. Например, в упомянутых корпорациях внедрение методологии «Шесть сигм» приносило до 6 млрд. долл. прибыли в год.

В методологии «Шесть сигм» основным показателем служит число дефектов на единицу продукции, включая все стадии ее производства. Значение сигмы показывает, как часто может возникнуть дефект.

Так называемая сигмовая воспроизводимость процесса, которую удобнее выражать в дефектах на миллион возможностей (ppm— parts per million— частей на миллион), измеряет способность процесса выполнять бездефектную работу.

Гуру этой методологии, генеральный директор академии «Шесть сигм» США М. Хэрри, приводит такой пример. Если ковер, покрывающий пол зала от стены до стены площадью 100 кв. м, очистить до уровня трех сигм, примерно 0,25 кв. м площади останется невычищенной; если ковер очистить до уровня шесть сигм, невычищенный участок составит величину с булавочную головку.

Главное в методологии — стратегия прорыва (последовательные шаги по улучшению деятельности фирмы, где фокус на потребителей — ключевой элемент)

Стратегия прорыва имеет следующие **фазы (DMAIC)**:

Define — определяй. Определить цель и масштаб проекта, собрать всю информацию о функционировании процесса, а также о нуждах и требованиях ваших потребителей

Measure— измеряй для более точного направления усилий по совершенствованию необходимо собрать информацию о существующей ситуации.

Analyze— анализируй. Для выявления причин необходимо: определить коренные причины дефектов и подтвердить их данными.

Improve— улучшай. Необходимо разработать, испытать и внедрить решения, направленные на коренные проблемы; использовать данные для оценки результатов решений и планов, разработанных для их внедрения.

Control— управляй. Следует поддерживать достигнутый успех путем стандартизации методов выполнения работы или функционирования процесса; прогнозировать будущие совершенствования и разрабатывать планы сохранения уроков, извлеченных из усилий по совершенствованию.

При анализе и принятии решений широко используются известные ранее приемы: диаграммы сродства, Парето, матричная, «рыбий скелет», диаграф связи, функция потерь по Тагути, FMEA.

Для успешной реализации методологии «Шесть сигм» разработана система кадрового обеспечения. Специалисты, участвующие в процессе реализации методологии, обозначаются с использованием терминологии восточных единоборств. Это обладатели «черного», «зеленого» и «желтого» поясов.

Обладатели «черного» пояса — эксперты по внедрению методологии «Шесть сигм». Они занимаются исключительно его внедрением и переходят от одного проекта к другому. Менее квалифицированные специалисты — обладатели «зеленых» поясов — интенсивно участвуют в реализации этих проектов, но без отрыва от выполнения своих основных обязанностей. В концепции «Шесть сигм» отражено, чтобы все сотрудники компании прошли обучение и были аттестованы как обладатели «желтых» поясов.

3.3.7 Методы Гэнити Тагути

Имя японского ученого Гэнити Тагути в настоящее время по популярности не уступает К. Исикаве, Дж. Джурану, А. Фейгенбауму. Это объясняется тем, что его идеи и подходы при обеспечении качества нашли широкое применение в промышленности Японии, а затем и в других странах. Они характеризуются тем, что забота о качестве начинается на ранних этапах его формирования — при проектировании изделий и технологических процессов.

Основные элементы подхода Г. Тагути заключаются в следующих **постулатах**.

1. Важная мера качества изделия — это социальные потери, которые несет из-за него общество.

Г. Тагути считает, что качество — это потери, которые несет общество с того момента, как изделие отправлено потребителю. Чем меньше социальные потери из-за недоработок изделия, тем изделие более желательно потребителю.

2. В конкурентной экономике постоянное улучшение качества и снижение затрат необходимы для выживания в бизнесе.

3. Программа постоянного улучшения качества включает в себя непрерывное уменьшение разбросов выходных характеристик изделия относительно их заданных значений.

Чем меньше вариация выхода относительно заданного значения, тем выше качество. В свою очередь, заданное значение должно быть определено как идеальное значение выходной характеристики.

Эти характеристики измеряются как по непрерывной шкале, так и упорядоченным категориальным распределением (плохой, приемлемый, хороший, отличный). Оценка по непрерывной шкале более эффективна, но выходные данные, требующие субъективной оценки, измерить по ней невозможно.

4. Потери потребителя из-за разбросов выходной характеристики изделия пропорциональны квадрату отклонения этой характеристики от ее заданного значения.

Любые разбросы выходной характеристики изделия относительно ее заданного значения приводят к потерям потребителя. Простейшая квадратичная функция потерь (рис. 3.31) имеет вид:

$$l(y) = k \cdot (y - \tau)^2,$$

где k — константа,

y — выходная характеристика, измеренная по непрерывной шкале;

τ — заданное значение y ;

$l(y)$ — потери, выраженные в долларах, которые несет потребитель в течение срока службы изделия из-за отклонения y от τ .

Очевидно, что чем больше отклонение выходной характеристики y от ее заданного значения τ , тем больше потери потребителя $l(y)$.

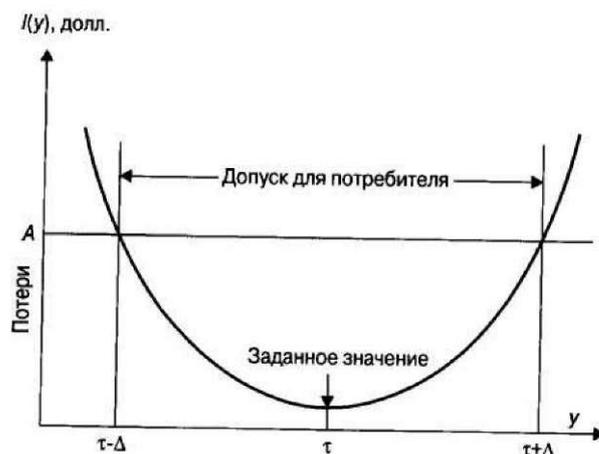


Рисунок 3.31 - Простейшая квадратичная функция потерь

5. Качество и цена изделия в значительной степени определяются инженерным проектированием изделия и процесса его изготовления.

В связи с увеличением сложности современных изделий проектирование изделий и процессов производства играет решающую роль. Уменьшение влияния различных отрицательных факторов наиболее эффективно на стадии проектирования изделия и процессов.

6. *Разброс выходных характеристик изделия или процесса может быть уменьшен путем использования фактора нелинейности влияния параметров на эти характеристики.*

Начиная с первой стадии цикла разработки изделия, контроль качества должен стать неотъемлемой частью проектирования и сопровождать все последующие стадии. При этом используются такие методы, как проверка чувствительности, испытания прототипа изделия, ускоренные испытания долговечности и испытания на надежность.

Г. Тагути ввел трехстадийный подход к установлению номинальных значений параметров изделия и процесса и допусков на них: **Системное проектирование** — процесс применения научных и инженерных знаний к разработке модели изделия. Системное проектирование включает учет как требований потребителя, так и производственных условий. **Параметрическое проектирование** — процесс идентификации таких значений параметров изделия или процесса, которые уменьшают чувствительность конструкции к источникам изменения параметров. **Проектирование допусков** — процесс определения допусков вблизи номинальных значений, которые идентифицированы с помощью параметрического проектирования.

7. *Для идентификации значений параметров изделия или процесса, которые уменьшают вариацию выхода, могут быть использованы статистически планируемые эксперименты.*

Г. Тагути разработал новый подход к использованию статистически планируемых экспериментов. Он предлагает использовать критерий, который назвал «отношение сигнал / шум» (s/n), в качестве выходной статистики.

Тагути вводит три типа отношения s/n для трех типов функции потерь: как можно меньшее, как можно большее или некоторое конечное.

3.3.8 Самооценка

Современные воззрения на менеджмент качества, в концентрированном виде отраженные в стандартах ИСО серии 9000, определяют самооценку как важнейший инструмент непрерывного улучшения деятельности организации [80].

Самооценку начали применять уже после выхода в 1987 г. первой версии стандартов ИСО 9000. Масштабы деятельности по самооценке увеличились в связи с массовым внедрением систем управления качеством по стандартам ИСО 9000 версии 2000 г. и проведением различных конкурсов на соискание премий по качеству.

Технология самооценки используется при проведении предусмотренного стандартом ИСО 9001:2000 «анализа системы со стороны руководства» и при осуществлении процедуры «внутренние проверки».

В общем виде самооценка осуществляется **в следующей последовательности:**

- планируются работы, связанные с самооценкой;
- назначается руководитель проекта;
- определяется группа самооценки и разрабатывается положение о ее работе;
- распределяются ответственность и полномочия между участниками самооценки;
- создается экспертная группа;
- проводится самооценка;
- разрабатывается и реализуется план мероприятий по результатам самооценки;
- осуществляется контроль за выполнением мероприятий по совершенствованию управления качества;
- проводится повторная самооценка.

3.3.8.1 Премия имени М. Болдриджа

Практически одновременно со стандартами ИСО 9000 версии 1987 г. самооценка стала применяться как основной элемент при анализе выполнения предприятием **критериев премии имени М. Болдриджа**.

Будучи министром торговли США, М. Болдридж был инициатором и участвовал в разработке проекта модели премии, основной целью которой было повышение уровня качества.

В год его гибели Конгресс США утвердил официальную программу награждения премиями за достижения в области качества американских компаний, работающих в промышленности и сфере услуг. Начиная с 1990 г., круг соискателей расширился за счет образовательных учреждений и организаций здравоохранения.

Критерии премии имени М. Болдриджа включают **семь основных блоков**, характеризующих эффективность предприятия. Победителей премии отбирают путем оценки по всем семи критериям с использованием 1000—балльной шкалы.

Критерии оценки и их весомость приведены в табл. 3.8.

Важным преимуществом системы критериев, используемых при оценке соискателей премии имени М. Болдриджа, является их непротиворечивость с другими действиями компаний в области повышения качества. Поэтому им не приходится пересматривать свои системы управления качеством в связи с участием в конкурсе на соискание этой премии.

Более того, внедрение, например, стандартов ИСО серии 9000 рассматривается как промежуточный этап, который позволит подготовиться к соисканию премии имени М. Болдриджа, используя критерии премии в качестве модели повышения конкурентоспособности организации.

Таблица 3.8 - Критерии самооценки премии им. М. Болдриджа

| Категории | Максимальные баллы | Суммарная оценка по категориям |
|--|--------------------|--------------------------------|
| 1. Лидерство | | 120 |
| 1.1 Руководство организацией | 70 | |
| 1.2 Социальная ответственность | 50 | |
| 2. Стратегическое планирование | | 85 |
| 2.1 Разработка стратегии | 40 | |
| 2.2 Реализация стратегии | 45 | |
| 3. Ориентированность на потребителя | | 85 |
| 3.1 Знание рынка и потребителей | 40 | |
| 3.2 Взаимоотношение с потребителем | 45 | |
| 4 Оценка, анализ и управление знаниями | | 90 |
| 4.1 Измерение и анализ эффективности работы | 45 | |
| 4.2 Информационное обеспечение и управление знаниями | 45 | |
| 5 Внимание человеческим ресурсам | | 85 |
| 5.1 Системы организации труда | 35 | |
| 5.2 Обучение и мотивация сотрудников | | |
| 5.3 Благополучие работников и их удовлетворенность работой в организации | 25 | |
| | 25 | |
| 6 Управление процессами | | 85 |
| 6.1 Процессы создания добавочной ценности | 50 | |
| 6.2 Вспомогательные процессы | 35 | |
| 7 Деловые ресурсы | | 450 |
| 7.1 Результаты для потребителей | 75 | |
| 7.2 Производство продукции и предоставление услуг | 75 | |
| 7.3 Финансовые и торговые показатели | 75 | |
| 7.4 Результаты для работников | 75 | |
| 7.5 Достижения в повышении эффективности организации | 75 | |
| 7.6 Выполнение обязательств перед государством и обществом | 75 | |

3.3.8.2 Европейская модель делового совершенства (EFQM)

Опыт применения в США программы соискания премии имени М. Болдриджа, показавший высокую эффективность, послужил импульсом к созданию Европейского фонда управления качеством (ЕФУК — EFQM). Он был основан в 1988 г. президентами 14 известных европейских компаний и поддержан Европейской комиссией. Фондом разработана Европейская модель делового совершенства (EFQM) как основа для самооценки и оценки организаций, претендующих на Европейскую премию по качеству, впервые врученную в 1992 г. [77].

Модель делового совершенства включает в себя **девять блоков**.

Первые пять из них характеризуют возможности компании, последние четыре — эффективность их функционирования.

Первый блок можно описать следующей фразой: «Лидеры стимулируют и поддерживают сотрудников и вознаграждают их за достигнутые высокие показатели в работе».

Второй блок модели посвящен установлению и внедрению системы взглядов, стратегии, целей и задач компании. В **третьем блоке** рассмотрены отношения между руководителями и рядовыми сотрудниками компании. **Четвертый блок** характеризует рациональное использование ресурсов. Здесь также рассмотрены взаимоотношения с поставщиками, основанные на партнерстве. **Пятый блок** посвящен управлению производственными процессами.

Каждый из указанных пяти блоков модели включает четыре—пять описаний совершенной практики работы компании с соответствующими примерами и пояснениями.

Шестой, седьмой и восьмой блоки предназначены для оценки компании со стороны (потребителями и обществом) и работниками. Исходные данные для оценок собирают по результатам опросов потребителей, населения и сотрудников компании.

Ключевые финансовые и прочие показатели работы компании сконцентрированы в последнем, **девятом блоке** модели.

При оценке эффективности используется методология сбалансированных показателей.

Модель EFQM предоставляет возможность сопоставить уровень своей фирмы с достижениями других компаний, для чего используется универсальная объективная шкала оценок. Поскольку требования, определяющие совершенство компаний, растут из года в год, то достижение максимально возможной оценки по этой шкале в 1000 баллов практически невозможно. Уровень совершенства компаний, оцениваемый как средний, соответствует 300—400 баллам. Лучшие компании добиваются оценок в 750—800 баллов.

Программа премии имени М. Болдриджа и премия делового совершенства EFQM взаимодействуют в рамках глобальности, объединяющей сторонников модели делового совершенства (GEMNetwork).

Регулярно проходят встречи руководителей программ указанной сети с целью бенчмаркинга соответствующих премий. Активно взаимодействуют оргкомитеты национальных премий по качеству Японии, Австралии, Южной Африки, Индии, Сингапура и других стран.

3.3.9 Методология решения проблем

Методология решения проблем (МРП) качества представляет собой [8] учение о структуре, логической организации, методах и средствах систематического, постепенного, последовательного и компетентного решения проблем управления качеством с использованием командных (бригадных) форм организации работ. Эта методология, которую следует рассматривать как детализацию цикла улучшения PDCA Деминга, может быть представлена в виде следующих этапов (рис. 3.32).



Рисунок 3.32 - Методология решения проблем (МРП) и ее связь с циклом улучшения PDCA Деминга

Фаза Plan.

1 Определение проблемы (постановки задачи).

Прежде всего, необходимо сформировать команду для улучшения качества и уже в процессе ее работы сформулировать проблему. Правильное формулирование проблемы весьма важно для поиска истинных причин, которые позволят выработать эффективное решение.

Правильная постановка проблемы: очерчивает свойства и специфику проблемы; устанавливает следствия и результаты, а не причины; фокусирует внимание на различии между тем, как это делается сейчас и как это должно быть; включает в себя всестороннее исследование проблемы: что происходит? как часто? как много? когда? в каких случаях?

2 Определение фактической ситуации.

На этом этапе необходимо оценить результативность существующего процесса. Собрать и проанализировать данные для выявления типов проблем, которые чаще всего возникают. Поставить задачу по улучшению.

Для правильного и точного решения проблемы необходимо знать, как процесс проводится в настоящее время. Поэтому члены команды, созданной для решения проблемы, должны консультироваться у работников, непосредственно вовлеченных в процесс.

3. Анализ причин проблемы.

Основная цель этого этапа — построение диаграмм (например, диаграммы Исикавы), отображающих множество причин возникновения проблемы, и выбор наиболее логичной (корневой, главной) из этого множества. После построения диаграммы Исикавы, отображающей причинно—следственную связь вербальной информации, этот этап предусматривает постепенный сбор и анализ статистических данных с помощью иллюстративных методов, например, в виде графиков, диаграмм Парето, контрольных карт, позволяющих идентифицировать имеющие место зависимости, или с помощью диаграмм разброса проиллюстрировать имеющиеся взаимосвязи.

3. Генерирование возможных решений проблемы и выбор лучшего варианта.

На этом этапе формируются решения, которые устранят первопричины проблемы и предотвратят их повторное возникновение.

4. Планирование действий, направленных на решение проблемы.

Этот этап нацелен на разработку проекта осуществления выбранного варианта решения проблемы и на тщательное планирование действий по внедрению предложенного усовершенствования в малом масштабе с учетом возможных последствий.

На этом этапе важно:

- сформулировать ясные планы действий;
- спроектировать методики проведения работ;
- определить потенциальные препятствия;

- предусмотреть все необходимые ресурсы, в том числе методы и средства контроля и измерения;
- идентифицировать потребности в обучении персонала.

Фаза Do

5 Осуществление запланированного усовершенствования в малом масштабе

После тщательного планирования и всесторонней подготовки следует осуществить запланированное решение (усовершенствование) первоначально в небольшом масштабе. Если есть необходимость и возможность, то при этом надо осуществлять контроль и измерение характеристик и показателей качества процесса.

Фаза Check

6. Оценка и проверка результативности и эффективности действий по улучшению

Этот этап выполняют, чтобы увидеть, устранило ли осуществленное усовершенствование рассматриваемую проблему полностью или только частично. В том числе проверяют, выполнены ли требования и ожидания потребителя.

В случае, когда требования потребителей еще не выполнены, то возможно, что:

- предложенное усовершенствование является неправильным;
- проблема была неверно определена;
- были рассмотрены ошибочные причины.

Если запланированное улучшение достигнуто не в полной мере, то следует вернуться к первому этапу рассматриваемой МРП, произвести уточнение постановки проблемы и причин ее возникновения, запланировать новый вариант усовершенствования, осуществить его в малом масштабе, оценить эффективность этого проекта по улучшению.

После получения убедительных свидетельств того, что проблема устранена, надо перейти к следующему этапу.

Фаза Act

7 Стандартизация и полномасштабное внедрение достигнутого улучшения

Цель этого этапа — включить новый процесс в повседневную работу. Это также будет являться превентивной мерой против возвращения к старым приемам работы.

После полномасштабного внедрения разработанного командой решения проблемы улучшенный процесс должен выполняться в соответствии с документированной процедурой, изложенной, например, в виде стандарта предприятия или рабочей инструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василевская, И. В. Управление качеством : учебное пособие / И. В. Василевская. – М. : РИОР, 2005. – 79 с. - ISBN 5-9557-0204-0.
2. Фомичев, С. К. Основы управления качеством : учебное пособие / С. К. Фомичев, А. А. Старостина, Н. И. Скрябина. – К. : МАУП, 2002. – 192 с. – ISBN 966-608-160-1.
3. Эванс, Джеймс Р. Управление качеством: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организаций» / Джеймс Р. Эванс; пер. с англ. под ред. Э. М. Короткова; предисловие Э. М. Короткова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2007 – 671 с. – ISBN 5-238-01062-1.
4. Новицкий, Н. И. Управление качеством продукции: учебное пособие / Н. И. Новицкий, В. Н. Олексюк, А. В. Кривенков, Е. Э. Пуровская. – М. : Новое знание, 2002. – 368 с. - ISBN 5-94735-009-2.
5. Пономарев, С. М. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: учебное пособие / С. В. Пономарев, С. В. Мищенко, В. Я. Балобрагин [и др.]. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2005. – 248 с. – ISBN 5-94938-033-9.
6. Всеобщее управление качеством: учебник для вузов / О. П. Глудкин [и др.] — М.: Радио и связь, 1999. — 600 с.
7. Гличев, А. В. Основы управления качеством продукции. — М.: РИА «Стандарты и качество», 2001. — 424 с.
8. ИСО 19011:2002. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента; пер. Российского Морского Регистра Судоходства. — СПб., 2003. — 31 с.
9. Фокс, М. Дж. Введение в обеспечение качества: Модуль RRC№ 415 а; пер. с англ. под общей ред. проф. В. Н. Азарова. — М.: Фонд «Европейский центр по качеству», 1999. — 118 с.
10. Мигачев, Б. С. Сертификация продукции. — М.: Изд—во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. — 121 с.
11. Управление качеством. Том 1. Основы обеспечения качества; под общей ред. проф. В. Н. Азарова — М. : МГИЭМ, 1999. — 326 с.
12. Управление качеством. Том 2. Принципы и методы всеобщего руководства качеством; под общей ред. проф. В. Н. Азарова — М. : МГИЭМ, 2000. — 356 с.
13. Лapidус, В. А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях. — ОАО «Типография «Новости», 2000. — 432 с.
14. Пономарев, С. В., Мищенко, С. В., Белообрагин, В. Я. Управление качеством продукции. Введение в системы менеджмента качества: учебное пособие. — М. : РИА «Стандарты и качество», 2004. — 248 с.

15. Горленко, О. А., Мирошников, В. В. Создание систем менеджмента качества в организации. — М. : Машиностроение, 2002. — 126 с.
16. Управление качеством. Том 2. Принципы и методы всеобщего руководства качеством; под общей ред. проф. В. Н. Азарова — М. : МГИЭМ, 2000. - 356 с.
17. Лapidус, В. А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях. — ОАО «Типография «Новости», 2000. — 432 с.
18. Пономарев, С. В., Мищенко, С. В., Белобрагин, В. Я. Управление качеством продукции. Введение в системы менеджмента качества: учебное пособие. — М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. — 248 с.
19. Горленко, О. А., Мирошников, В. В. Создание систем менеджмента качества в организации. — М.: Машиностроение-1, 2002. — 126 с.
20. ГОСТ Р ИСО 9000—2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. — М: ИПК «Издательство стандартов», 2001. — 30 с.
21. ГОСТ Р ИСО 9001—2001. Системы менеджмента качества. Требования. - М.: ИПК «Издательство стандартов», 2001. — 26 с.
22. ГОСТ Р ИСО 9004—2001. Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности. — М.: ИПК «Издательство стандартов», 2001. - 52 с.
23. Фокс, М. Дж. Принципы и методы всеобщего руководства качеством; пер. с англ. под общей ред. проф. В. Н. Азарова. — М.: Фонд «Европейский центр по качеству», 1999. — 105 с.
24. Системы качества. Международные стандарты ИСО серии 9000: В трех томах. - М., 1997.
25. Свиткин, М. З., Рахлин, К. М., Мацута, В. Д., Дымкина, О. Д. Настольная книга внутреннего аудитора. — СПб.: Изд-во СПб карт-фабрика ВСЕГЕИ, 1999. - 66 с.
26. ИСО 9004-1:1994. Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества. Часть 1: Руководящие указания / Системы качества. Международные стандарты ИСО серии 9000. — М.: 1997. — Том 1. — С. 1-8-1 - 1-8-36.
27. Управление качеством / С. Д. Ильенкова, Н. Д. Ильенкова, В. С. Мхитарян и др. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. - 199 с.
28. Кассандрова, О. Н., Лебедева, В. В. Обработка результатов измерений. — М.: Наука, 1970. - 104 с.
29. Теория статистики; под ред. Р. А. Шмойловой. — М.: Финансы и статистика, 1998. - 576 с.
30. Шиндовский, Э., Шюрц, О. Статистические методы управления качеством: Контрольные карты и планы контроля. — М.: Мир, 1976. — 597 с.

31. Свиткин, М. З., Мацута, В. Д., Рахлин, К. М. Менеджмент качества и обеспечение качества продукции на основе международных стандартов ИСО. - СПб.: Изд-во СПб картфабрика ВСЕГЕИ, 1999. - 403 с.
32. Фокс, М. Дж. Введение в обеспечение качества: Модуль RRC№ 415 d; пер. с англ. под общей ред. проф. В. Н. Азарова — М.: Фонд «Европейский центр по качеству», 1999. — 108 с.
33. Ловцы потерь: Карманный справочник по качеству и производительности; пер. с англ. / Lawrence Hornor, Curtis King— Н. Новгород: СМЦ «Приоритет», 1998. - 108 с.
34. Фокс, М. Дж. Принципы и методы всеобщего руководства качеством. Модуль RRC№ 416 с; пер. с англ. под общей ред. проф. В. Н. Азарова — М.: Фонд «Европейский центр по качеству». 1999. — 142 с.
35. Адлер, Ю. П., Полховская, Т. М., Нестеренко, П. А. Управление качеством (Часть 1. Семь простых методов): учебное пособие. — М.: Стандарты и качество, 2001. — 170 с.
36. ИСО 9004-4:1993. Административное управление качеством и элементы системы качества. Часть 4: Руководящие указания по улучшению качества / Системы качества. Международные стандарты ИСО серии 9000: В трех томах. - Том 2. - М., 1997. - С. 2-3-1-2-3-35.
37. Статистические методы повышения качества; под ред. Хитоси Кумэ; пер. с англ. и дополнение Ю. П. Адлера, Л. А. Конаревой — М.: Финансы и статистика, 1990. — 304 с.
38. Карманный справочник по инструментам и методам для команд совершенствования Шести Сигм. — Киев: Украинская ассоциация качества, 2003. — 276 с.
39. Андерсен, Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования. — М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. — 272 с.
40. Рамперсад, Х. К. Универсальная система показателей деятельности / Х. К. Рамперсад. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. — 352 с. - ISBN 5-9780-0121-9
41. Панде П., Холл Л. Что такое «шесть сигм»? Революционный метод управления качеством : пер. с англ. / Панде П., Холл Л. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 160 с. - ISBN 5-9614-0121-9.

Навчальне видання

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ
Конспект лекцій
для студентів спеціальності
«Технології и устаткування зварочного виробництва»
всіх форм навчання
(Російською мовою)

Укладач КУЛІК Тетяна Олександрівна

Редагування Т. О. Кулік
Комп'ютерне верстання Т. О. Кулік

(позиція по плану изданий)
10/2012. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк. .
Обл.—вид. арк. . Тираж пр. Зам. №

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003