

Министерство образования Российской Федерации
Ульяновский государственный технический университет

В. В. Ефимов

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ

Учебное пособие

Ульяновск
2004

УДК 658.56 (075)

ББК 30.607я 7

Е 91

Рецензенты: д-р. техн. наук В. А. Лapidус,
канд. техн. наук М. И. Розно.

Ефимов В. В.

Е 91 Улучшение качества проектов и процессов: Учебное пособие /

В. В. Ефимов. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. - 185 с.

ISBN 5-89146

В работе системно рассмотрены новые инструменты улучшения качества, широко применяемые в практике ведущих зарубежных фирм и корпораций при создании новой продукции, но недостаточно известные и мало используемые на отечественных предприятиях.

Большое внимание обращено изложению новых подходов к развитию идей Тагути (Япония) и практическому их использованию.

Пособие предназначено для студентов, аспирантов и преподавателей вузов, специалистов предприятий промышленности, а также для слушателей системы дополнительного профессионального образования. Может быть использовано в учебном процессе по специальности «Управление качеством», а также инженерными специальностями, связанными с разработкой и производством продукции.

УДК 658.56(075)

ББК 30.607я 7

ISBN 5-89/46

© В. В. Ефимов, 2004

© Оформление. УлГТУ, 2004

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ	8
1.1. Основы управления знаниями	8
1.2. Методы поиска новых решений и идей	17
2. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ	25
2.1. Структурирование функции качества	25
2.2. Управление проектными рисками	36
2.3 Бенчмаркинг	48
2.4. Функционально-стоимостный анализ	55
3. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ	76
3.1. Непрерывное улучшение процессов	76
3.2. Реинжиниринг	87
3.3. ТРМ – эффективность оборудования	91
3.4. Функция потерь качества по Тагути	96
3.5. Внутренняя функция потерь качества	110
3.6. Стратегия «Шесть сигм»	119
3.7. Новые возможности анализа Парето	123
3.8. Прогноз надежности изделий по уровню качества процессов	129
4. УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ	133
4.1. Новые подходы к управлению человеческими ресурсами	133
4.2. Улучшение поставок	150
4.3. Аутсорсинг	157
5. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ	161
5.1. Выбор инструментов улучшения качества	161
5.2. Совершенствование менеджмента качества	165
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	173
Тематика рефератов и курсовых проектов	174
Вопросы для самостоятельной работы	175
Экзаменационные (зачетные) вопросы	179
Библиографический список	181

ВВЕДЕНИЕ

Непрерывное улучшение – главный фактор прогресса. Улучшение качества – одно из важнейших условий повышения уровня жизни человека, что является конечной целью многих стратегических программ на уровне государства, региона или предприятия. Улучшение качества объектов (продукции, процессов, услуг, интеллектуальной и других видов деятельности) осуществляется в двух направлениях: техническом и организационном. В первом случае повышаются технические характеристики качества объектов, во втором – снижаются трудозатраты соответствующей деятельности или повышается организационный уровень ее управления.

Все обостряющаяся конкурентная борьба за мировые рынки требует от предприятий, компаний, корпораций и других организаций непрерывного совершенствования продукции, вывода на рынок новых и новейших изделий, удовлетворения не только насущных ожиданий потребителя, но и его скрытых, неосознанных желаний. Именно на эти требования нацелены стандарты серии ИСО 9000 версии 2000 года, в которых направленность на постоянное улучшение качества проходит красной нитью через практически все статьи новых стандартов качества.

Вместе с этим нельзя отрицать, что и в стандартах ИСО 9000 старой версии было уделено должное внимание проблеме улучшения качества. Так в стандарте ИСО 9004-4:93 приведены, например, следующие принципы улучшения качества [20, 21]:

- качество продукции и услуг и других выходных данных организации определяется удовлетворением потребителя,
- улучшение качества достигается путем улучшения процессов,
- улучшение качества – постоянная деятельность,
- усилия по улучшению качества направлены на поиск благоприятных возможностей, а не ожидания того, что сама проблема позволит выявить возможность улучшения и др.

Но, конечно, эти принципы улучшения качества были серьезно развиты и дополнены в стандартах ИСО серии 9000:2000, ИСО 9001:2000, ИСО 9004:2000.

Наряду с универсальными стандартами качества, еще в середине 90-х годов крупные автомобильные корпорации США заявили о своей приверженности постоянному улучшению качества, которые были сформулированы в стандарте QS-9000. Можно процитировать следующие строки стандарта: «Поставщик должен постоянно улучшать качество продукции, услуги (включая доставку и своевременность) и цены в интересах всех потребителей. Это требование не заменяет необходимость инновационных улучшений». Отметим особо необходимость инновационных улучшений: «Постоянное улучшение должно быть направлено на характеристики продукции с высшим приоритетом для специальных характеристик... Элементы затрат

или цена могут быть одним из ключевых индикаторов в системе постоянного улучшения качества».

В этом же стандарте приводится перечень методов, которые могут быть применены поставщиками продукции для постоянного улучшения:

- контрольные карты,
- планирование эксперимента,
- теория ограничений,
- общая эффективность оборудования,
- анализ числа несоответствий на миллион единиц продукции,
- стоимостный анализ,
- бенчмаркинг,
- анализ движений (эргономика),
- предупреждение ошибок.

В новой версии стандартов ИСО серии 9000 «постоянное улучшение» - один из основных принципов современного менеджмента качества. В концептуальном терминологическом стандарте ИСО 9000:2000 содержится ряд важных взаимоувязанных определений:

Пункт 3.2.12: «Улучшение качества – часть менеджмента качества, направленная на увеличение способности выполнить требования к качеству».

Пункт 3.2.13: «Постоянное улучшение – повторяющаяся деятельность по увеличению способности выполнить требования».

Пункт 2.9. Постоянное улучшение: «Целью постоянного улучшения системы менеджмента качества является увеличение возможности повышения удовлетворенности потребителей и других заинтересованных сторон».

Целесообразно также из этого же стандарта процитировать содержание действий по улучшению качества:

- а) «анализ и оценку существующего положения для определения областей для улучшения;
- б) установление целей улучшения;
- в) поиск возможных решений для достижения целей;
- г) оценивание и выбор решений;
- д) выполнение выбранных решений;
- е) измерение, проверку, анализ и оценку результатов выполнения для установления того, достигнуты ли цели;
- ж) оформление улучшений».

Таким образом, для постоянного улучшения способности организации достигать поставленные цели надо применять стандарт ИСО 9001:2000, а для постоянного улучшения в достижении целей самым эффективным способом – стандарт ИСО 9004:2000. При этом постоянное улучшение – это стратегия развития объекта (продукции, процессов, системы, бизнеса), которая является альтернативной стратегии поиска оптимальных параметров объекта или решений, не связанных с улучшением.

Следует обратить внимание на интересную особенность стандартов серии ИСО 9000 новой версии – в приведенных в стандартах определениях по постоянному улучшению нет требований или рекомендаций на улучшение

самой продукции, но есть требования **улучшения способности выполнять требования.**

Улучшение выпускаемой предприятием продукции может оказаться для потребителя несущественным, так как на рынке появились изделия других предприятий, которые больше удовлетворяют его ожидания. Следовательно, предприятие, прежде чем начать улучшение выпускаемой продукции, должно убедиться (путем исследования рынка), что модернизированная версия старого изделия будет иметь спрос, несмотря на наличие на рынке новых изделий (аналогичного назначения) других предприятий.

Улучшение качества осуществляется двумя путями. Эти пути называют по - разному: эволюционный и радикальный, постоянное улучшение и коренное улучшение, кайзен-преобразование и кайро-преобразование. Сочетание этих путей и обеспечивает развитие организации (предприятия).

Кайро-преобразования связаны с начальным проектированием организации либо ее радикальной перестройкой [1]. При этом решаются задачи, оптимизирующие, например, схему размещения оборудования, последовательность процессов и т.д. Эти изменения столь существенны, что одновременно с этим происходит планирование работ и бюджетирование затрат.

Кайро-преобразования связаны с коренной перестройкой бизнес-процессов, поэтому периоды между двумя преобразованиями достаточно велики (годы или десятки лет). Они необходимы тогда, когда в рамках существующих моделей и стереотипов невозможно эффективно действовать. В результате этих преобразований часто меняется и структура организации, и система управления качеством.

Кайро-преобразования – некоторый аналог реинжиниринга бизнеса. Несмотря на всю привлекательность этого подхода, он на практике не всегда дает положительные результаты. Отрицательные же результаты весьма негативно действуют на моральное состояние коллектива. Избежать подобных неудач можно, если сделать изменения частью повседневной жизни и вовлечь в процесс их инициирования самих сотрудников, то есть производить **кайзен-преобразования.**

Кайро-преобразования целесообразны, когда организация меняет свою позицию на рынке. Во всех остальных случаях целесообразно улучшать процессы бизнеса и постепенно, шаг за шагом, приближать организацию к идеалу, соответствующему требованиям стандарта ИСО 9004:2000.

Улучшение кайзен-преобразований можно реализовать двумя способами: сокращением затрат и снижением брака. В первом случае (сокращение затрат) постоянное улучшение дает возможность удешевить или изъять не добавляющие ценности процессы. К этому же способу относятся все мероприятия, которые приближают к выпуску продукции соответствующего качества с первого раза (идея Кросби). Вместе с этим, добиваясь нуля дефектов, нельзя упустить из виду изменения предпочтений покупателей. Организации необходимо максимально выполнять предпочтения покупателей, постоянно отслеживать малейшие изменения их вкусов. В целях удовлетворения покупателя, целесообразно пересмотреть совокупность операций биз-

нес-процесса, включить в него новые операции, добавляющие ценность процессу сегодня, или изъять операции, переставшие добавлять ценность с точки зрения вчерашних требований. Таким образом, кайзен-преобразования того и другого способа не могут существовать обособленно.

Предлагаемые в настоящем учебном пособии инструменты улучшения качества еще не вошли в практику подавляющего большинства российских предприятий. Более того, многие предприятия еще не освоили простые методы улучшения качества процессов типа цикл Шухарта-Деминга, семь простых статистических методов, корреляционный и регрессионный анализы, планирование эксперимента и т.д.

Хотелось бы обратить особое внимание читателей на важность создания системы непрерывного обучения персонала, организации на предприятиях внутрифирменных систем образования, формирования комфортной корпоративной среды. Рост уровня квалификации и современные методы мотивации персонала к труду являются важнейшими факторами повышения уровня качества продукции.

Громадное значение для завоевания приоритетных позиций предприятия на рынке связано с освоением метода QFD (структурирование функции качества). Этот метод позволяет не только организовать выпуск продукции, соответствующей ожиданиям потребителей, но и значительно сократить сроки освоения новых изделий.

Основная цель настоящего пособия, которую перед собой ставит автор, убедить руководство и специалистов российских предприятий в исключительной важности для роста их бизнеса внедрения на своих предприятиях современных инструментов улучшения качества. В пособии в значительной степени упрощены описания и технологии современных методов улучшения качества, не использован сложный математический аппарат, исключены «заумные» термины, что позволяет использовать пособие всем работникам функциональных подразделений предприятий, работникам служб качества и контрольному персоналу.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Управление качеством», а отдельные курсы главы могут быть использованы студентами специальностей «Менеджмент», «Маркетинг», «Коммерция», «Управление персоналом».

1. УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ

1.1. Основы управления знаниями

Совсем недавно даже незначительное повышение качества продукции за счет сокращения брака позволяло той или иной фирме получить преимущество над своими соперниками. Одним из приоритетных факторов высокого качества являлось отсутствие дефектов выпускаемой продукции. Сегодня производство продукции с нулевой дефектностью стало нормой для многих компаний и не может, как правило, рассматриваться как конкурентное преимущество на рынке продукции. За счет чего же дальше повышать качество продукции и чем заинтересовать потребителей?

Поиск новых подходов в управлении, которые смогли бы обеспечить компании конкурентные преимущества в ситуации, когда старые способы и методы достижения конкурентоспособности становятся общепринятыми, – вот актуальная проблема менеджеров и ученых на Западе. Одним из подходов, получивших в конце прошлого века бурное развитие, стал ресурсный подход, с точки зрения которого ключевым фактором, определяющим конкурентоспособность компании, выступают уже не структура отрасли или позиция, занимаемая компанией в этой отрасли, а наличие у компании уникальных ресурсов, задействовав которые, она может обойти конкурентов. Важнейший из этих ресурсов – **знания в значимых для бизнеса областях** [2].

Человечество давно уже знает, что «знание – сила». Важно не просто знание, а его наличие в том месте, где оно может дать рост бизнеса. В 90-е годы XX века в теории и практике менеджмента произошло смещение акцентов. Если в предыдущие годы создание знания было уделом специальных научных подразделений, в основном отраслевых, то в течение последнего десятилетия внимание исследователей сосредоточилось на том, как знания создаются, используются и воспроизводятся внутри самих организаций (фирм, компаний, предприятий). Если именно организация является генератором новых идей, приводящих к созданию нового качества и новых изделий, то способность познавать быстрее своих конкурентов, по-видимому, есть единственное, устойчивое конкурентное преимущество.

Раньше на знания смотрели как на некоторый **запас** данных, информации, обладающих определенным содержанием. Сегодня же укрепляется взгляд на знания, как на некоторый **поток**, под которым понимается жизнь, или процесс существования, самих знаний. При этом никто не покушается на важнейшее значение знаний как запаса. **Тогда знание – это и запас, и поток.** Очевидно, что совершенствование, углубление знаний возможно только тогда, когда этим потоком можно управлять. Знания – очень сложный объект исследования, и проблемы его управления, несомненно, заслуживают самого пристального внимания.

Философы различают явное (кодифицированное) и неявное знание. Явное, или кодифицированное, знание – это знание, которое можно изложить в книгах, учебниках, на других носителях, высказать словами. Однако мы можем знать больше, чем можем высказать. Та часть знаний, которую нельзя ни изложить на бумаге, ни высказать, носит название скрытого (некодифицированного) знания. К числу скрытых знаний можно отнести субъективные прозрения, интуицию, идеалы, ценности и эмоции отдельного индивидуума.

В связи с наличием разных видов знаний (явные и скрытые) ученые выделяют четыре познавательных процесса, протекающие в организации:

- социализация (процесс передачи скрытого знания от одного члена организации к другому),
- экстернализация (процесс превращения скрытого знания в явное),
- комбинирование (способ передачи явного знания от одного человека к другому),
- интернализация (процесс превращения явного знания в скрытую форму, например, посредством обучения).

Последовательное чередование этих четырех процессов создает **спираль знаний**. Знания создаются только индивидуумами. Роль организации заключается в том, чтобы облегчить создание знаний, поддерживая и поощряя познавательные процессы, создавая условия для эффективного перевода скрытых (ключевых для развития прогресса) знаний в явные. Проявления в организациях этих процессов во второй половине прошлого века можно заметить в кружках качества, научных творческих коллективах, творческих целевых бригадах и т.д.

Западные компании под понятием «управление знаниями» понимают целый ряд системных процессов:

- 1) создание новых знаний,
- 2) обеспечение доступа к ценным знаниям, находящимся за пределами организации,
- 3) использование имеющихся знаний при принятии решений,
- 4) воплощение знаний в процессах, продуктах и услугах,
- 5) представление знаний в документах, базах данных, программном обеспечении и т.д.,
- 6) стимулирование роста знаний посредством совершенствования организационной культуры организации и поощрений,
- 7) передача существующих знаний из одной части организации в другую,
- 8) измерение ценности интеллектуальных активов и влияния управления знаниями на результаты бизнеса.

Из приведенного перечня процессов видно, что значительная их часть находилась в центре внимания управленческой теории и практики и в предыдущие годы. При этом акцент делался именно на процессах протекания познавательной деятельности внутри организации, а не на запасе знаний.

Стоит напомнить, что вначале 60-х годов в СССР по указаниям сверху ответственность за создание новой техники, требующей современных зна-

ний, возложили на отраслевые институты, практически запретив при этом разработку изделий на предприятиях, за исключением некоторых оборонных отраслей. Заводская наука практически прекратила существование, и творчество в заводских мастерских ограничилось разработкой рационализаторских предложений. Отраслевые институты, укомплектованные в основном инженерными кадрами, проектировали образцы новых изделий и нового оборудования, находящихся по своему научно-техническому уровню далеко от мировых стандартов. В то же время в развитых странах мира наука сосредотачивалась в фирмах, корпорациях, холдингах, занятых выпуском новой продукции и услуг. Это привело к тому, что к концу 80-х годов советская гражданская промышленность катастрофически отстала по уровню развития от промышленности развитых стран во всех, приоритетных для экономики, отраслях.

С наступлением рыночных реформ российские предприятия остались один на один с рынком, без защиты государства, без экспериментальной базы, без научных кадров, без конструкторских бюро. И только тогда, т.е. в самое тяжелое время так называемых реформ, наступило прозрение, что именно промышленное предприятие является той организацией, от профессиональных знаний которой зависит не только уровень качества выпускаемой продукции, но и сама возможность удержания экономики страны от перехода в статус сырьевого придатка Запада.

Рассмотрим процессы управления знаниями, изложенные в работе [2].

Создание новых знаний. Этот срез управления знаниями несет в себе наибольшую новизну. Большой вклад в развитие взглядов на процессы создания новых знаний внес японский специалист И. Нонака. Именно ему принадлежит идея «спирали знаний». И. Нонака рассматривает компанию как некоторое образование, основная общественная миссия которого заключается в том, чтобы способствовать созданию новых знаний. Он считает, что смысл существования компании не просто в снижении издержек, а в том, чтобы стимулировать создание знаний, прежде всего скрытых.

Таким образом, компания (фирма, предприятие) – это «святилище», в котором общество создает новые знания. Этот вывод базируется на том, что научные исследования в компании являются самым кратким путем внедрения их в производство. Своевременный выход на рынок новых продуктов порождает денежные потоки, лежащие в основе процветания компании.

Именно компания создает наиболее выгодные условия для привлечения к решению некоторых более сложных научных задач вузовскую науку, остро нуждающуюся в средствах, но еще более нуждающуюся в информации с «переднего края» науки и техники. Без этой информации немыслима подготовка молодых современных специалистов и ученых. Компания вкладывает также часть своей прибыли в венчурные фонды для поддержки ученых и изобретателей - энтузиастов с целью обеспечения задела идей на будущее в области ноу-хау. Наконец, успевающая компания платит повышенные налоги, открывая тем самым дополнительные возможности финансирования традиционной (фундаментальной) науки. Такая компания, действующая в ре-

альном жестком рынке, и есть «храм науки», а руководитель (менеджер) – это «жрец», основная задача которого максимально облегчить процесс «добычи знаний».

Если этот подход взять на «вооружение» в России, очень вероятно, что период выхода российских предприятий на мировые рынки значительно бы сократился.

Обеспечение доступа к ценным знаниям, находящимся за пределами организации. Данный срез управления знаниями вряд ли может претендовать на особую новизну или оригинальность. И в прошлые годы получение актуальных знаний извне было в центре внимания и забот руководителей предприятий. Еще Э. Деминг говорил, что самая важная информация, как правило, приходит в фирму извне. При этом основными носителями этой информации считались потребители и конкуренты. Что касается деятельности конкурентов, то и здесь имеются значительные достижения, связанные в основном с таким эффективным инструментом познания, как «бенчмаркинг (benchmarking)». Вместе с этим против повального увлечения бенчмаркингом имеются серьезные возражения стратегического плана. Бенчмаркинг в своем изначальном виде призывает равняться на успевающего конкурента или лидера. Если так будут действовать все участники рынка, то это может привести к созданию фирм-клонов, которые будут применять одни и те же технологии в борьбе за одних и тех же потребителей. Такое положение может привести к кризису рынка.

Что же касается потребителей, то в западной прессе имеется достаточно публикаций, предостерегающих от абсолютизации учета мнений («голоса») потребителя, хотя, как известно, акцент на потребителя – одна из «священных коров» TQM.

В современном бурно развивающемся товарном мире, характеризующемся высокими темпами технологических нововведений, потребитель, как и остальные участники рынка, не может даже представить себе, а тем более высказать, что ему понадобится завтра, а тем более, послезавтра. Велика вероятность, слушая «голос» потребителя, остаться «слепым». Тот же, кто не делает этого, но смело выстраивает самостоятельные гипотезы относительно будущих требований потребителя, в итоге должен одержать верх в конкурентной борьбе.

Для российских предприятий на сегодняшний день «голос» потребителя все еще достаточно громок. Но надо задумываться и о перспективе.

Использование имеющихся знаний при принятии решений. Управление знаниями базируется на более ранних достижениях. Одним из самых эффективных инструментов стратегического управления еще с 60-х годов прошлого столетия считалось «сценарное планирование». В 90-е годы этот инструмент пережил своеобразный ренессанс, связанный с тем, что все прошедшее десятилетие стало временем головокружительных технологических изменений, а сценарное планирование, как ключевой инструмент познания, становится наиболее востребованным именно в периоды бурных перемен [10,54,64].

Что же такое сценарное планирование? Каждая фирма имеет свой сценарий, по которому строит процесс стратегического развития (идею бизнеса). В ходе этого процесса строятся также сценарии, которые представляют собой различные, существенно отличающиеся друг от друга варианты развития внешней по отношению к данному бизнесу среды. Построение идеи бизнеса проверяется на совместимость с различными сценариями. Суть сценарного планирования заключается в том, что идея бизнеса должна выстоять во всех без исключения «режимах» сценария. При этом все сценарии принимаются равно вероятными по своим исходам.

Другая ключевая особенность сценарного планирования - использование «опционного мышления» при разработке инвестиционных решений. С самого начала решения структурируются таким образом, чтобы в них имелись специальные точки, которые позволяют менеджерам вносить изменения в осуществляемую программу действий по мере прояснения неопределенной ситуации. Такой подход обеспечивает гибкость, позволяет избежать откровенно провальных решений.

Наконец, самое важное новое обстоятельство в применении сценарного планирования - это призыв к институционализации сценариев, то есть сценарное мышление с уровня руководителей спускается на все нижестоящие уровни управления, что полностью отвечает основным принципам TQM. Это значит, что **внутри организации** должны протекать специально организованные процессы бизнеса, направленные на создание, приобретение, использование и распространение самых передовых знаний. Чтобы перебрать большее число вариантов в сценарном планировании, все чаще приходится использовать имитационное моделирование и методы планирования эксперимента.

Знания и решения нужны компании не сами по себе, а чтобы задействовать цепочку «знание – решение – действие». Если хотя бы один элемент цепочки имеет изъяны, эффективность деятельности компании существенно страдает.

Воплощение знаний в процессах, продуктах и услугах. И этот срез знаний не нов. В частности, в 70-80-е годы многочисленные японские компании добились феноменального успеха на мировом рынке, используя известный инструмент управления качеством – структурирование функции качества (Quality Function Deployment), позволяющий эффективно преобразовать требования потребителя в параметры качества продукции и процессов ее создания.

В этом достаточно «старом» (по меркам Японии) инструменте качества также можно найти новые подходы. Ранее акцент делался на алгоритмическом характере метода QFD. Однако в 90-е годы стали подчеркивать, что применение этого метода имеет и организационные последствия. Одно из ключевых свойств «дома качества» (QFD) состоит в том, что он способствует выстраиванию внутриорганизационного диалога относительно запросов потребителей, характеристик продукции и т.д. Диалог же – одно из главных средств, помогающих рождению нового знания.

Существует еще несколько моментов, способствующих успеху QFD. Один из них – естественный переход от маркетингового анализа к стадии исследований и разработок, в основу которых положена идеология планирования эксперимента. Как известно, в природе есть три источника знаний: наблюдение, эксперимент, и суждение знатока (эксперта). Все они важны в процессах добывания новых знаний, но эксперимент – самый активный и самый дорогой способ процесса добывания знаний. Именно поэтому планирование эксперимента, направленное на эффективную организацию получения знаний и на экономию всех видов ресурсов в процессе их получения, часто выступает как конкурентное преимущество.

К числу достаточно эффективных инструментов получения знаний можно отнести и концепцию теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), получившую широкое распространение в Советском Союзе [36]. Одно из важных приложений ТРИЗ – возможность ее применения в рамках QFD. Вместе с этим у этого инструмента познания есть и существенные недостатки. Во – первых, искомые решения были слабо связаны с требованиями рынка, поскольку в тот момент его в СССР просто не существовало. Во – вторых, метод ТРИЗ претендовал именно на поиск и утверждение каких-то формальных правил, которые могли привести к эффективным техническим решениям. Такое упование на автоматизм кажется иллюзорным. В - третьих, коллективные формы поиска сильных решений либо замалчивались, либо находились в тени. Между тем теперь уже ясно, что именно работа в команде приносит наибольшие успехи по отысканию новых знаний.

Представление знаний в документальной форме. Соотношение между знаниями и информацией – одна из самых горячих тем, муссируемых в рамках управления знаниями. Ранее считалось, что информация и эффективное ее управление – это ключ к успеху в современных условиях. 90-е годы принесли новую идею: информация и знания равноценны. Сегодня же компании основывают свои действия, прежде всего, на знаниях. Знания – гораздо более широкая и богатая категория, чем информация, которая по отношению к знаниям играет вспомогательную роль.

Считается, что результаты наблюдений или измерений, каков бы ни был их источник, можно называть «данными». Тогда обработка и представление этих данных дает информацию. Сопоставление полученной информации с выдвинутыми гипотезами ведет к фактам. Факты дают возможность для интерпретации. Наконец, систематизация фактов и их упорядочение дает знания. На основе же фактов и знаний принимаются практические решения. Их реализация может войти в противоречие со знаниями, что приведет к пересмотру знаний. Таков путь получения знаний.

Знания, как было выше отмечено, включают в себя явную (кодифицированную) и скрытую (некодифицированную) составляющие. При этом скрытые знания играют центральную роль. Противопоставление явных и скрытых знаний имеет большое практическое значение, так как акцент на последние кладет предел эффективности использования информационных тех-

нологий. Некодифицированные знания в принципе невозможно передать по компьютерным сетям.

Попытки некоторых американских корпораций создать базы знаний, чтобы кодифицировать наиболее эффективные решения и хранить их в виде баз данных для повторного использования, не принесли успеха. Получается, что новые решения принимаются не благодаря наличию имеющихся в базе данных эффективных решений, а в результате подключения к новой проблеме команды, которая занималась ранее схожими вопросами.

Стимулирование роста знаний посредством организационной культуры и поощрений. Как уже отмечалось, «жизнь» внутри организации – это ядро проблематики управления знаниями. Именно поэтому вопросы организационной культуры и мотивации имеют для эффективного управления знаниями фундаментальное значение.

В связи с этим интересно познакомиться с одной из наиболее популярных работ в области менеджмента в конце прошлого века - монографией П.Сенге «Искусство и практика самообучающейся организации»[63]. В ней автор выдвигает и обосновывает ключевую идею о том, что для достижения успеха в современных условиях компания должна стать «самообучающейся (познающей) организацией». Стать такой организацией означает эффективно решить пять задач в области знаний:

- овладеть системным мышлением,
- совершенствовать личное мастерство каждого члена организации,
- уметь работать с «ментальными моделями» - глубоко укоренившимися предположениями, обобщениями, которые влияют на то, как мы понимаем мир и действуем,
- организовать совместное (коллективное) видение проблем,
- развивать решение проблем в команде.

Эти задачи представляют собой элементы целостной системы. Если хотя бы один из пяти элементов находится в плохом состоянии, компания не сможет быть познающей организацией, а значит, не может рассчитывать на успех.

Новое знание создается индивидуумами, однако это не означает, что они действуют изолированно. Напротив, современное (персонифицированное) знание создается в группах (командах), объединяющих людей совместными сферами интересов и ответственности. В рамках таких групп происходит объединение индивидуальных устремлений, знаний, практических приемов работы. Участники группы вырабатывают свой язык работы. Границы таких групп обычно закрыты, и преодолеть их новичку не так просто. С приходом нового члена в группе фактически запускается процесс интеграции, который может оказаться для новичка неудачей (выбыванием).

Как правило, на ведущих фирмах создается несколько практикующих сообществ (команд), которые должны принимать одновременное участие в разработке новой продукции. Именно здесь начинаются проблемы, так как каждая команда должна быть одновременно закрытой (чтобы знания внутри нее приобретались наиболее эффективно) и открытой (чтобы знали, что

именно эта команда внесла свой достойный вклад в решение задачи). Такое балансирование ставит на повестку дня поиск оптимальных организационных решений. Одно из таких решений предлагает проектный подход, предполагающий максимальную самостоятельность команд, работающих над конкретным проектом внутри организации, включая даже финансовую самостоятельность. Взаимодействие команд – ключевое условие успеха.

Передача существующих знаний от одной организации к другой. Задача повторного использования ранее созданных знаний для решения новых проблем давно находилось в центре внимания руководителей и специалистов предприятий. Упование на информационные технологии как инструмент решения этой задачи на поверку оказалось утопией. Однако это не означает, что проблема повторного использования знаний потеряла свою актуальность. Напротив, в современных условиях она только возросла. Правда, теперь решение ищут не в технологической (информационной) сфере, а в сфере организационных решений, в которых информационным технологиям отводится вспомогательная роль.

В зарубежной литературе есть ряд предложений по решению затрагиваемой проблемы [2,3]. Считается, что каждая организация применяет пять видов трансферта (передачи) знаний: последовательный, дальний, ближний, стратегический, экспертный. Каждый из этих видов имеет свои закономерности и правила осуществления, придерживаться которых надо обязательно, если компания хочет обеспечить эффективность этих процессов.

Что же стоит за передачей знаний между организации или их подразделениями? Прежде чем передавать знания, надо знать, что же эта организация знает, а вернее сказать – не знает. Это, отнюдь, не тривиальная проблема. Для передачи знаний существует, по крайней мере, четыре препятствия. Главнейшее из них – незнание того, что же действительно фирма знает. Три других – абсорбционная способность компании к приобретению знаний, недостаток эффективных отношений в организации и скорость передачи знаний. Для устранения этих недостатков применяется концепция «внутреннего бенчмаркинга».

Измерение ценности интеллектуальных активов и влияние управления знаниями на результаты бизнеса. Проблема измерений всегда была одной из ключевых в управленческой теории и практике. Это касается и «управления знаниями». Практика последних лет показала, что финансовая отчетность многих фирм и корпораций не включает в себя ценности, приходящиеся на интеллектуальный капитал организации, который признается рынком, но не признается бухгалтерской отчетностью. Таким образом, капитал предприятия состоит из двух составляющих: финансового и интеллектуального. В свою очередь интеллектуальный капитал делится на «человеческий» и «структурный».

Человеческий капитал представляет собой знания, навыки, инновационность и способность сотрудников компании решать возникающие задачи. Сюда же включаются ценности, культура и философия компании. **Человеческий капитал не является собственностью компании.**

Структурный капитал представляет собой торговые марки, документированные бизнес - процессы и все то, что обеспечивает производительность персонала. Другими словами, структурный капитал – это то, что останется в офисе после того, как все сотрудники уйдут домой. Структурный капитал состоит из «капитала потребителя» и «организационного капитала». Капитал потребителя охватывает ценности, которые обусловлены соглашением организации с потребителем. Организационный капитал также делится на «инновационный» и «процессный». Инновационный капитал включает все то, что создает основу для успеха в будущем, включая интеллектуальные активы. Процессный капитал включает в себя формализованные (внутри компании) процедуры обмена опытом, методы использования информационных технологий, печатные материалы и т. п. Структурный капитал, в отличие от человеческого капитала, является собственностью компании.

Для измерения интеллектуального капитала используют не стоимостные (не денежные) показатели. Если говорить о проблеме измерений в бизнесе, то следует упомянуть так называемую систему **сбалансированных** показателей [2,3]. Эта система показателей практически охватывает все ключевые аспекты бизнеса компании.

Подводя итог, следует отметить, что далеко не все специалисты и руководители фирм поддерживают целесообразность управления знаниями. Есть скептики, которые считают, что это – очередная попытка еще раз заработать на давно известных вещах. Как показывает опыт, во многих случаях такой скепсис к новым веяниям вполне обоснован.

Тем не менее, в пользу введения системы «управления знаниями» выступает большая часть специалистов. Один из наиболее известных ученых в области менеджмента П. Друкер (США) сказал: «XXI век будет веком лидерства и роста производительности умственного труда»[26]. Если он прав, то можно с большой уверенностью заявить, что без разработки стратегии эффективного применения знаний для создания новой продукции, процессов и услуг, никакая организация (фирма, компания, предприятие) не может удержаться на мировом рынке в обозримом будущем.

Связь знаний и качества. Существует неразрывная связь между менеджментом качества и менеджментом знаний [34]. Профессионалы качества могут использовать ее для создания в компании механизмов управления знаниями в целях повышения конкурентоспособности.

Ключ к этому – осознание этой связи между менеджментом качества и менеджментом знаний и использование ее для того, чтобы управление знаниями стало более простым и значимым для сотрудников. Тогда работникам легче понять, куда движется компания и зачем. Взаимосвязь между руководителями и сотрудниками упрощается, поскольку направления их усилий по улучшению всем понятны. Руководителям не нужно больше опасаться, что для создания чего-то нового им придется отказаться от предыдущих усилий, ведь новое на самом деле произрастает из хорошо знакомого и привычного старого.

Специалисты в области качества могут использовать инициативы в области менеджмента качества для создания эффективного механизма распространения знаний. Общим в управлении качеством и управлении знаниями является:

- ориентация на потребителя,
- активное вовлечение в деятельность руководителей,
- повышение значимости вовлечения сотрудников,
- анализ данных и информации для принятия правильных решений,
- целенаправленная коммуникация для формирования доверия, распространение знаний, опыта, результатов деятельности и перспективных направлений работ,
- принятие ошибок в качестве основы для обучения,
- самооценка как механизм управления постоянными улучшениями.

Эффективность взаимосвязи качества и знаний во многом зависит от уровня менеджмента качества, на котором находится компания.

На первом уровне компания имеет эффективную систему управления качеством с применением стандартов серии ИСО 9000 новой версии, которая гарантирует наличие последовательности процессов для поставки своим потребителям качественной продукции и услуг.

На втором уровне в компании создается система бизнеса мирового класса, соответствующая, например, критериям американской премии по качеству имени М.Болдриджа. Система бизнеса мирового класса идет дальше гарантий поставок качественной продукции и услуг, охватывая более широкий круг видов и направлений деятельности компании. Стратегическое планирование, знание потребителей, благосостояние служащих, партнерские отношения с поставщиками – вот лишь некоторые из дополнительных процессов, которые должны быть внедрены в компании мирового класса.

На третьем уровне компания признает важность накопленных знаний и активно использует их для получения конкурентных преимуществ. Как компания, активно изучающая передовой мировой опыт, она эффективно функционирует в рамках новых экономических отношений, построенных на знаниях.

Тем не менее, это не единственные методы, которые компания может использовать. Любая система менеджмента качества или система бизнеса мирового класса может работать, если она гибкая и учитывает большинство общих вопросов.

1.2. Методы поиска новых идей и решений

Улучшение качества, непрерывное или прорывное (радикальное), невозможно без решения проблем, связанных со старением и отказами конструкций и процессов, и поиска идей, лежащих в основе новых изделий или принципов их функционирования. Неправильно выбранный путь решения, как и напрасно затраченные усилия, ведут не только к финансовым потерям, но могут привести к потере ниши на рынке товаров и услуг. Поэтому главное

внимание должно быть уделено активизации творческой деятельности, направленной на выбор стратегических методов по созданию или совершенствованию новой продукции. Эти методы должны учитывать также закономерности развития анализируемой или вновь создаваемой системы. Практика показывает, что прежде, чем что-то улучшить, нужно ясно видеть проблему и осознать саму необходимость и целесообразность улучшения [35,36].

Решение любой проблемы предполагает освоение и использование методов поиска новых идей и приобретения знаний и навыков решения творческих задач, в которых нет четкой постановки или отсутствуют примеры решения аналогичных задач.

Попытки сформулировать общие законы творчества предпринимались как отечественными, так и зарубежными учеными. В России комплексная разработка проблемы научно-технического творчества велась под руководством проф. П. К. Энгельмейера в начале 20-го века, когда был создан Институт эвриологии. В своих книгах «Пособие начинающему изобретателю» (1910 г.) и «Теория творчества» (1912 г.) Энгельмейер обратил внимание на существование закономерностей процесса научно-технического творчества и впервые выделил в нем три стадии: замысел, решение и реализация найденной идеи.

Эти перспективные разработки имели продолжение только через тридцать лет в работах А. И. Половинкина и Г. С. Альтшуллера. Последним еще в 40-е годы были заложены основы ТРИЗ, которые успешно развивались Альтшуллером и его учениками. Была создана программа последовательной обработки изобретательских задач, получившая название «алгоритм решения изобретательских задач», которая базируется на использовании законов развития технических систем.

В этот же период пермским инженером-конструктором Ю. С. Соболевым были заложены основы функционально-стоимостного анализа (ФСА). В основе этого метода лежит поиск более экономичных способов изготовления изделия в рамках существующего конструкторского решения. Современная система ФСА, ее организационные принципы, а также средства поддержки и принятия решений, обеспечивающие ФСА, базируется на разработках советских и американских специалистов.

В 1976 г. Половинкиным разработан эвристический алгоритм поиска технических решений в виде линейной последовательности предписаний, предназначенный для обработки информации и принятия решений. По замыслу автора, он должен был стать основой для автоматизации поискового проектирования и конструирования путем построения полностью алгоритмизированного метода. Однако в связи с отсутствием правил синтеза частных алгоритмов, а также обобщенных информационных массивов метод в представленном виде не получил развития.

За прошедшие с этих пор годы были предложены и другие эвристические методы автоматизированного поискового решения задач, но ни одна проблема, требующая творческого подхода, еще не была разрешена автоматической или автоматизированной системой (в том числе и на основе метода

ТРИЗ). Сегодня большинство специалистов, занимающихся эвристическими алгоритмами, признают, что создание новых идей и новых конструкций может происходить только путем интеллектуального коллективного напряжения команды профессионалов в поисковой области.

Большой вклад в разработку новых творческих методов поиска идей и решений внесли японские ученые и инженеры. Следует отметить целые группы методов, которые японские фирмы используют при отработке качества на отдельных этапах жизненного цикла изделия. Группы, как правило, состоят из семи (наиболее любимая японцами цифра) методов. Например, семь стратегических методов, семь методов планирования, семь новых методов проектирования, из которых к творческим можно отнести «бенчмаркинг», «исследование рынка растущих отраслей», «оптимизация ресурсов», «структурирование функции качества (QFD)», «системный анализ», «диаграмму сродства», «граф связей», «дерево связей», «анализ матричных связей».

Наравне с ФСА к методам улучшения качества проектной документации можно отнести весьма распространенный на практике метод «выявления и оценки потенциальных дефектов (FMEA)».

На сегодняшний день в мире разработано множество различных методов и приемов, используемых при постановке задач, сборе, обработке и анализе информации, поиске и генерировании идей и подготовке предложений. Наиболее известная выборка этих методов, проверенных в течение длительного времени практикой, приведена в табл.1.1. Каждый метод представляет собой упорядоченную последовательность основных и вспомогательных эвристических приемов со своими поисковыми особенностями. Причем одни и те же приемы имеют различную эвристическую ценность для разных пользователей.

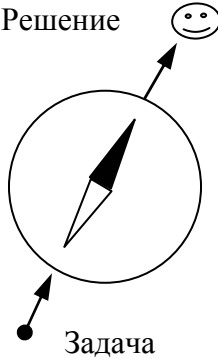
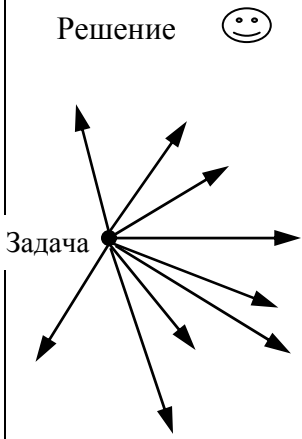
Для более отчетливого понимания потенциальных возможностей методов, приведенных в табл.1.1, необходимо уяснить их эвристические особенности и основные поисковые подходы.

Группа методов на основе проб и ошибок. К этой группе относятся самые древние методы решения задач, суть которых заключается в бессистемном переборе возможных вариантов, но, как правило, в привычном для участников решения проблемы направлении, которое получило название «вектора психологической инерции». Методы этой группы вполне применимы в случае несложных задач, особенно, если за их разрешение берется специалист, владеющий различными методами и имеющий практический опыт решения задач. Методы проб и ошибок в большинстве случаев экономически нецелесообразны, так как на их реализацию обычно уходит много времени и средств.

Группа методов, основанных на психологической активизации творчества. Эвристической особенностью этой группы методов можно считать принцип предпочтения количества идей их качеству на этапе генерирования, который отделен от процесса их оценки. Наибольшее распространение

Таблица 1.1

Методы поиска новых идей и решений

Категория характеристик метода	Наименование метода	Схема решения
а) Направленный поиск	Система поиска нестандартных решений (СПНР) – IdeaFinder Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ): - законы развития изобретательских задач; - алгоритм решения изобретательских задач; - типовые приемы устранения технических противоречий; - стандарты на решение изобретательских задач; - указатель физических, геометрических и химических эффектов. Комплексный метод поиска новых технических решений Метод эвристических приёмов Обобщенный эвристический метод Структурирование функции качества (QFD) Матричный анализ Бенчмаркинг Исследование рынка растущих отраслей Оптимизация ресурсов	 а) направленный поиск решений
б) Систематизированный поиск	Функционально-стоимостный анализ (ФСА) Методика системного анализа функций – FAST Стоимостный анализ Метод поэлементного экономического анализа Функционально-физический метод поискового конструирования Р. Коллера Фундаментальный метод проектирования Э.Мэтчетта Метод организующих понятий Метод синтеза изделий Метод морфологического анализа Метод контрольных вопросов Метод «матриц открытия» Анализ причин и последствий ошибок (FMEA) Граф связей Системный анализ Дельфийский метод Диаграмма Исикава	 б) систематизация перебора вариантов

в) Психологическая активация творчества	Идеальный конечный результат (ИКР) Оператор РВС (размер, время, стоимость) Метод маленьких человечков (ММЧ) Метод фокальных объектов Метод каталога Метод семикратного поиска Синектика Метод музейного эксперимента Приемы аналогий Метод гирлянд ассоциаций и метафор Конференция идей Корабельный совет Теневая «мозговая атака» Обратная «мозговая атака» Прямая «мозговая атака» Переформулирование проблемы Разрушение стереотипов Диаграмма сродства Дерево связей	в) более хаотичный перебор вариантов (по сравнению со схемой г), повышающий эффективность перебора вариантов и позволяющий исключить инерционную направленность поиска
г) Метод проб и ошибок		

на практике из методов этой группы получили методы, основанные на принципе «мозгового штурма». Эта группа методов требует максимальной концентрации интеллектуальной энергии.

Группа методов систематизированного поиска. Систематизированный поиск позволяет упорядочить перебор вариантов и увеличить их число, основанное на использовании различных аналитических подходов – системного, функционального и их сочетания. Наиболее известен из методов этой группы метод морфологического анализа. Основная идея этого метода заключается в комбинаторике всех возможных вариантов реализации объекта с требуемой главной функцией. Методы активизации перебора вариантов наиболее ярко выражают суть технологического решения творческих задач, впервые показавшего на практике возможность управления творческим процессом. Однако область применения этих методов ограничена, так как их трудно использовать при решении сложных технических задач – они не гарантируют получение оптимального решения, потому что нет критериев оценки полученного результата.

Группа методов направленного поиска. Эти методы близки к алгоритмическим методам. Процесс решения практически превращается в точ-

ную науку, когда происходит переход от методов активизации перебора вариантов к современной ТРИЗ. Возможности ТРИЗ гораздо шире известных методов решения задач, большинство из которых расширяет поле поиска возможных решений (систематическое в случае морфологического анализа и несистематическое в случае мозгового штурма). ТРИЗ – метод инженерного творчества, он вырабатывает диалектическое мышление, развивает творческое воображение, выявляет закономерности развития техники, позволяет овладеть системой стандартных решений и уменьшить размеры поискового поля. Вместе с этим этот метод не формирует условия для генерации новых идей.

Инструментом ТРИЗ является алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ). Принимая во внимание, что алгоритм может быть инструментом при решении любых творческих задач, в которых можно учесть материальные и временные ресурсы, раскроем его возможности и содержание подробнее [36]. АРИЗ обладает следующими возможностями и ограничениями:

- служит стержнем, объединяющим весь инструмент ТРИЗ,
- применяется для решения сложных нестандартных задач,
- является комплексной программой обработки задач и подключения соответствующих инструментов для их решения,
- основывается на законах развития техники,
- включает три основные части: программу (шаги), специальный информационный фонд, операторы управления психологическими факторами,
- выводит решения на идею, а не на конкретное исполнение,
- является меняющимся, развивающимся алгоритмом,
- не относится к машинным или математическим алгоритмам, так как это алгоритм в широком смысле – каждый следующий шаг является продолжением предыдущего,
- не гарантирует решения любой поставленной цели.

Можно добавить, что, в отличие от многих других творческих методов, осуществляющих поиск максимального числа идей, АРИЗ направлен на получение одного решения. Алгоритм базируется на следующих основных принципах:

- принцип диалектической логики (выявление и устранение противоречий),
- принцип административного противоречия (наличие нежелательных эффектов при невозможности их устранения известными способами),
- принцип технического противоречия (недопустимое по условиям задачи ухудшение одного параметра при попытках улучшить другие),
- принцип идеальности решения (вытекает из закона повышения степени идеальности технических систем),
- принцип минимальности изменений, вносимых в техническую систему (все остается, как было или упрощается, а недостаток устраняется),
- принцип системности (многократности) рассмотрения (всестороннее исследование объекта с использованием компонентного, структурного, параметрического, функционального и генетического видов анализа),

- принцип преодоления психологической инерции (применение средств управления психологическими факторами).

Структурно-функциональная схема алгоритма приведена на рис.1.1.

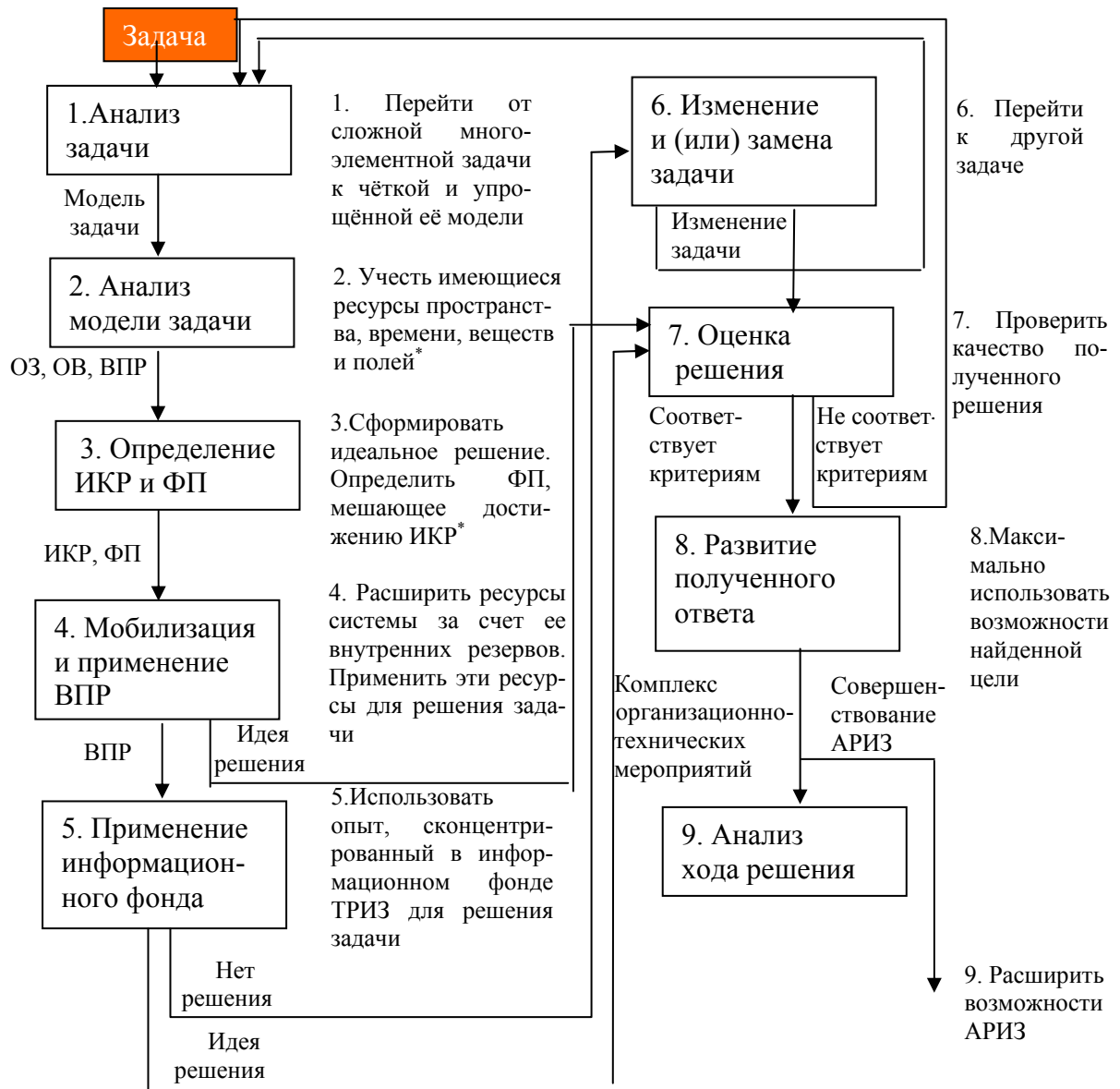


Рис. 1.1.. Структурно-функциональная схема АРИЗ: ФП – физическое противоречие, ОЗ – оперативная зона, ОВ – оперативное время, ВПР – вещественно-полевые ресурсы, ИКР – идеальный конечный результат

В настоящее время можно считать доказанным, что не существует единого метода в виде заранее заданной последовательности шагов для эффективного решения всех типов задач. Однако следует признать, что интеграция или сочетание различных методов позволяют решить практически любые задачи, стоящие перед разработчиками. Но это требует подготовки специалистов, владеющих самыми различными методами творческого мышления, которые могли бы работать с разработчиками в одной команде в процессе создания или совершенствования продукции.

Как правило, решение чаще всего лежит на поверхности проблемы, его остается только «увидеть». Но, как показывает практика, требуется интеллектуальное напряжение целого коллектива, множественная интуиция, чтобы найти это решение и адаптировать его к ситуации.

Дальнейшее развитие инженерного творчества невозможно без применения компьютерных средств поддержки. В последнее время возможности методов поиска новых идей и решений были существенно расширены за счет создания интеллектуальных компьютерных систем, позволяющих с высокой производительностью находить нетривиальные решения по созданию новых или совершенствованию имеющихся продуктов, услуг и технологий.

К одному из таких средств компьютерной поддержки можно отнести «систему поиска нестандартных решений (Idea Finder)», которая позволяет в короткие сроки находить нестандартные решения сложных изобретательских задач, как в технике, так и в бизнесе. Система основана на психологии мышления человека, общих закономерностях развития систем и имеет уникальную базу данных на электронных носителях.

Несмотря на непрерывное приращение во времени интеллектуального потенциала, в мире постоянно ощущается острая нехватка «решателей» проблем, способных не только устранить отдельные недостатки, но и решать задачи в различных областях науки, техники и экономики. Одновременно необходимо отметить, что обучение основам инженерного творчества, навыкам решения творческих задач, в которых нет готовой постановки и неизвестен метод поиска и решений, в нашей стране находится на недопустимо низком уровне. В то же время именно российским предприятиям еще только предстоит в жесткой конкурентной борьбе завоевывать место на мировой рынке товаров и услуг. Следует всегда помнить, что экономическая мощь страны находится в прямой зависимости от интеллектуального потенциала ее граждан, а не от объемов запасов минерального сырья.

2. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ

2.1. Структурирование функции качества

Структурирование функции качества (Quality Function Deployment – QFD) является одним из наиболее эффективных методов (инструментов) качества. Это даже не столько метод, сколько методология обеспечения гарантированного качества с первой стадии создания и развития нового изделия или продукта.

Этот метод изобретен в Японии и впервые был применен на практике в 1966 году на фирме Matsushiba Electric, где получил название «План обеспечения качества». Наибольший вклад в развитие этого метода внесли японские ученые Д. Акао и С. Мизуно, систематизировавшие основные идеи и проблемы применения метода. В 1983 году методология структурирования (в многочисленной литературе практикуют выражение «развертывание») функции качества впервые была представлена в США, а несколькими годами позже – и в Европе.

В 90-х годах, благодаря публикациям Ю. Адлера, с этим методом познакомились и российские специалисты в области качества. Вначале метод использовался только в машиностроительной отрасли, а на сегодняшний день получил распространение в строительстве, электронике, пищевой и текстильной промышленности, в производстве услуг и др.

Структурирование функции качества (СФК) – это систематизированный путь развертывания нужд и пожеланий потребителя через структурирование функций и операций деятельности компании по обеспечению такого качества на каждом этапе жизненного цикла вновь создаваемого продукта, которое бы гарантировало получение конечного результата, соответствующего ожиданиям потребителя [3,18,28,43,55,56,60,61]. Успех реализации этого метода зависит от соответствия «воображаемого» производителем качества создаваемого продукта ожиданиям потребителя. При этом производитель в процессе формирования «воображаемого» качества должен в первую очередь иметь четкое представление о «профиле качества» создаваемого продукта.

Профили качества.

«Профиль качества» - модель, предложенная Н. Кано (Япония), которая включает три составляющих профиля качества: базовое, желаемое и требуемое. На рис.2.1 представлена типичная зависимость степени удовлетворенности потребителя от степени реализации ожидаемых им параметров качества в предлагаемом ему продукте.

Профиль базового качества – совокупность тех параметров качества продукта, наличие которых потребитель считает обязательным, то есть «само собой разумеющимся». Об этих параметрах потребитель не считает даже необходимым говорить производителю. Примеры таких параметров:

- гарантии безопасности пассажирских транспортных средств,

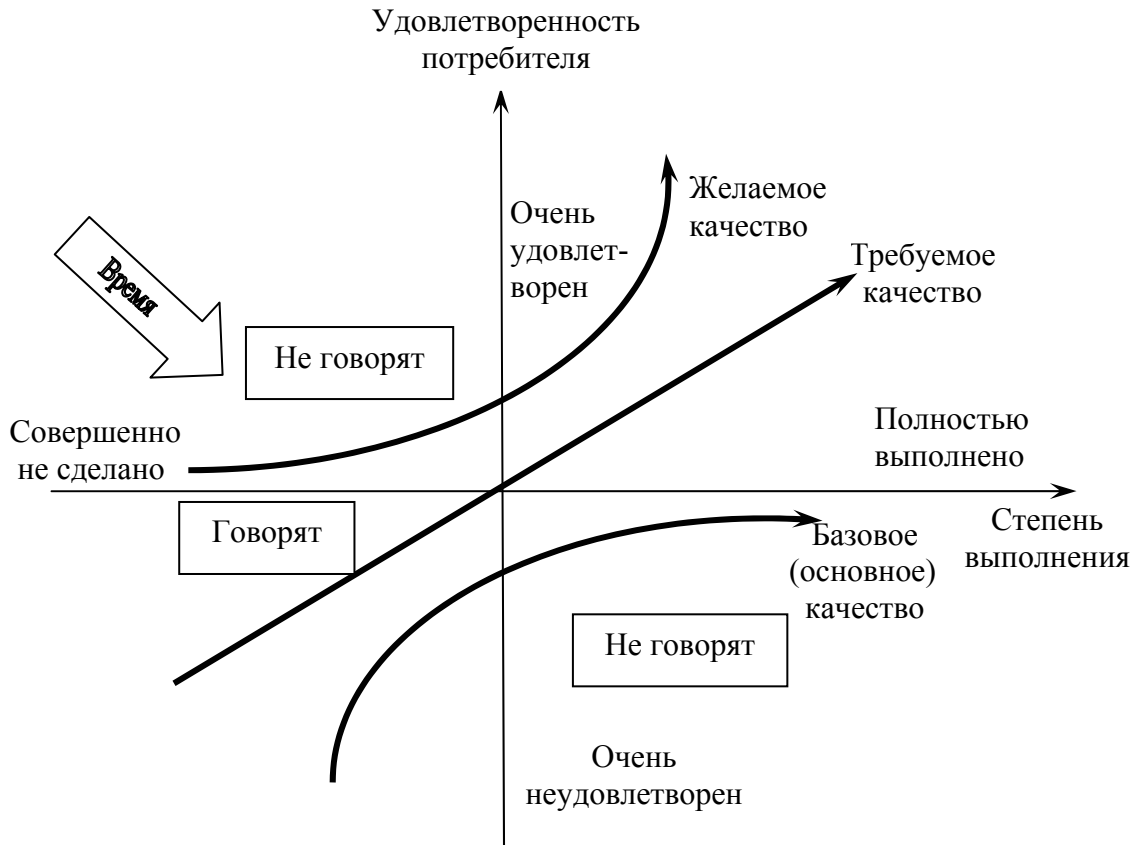


Рис. 2.1. Степень удовлетворенности массового потребителя в зависимости от профиля воображаемого производителем качества продукта

- безошибочность операций со счетами в банке и т.д.

Производитель должен помнить, что базовые показатели качества не определяют ценности продукта в глазах потребителя. Производитель рискует своим имиджем и бизнесом, если он не уделяет надлежащего внимания базовым показателям качества продукта.

Профиль требуемого качества – это совокупность показателей качества, представляющих собой технические и функциональные характеристики продукции. Они показывают, насколько продукт соответствует тому, что было задумано. Именно эти показатели качества обычно рекламируются и гарантируются потребителям. Примеры технических параметров:

- бесшумность, малое потребление горючего автомобилем,
- быстродействие и память компьютера,
- скорость и точность услуг городского транспорта,
- эффективность лекарств и т. д.

Примером функциональных характеристик являются, например, функции, выполняемые электронным прибором, функции управления автомобилем и т.д. Удовлетворенность потребителя возрастает, когда значения параметров качества предлагаемого ему продукта выше, чем ожидалось. Неудовлетворенность появляется том случае, когда требуемые показатели качества

продукта ниже ожидаемого потребителем уровня (обычно соответствующего среднему уровню рынка).

Совершенствование функциональных и технических характеристик продукта требует постоянного внимания маркетинговых служб и вовлечения адекватных ресурсов производителя, чтобы продукт оставался конкурентоспособным.

Профиль желаемого качества – это группа показателей качества, представляющих для потребителя неожиданные (скрытые) ценности предлагаемого ему продукта, о наличии которых он мог только мечтать. Учет в предлагаемом продукте желаемых параметров качества является хорошим индикатором потенциальных возможностей производителя и создает благоприятные условия для прорыва на рынок, дальнейшего улучшения продукта, опережения возможных конкурентов.

Особенность желаемых параметров качества состоит в том, что потребитель не должен придумывать их сам, он их не требует, но высоко оценивает их наличие. Примеры продуктов с желаемыми показателями качества:

- телевизоры – цветные,
- телефоны - мобильные,
- контейнеры - самоизмеряемые и т.д.

Желаемые параметры качества продукта должны быть недоступны конкурентам по возможности на длительное время.

Производитель должен помнить, что рассматриваемые профили качества *очень изменчивы*. Сегодня – это желаемые параметры качества, а завтра – требуемые. К этому производитель должен быть готов и работать по постоянному улучшению качества продукта.

Технология метода QFD.

Технология метода требует совместного участия специалистов отдела маркетинга и конструкторского отдела, в связи с чем его реализация возможна как на завершающем этапе маркетинговых исследований, так и на начальном этапе проектирования изделия. Метод QFD является экспертным, в нем использованы специфические табличные формы представления данных, получившие название «Дом качества» (рис. 2.2). Технология метода не требует на каждой стадии обязательного построения «дома», поэтому для упрощения изложения нами использован ряд обычных по форме таблиц.

Процесс структурирования функции качества складывается из нескольких стадий. Выделим основные (ключевые):

- уточнение требований потребителя,
- выделение приоритетных потребительских требований,
- перевод требований потребителя в характеристики продукта,
- выявление тесноты связи (корреляции) между степенью удовлетворения потребительских требований и величиной характеристик продукта,
- построение профиля коэффициента корреляции,
- установление тесноты связи (корреляции) между самими характеристиками продукта,
- построение профиля компании на товарном рынке,



Рис. 2.2. Составляющие различных частей (комнат) «Дома качества» (The Quality House)

- выбор параметров качества продукта по техническим и экономическим возможностям компании,
- определение характеристик для технического задания на проектирование продукта.

Уточнение требований потребителя. В целях разработки и выпуска конкурентоспособной на данном рынке продукции определенного назначения компания проводит опрос (в устной или письменной форме, индивидуально или в коллективе) потребителей на предмет выявления их требований к новой продукции, которая в максимальной степени способна удовлетворить их пожелания. Эта процедура обычно называется «услышать голос потребителя». Приобщение потребителя к процессу создания нового продукта является важнейшим условием его будущей реализации.

Потребитель обычно высказывает свои пожелания в абстрактной форме, например, «экономичный автомобиль», «комфортная квартира», «удобный костюм» и т.д. Задача производителя состоит в том, что с помощью различных социальных инструментов развернуть (преобразовать) высказанные в абстрактной форме пожелания в конкретные требования, несущие инте-

гральную ценность продукта. Так, например, «голос потребителя», высказанный в виде пожелания - экономичный автомобиль, можно преобразовать в следующие требования: низкая цена, низкая стоимость проезда, малый расход бензина и т.д. Таким образом, на первой стадии технологии QFD производителю необходимо ответить на вопрос: «Что делать?».

Выделение приоритетных потребительских требований. Количество высказанных пожеланий потребителя, а, следовательно, и развернутых требований, может быть достаточно обширным. Более того, эти требования часто бывают противоречивыми. Учесть все требования практически невозможно, так как это связано со значительным увеличением затрат и сроков разработки продукта. Поэтому целесообразно выбрать наиболее важные и чаще других встречаемые пожелания потребителя.

Оценку важности (веса, рейтинга) того или иного требования, как правило, возлагают на того же потребителя, так как его слово- закон для производителя. Оценивание производится методом парных сравнений требований между собой [68]. При этом можно применить правило Парето, по которому считаются важными требования, составляющие около 85% от всего количества высказанных пожеланий (по мере снижения частоты упоминаний). Суммарный вес важных (оставшихся) потребительских требований должен быть равен единице (100%).

В табл. 2.1 на примере требований к качеству функционирования дверцы автомобиля показан принцип последовательного уточнения пожеланий и конкретных требований.

Таблица 2.1

Требования к дверце автомобиля

	Вес		Вес		Вес
хорошее функционирование и использование дверцы	1,0	легко открывать и закрывать	0,35	легко закрывать снаружи	0,20
				легко открывать снаружи	0,15
				легко открывать изнутри	0,15
				легко закрывать изнутри	0,15
				отсутствие отдачи	0,20
				остается открытой в установленной позиции	0,15
		окно действует удобно	0,20	легкость достижения ручки	0,20
				легкость схватывания ручки	0,15

				удобное ручное управление	0,30
				вытирается насухо	0,15
				действует быстро	0,20
		удобно закрывать дверцу	0,30	маховик внутреннего замка действует легко	0,35
				ключ действует легко	0,30
				не замерзает	0,35
		не пропускает воду	0,15	не дает течь	0,60
				не капает с открытой двери	0,40

Перевод требований потребителей в общие характеристики (показатели качества) продукта. Задача этой стадии технологии QFD - найти ответ на вопрос «Как делать?», то есть, какими показателями качества продукта обеспечить выполнение потребительских требований. Например, требование «низкая стоимость пробега автомобиля» может быть удовлетворено за счет таких характеристик, как «расход бензина на 100 км пробега», «частота отказов», «средний срок службы автомобиля». Основная сложность выбора характеристик заключается в том, что на разные потребительские требования одна и та же характеристика может влиять как положительно, так и отрицательно. Важно при этом выбирать такие характеристики продукта, которые в своем большинстве были бы измеряемы. Только при таком условии можно успешно обеспечить оптимизацию каждого требования и достижение поставленной цели. Если большинство характеристик окажутся не измеряемыми, то целесообразно продолжить поиск наиболее приемлемых из них.

Занесем в табл. 2.2 основные потребительские требования, их вес (рейтинг) и возможные характеристики дверцы автомобиля, эффективно обеспечивающие удовлетворение приведенных требований.

Обозначения в табл. 2.2: R – рейтинг; X1 – усилие, закрывающее дверь; X2 – усилие, открывающее дверь; X3 – сила тяги; X4 – усилие открытия замка дверцы; X5 – усилие, затрачиваемое на поворот ключа; X6 – усилие, прикладываемое к рукоятке; X7 – усилие для открытия окна вручную; X8 – проверка на герметичность.

Выявление тесноты связей между степенью удовлетворения требований и величиной характеристики продукта. На четвертой стадии требуется выявить тесноту связи между вопросами «что?» и «как?». Теснота этой связи зависит от того, насколько существенный вклад вносит та или иная характеристика продукта в удовлетворение конкретного пожелания потребителя, так же в какой мере компания может отреагировать на потребительские требования более эффективными (по величине) характеристиками. Для этого по каждой характеристике для каждого требования проводим корреляционный анализ их взаимодействия (рис. 2.3) и оцениваем примерный коэффициент корреляции и направление линии регрессии. При высокой тесноте связи

принимая коэффициент корреляции (по абсолютной величине) равный 1, если корреляция не очень велика, то $-1/2$, а при отсутствии корреляции – 0. Направление линии регрессии оцениваем знаками «плюс» и «минус», то есть при отрицательной регрессии степень удовлетворения требования потребителя увеличивается при уменьшении величины характеристики, а при положительной регрессии – при увеличении величины характеристики.

Таблица 2.2

Теснота связей

№ п/п	Требования потребителя	R	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	Легко закрывать и открывать дверцу	0,35	-1	-1	-1/2	1/2	0	0	0	1/2
2	Удобно закрывать дверцу на замок	0,30	0	0	0	-1	-1/2	0	0	0
3	Окно дверцы действует удобно	0,20	0	0	0	0	0	-1	-1	0
4	Дверца герметична (не пропускает воду)	0,15	1/2	1/2	0	0	0	0	0	1
		r _{ксj}	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,3
	Профиль корреляции	+								
		-	○	○	○	○	○	○	○	○

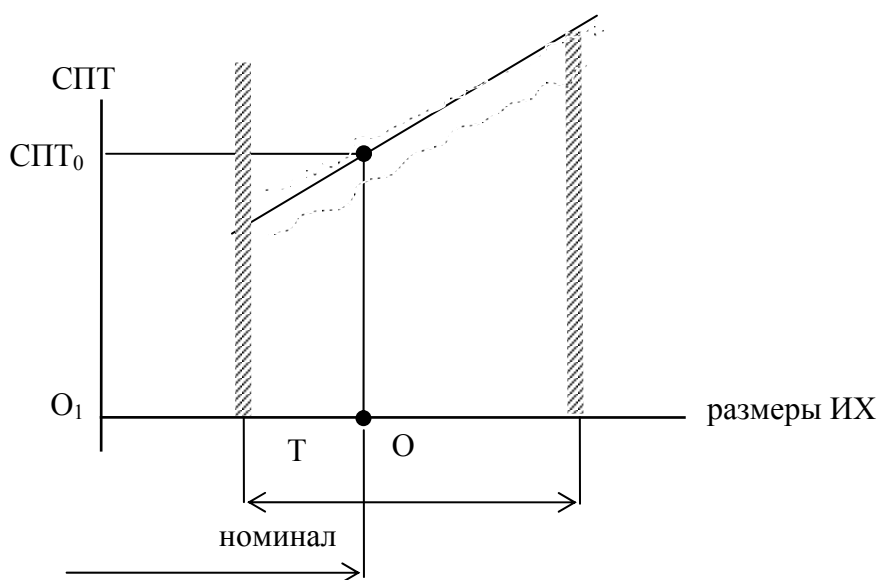


Рис. 2.3. Стохастическая зависимость степени удовлетворения потребителя (СПТ) от изменения величины инженерной характеристики (ИХ): Т – поле действия инженерной характеристики, О – номинальное значение характеристики

Например, если коэффициент корреляции равен $-1/2$, то это означает, что теснота связи невелика, а степень удовлетворения потребителя растет с

уменьшением величины характеристики. Данные по величине коэффициентов корреляции занесем в табл. 2.2.

Построение профиля коэффициентов корреляции. Учитывая, что для каждого потребительского требования не может быть отдельной характеристики, проводим расчет средневзвешенного значения коэффициента корреляции отдельно для каждой характеристики продукта по формуле

$$r_{kcj} = \sum_{i=1}^n R_{пi} \cdot r_{kij},$$

где r_{kcj} – средневзвешенное значение коэффициента корреляции j -й характеристики,

$R_{пi}$ – рейтинг (вес) i -го потребительского требования.

r_{kij} – величина коэффициента корреляции между i -м требованием и j -й характеристикой,

n – количество потребительских требований.

Занесем полученные средневзвешенные значения коэффициентов корреляции по каждой характеристике продукта в нижнюю часть (подвал) табл. 2.2. При этом нулевые значения r_{kcj} откладываются на центральной линии, а (+1) и (–1) соответственно на верхней и нижней границах графика. Ломаная линия их значений называется «профилем коэффициентов корреляции».

Установление тесноты связи между самими характеристиками. В целях принятия более осмысленных решений при выборе характеристик, целесообразно выявить между ними наличие корреляции. При высокой тесноте связи между двумя характеристиками можно в дальнейшем использовать в методе QFD только одну из них, что значительно снизит сроки и затраты при разработке технического задания. Зависимость между характеристиками определяется методом парных сравнений, то есть через примерные значения коэффициентов корреляции (1, 1/2, 0, -1/2, -1), в которых знаки указывают направление (положительное или отрицательное) соответствующих линий регрессии (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Теснота связи парных характеристик

\	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	*	1/2	1/2	0	0	0	0	1/2
X2	1/2	*	1/2	0	0	0	0	1/2
X3	1/2	1/2	*	0	0	0	0	0
X4	0	0	0	*	1/2	0	0	0
X5	0	0	0	1/2	*	0	0	0
X6	0	0	0	1/2	0	*	1	0
X7	0	0	0	0	0	1	*	0
X8	1/2	1/2	0	0	0	0	0	*

Обозначения в табл. 2.3 такие же, как в табл. 2.2.

Анализируя данные табл. 2.3, можно отметить, что за исключением характеристик X6 и X7 остальные характеристики можно принять независимыми. Что касается X6, то при наличии автоматического закрытия окна, эта

характеристика должна иметь место, а при ручном закрытии окна – она лишняя.

При заполнении «дома качества» одна из симметричных частей этой таблицы (по диагонали) помещается наверху «дома», как бы являясь его крышей.

Построение профиля компании на рынке. Очевидно, что при разработке показателей качества любая компания сравнивает свои показатели с аналогичными показателями конкурентов, то есть проводит бенчмаркинг. В зависимости от ниши на рынке, которую занимает компания-разработчик нового продукта, она, прежде всего, должна равняться на ближайших соседей-конкурентов, занимающих «верхнюю» и «нижнюю» нишу рынка (по доле продаж). Стратегическая задача компании, выпускающая на рынок новое изделие, - не только сохранить место на рынке, но и обогнать своего верхнего (как минимум) соседа.

Допустим, что для каждого потребительского требования имеется пяти-балльная шкала оценки: чем больше балл, тем выше оценка потребителем данного требования. Путем экспертной оценки определим положение каждого потребительского пожелания на указанной шкале, как продукции выпускающей компании, так и ее ближайших соседей (табл. 2.4).

Ломаная линия, характеризующая положение степени удовлетворенности потребителем каждого требования к продукции компании по сравнению с конкурентами, называется «профилем компании (или фирмы) на рынке».

На ломаной линии (табл. 2.4) компания, выпускающая новое изделие, обозначена значком «□», а значками «■» и «▲» — ближайшие конкуренты сверху и снизу соответственно.

Таблица 2.4

Профиль компании

	Требования потребителя	I	II	III	IV	V
1	Легко открывать и закрывать дверцу			▲	□	■
2	Удобно закрывать дверцу на замок			■	□	▲
3	Окно дверцы действует удобно		▲	□	■	
4	Дверца герметична (не пропускает воду)			▲	□	■

Сравнивая оценки степени удовлетворения требований новой продукции и продукции конкурентов на рынке, можно выявить направления совершенствования проектируемой продукции.

Выбор характеристик (показателей качества) продукта в зависимости от технических и экономических возможностей компании. Все предшествующие стадии технологии QFD были выполнены для подготовки к выбору наиболее эффективных показателей качества продукта. Проблема

выбора оптимальной характеристики продукта связана с двумя противоречивыми факторами – экономичностью изготовления нового продукта (изделия) и его качеством (техническим совершенством). Очевидно, что чем технически сложнее и совершеннее конструкция изделия, тем больше средств пойдет на его изготовление. Эта проблема каждый раз встает перед любой компанией при разработке новой продукции. Как найти компромисс между качеством и стоимостью?

Эта задача решается следующим образом. Сначала группа экспертов на основании результатов четвертой стадии технологии с учетом данных таблиц 2.2, 2.3 и 2.4 определяет величину характеристик, в наибольшей степени удовлетворяющих потребительские требования. Экспертная техническая оценка характеристик производится по 10-балльной шкале. При этом, чем легче технически реализовать выбранную характеристику, тем ниже балл. Другая группа экспертов производит экономическую оценку выбранных характеристик также по 10-балльной системе. При этом, чем выше балл, тем дороже их реализация.

Определение характеристик для технического задания на проектирование продукта. На последней стадии технологии QGD заполняется таблица 2.5, в которую сводятся следующие данные по каждой характеристике:

первая строка – размерность характеристики,

вторая строка – значения аналогичных характеристик продукции ближайшего сверху конкурента,

третья строка – значения аналогичных характеристик продукции ближайшего снизу конкурента,

четвертая строка – предварительные значения характеристик нового продукта, намеченного к выпуску,

пятая строка – экспертная оценка технической возможности достижения предварительных значений характеристик,

шестая строка – экспертная оценка экономической возможности достижения предварительных значений характеристик,

седьмая строка – принятые значения характеристик продукта, намеченного к выпуску.

Таблица 2.5

Итоговая таблица характеристик качества

№ строки	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

Данные седьмой строки являются основой технического задания (ТЗ) на проектирование продукта. Принято считать, что эта строка (при разработке ТЗ на все изделие) заполняется первым руководителем компании, который берет на себя ответственность за величину выбранных характеристик. Это, конечно, не так. Действительно, от величины этих характеристик, т.е. показателей качества, во многом зависит экономическое будущее компании и ее коллектива. Формирование показателей качества технического задания на продукцию требует исключительно профессионального подхода всех технических и экономических служб компании. Но последнее слово, несомненно, остается за первым руководителем.

При формировании ТЗ на дверцу автомобиля, вероятно, достаточно утверждающей подписи главного конструктора, но следует отметить, что при массовом выпуске продукции недоработка в любом элементе изделия может сказаться катастрофически на экономическом состоянии всей компании.

Структурирование функции качества дверцы автомобиля заканчивается тем, что все приведенные выше таблицы складываются в «Дом качества» (см. рис. 2.2).

Объекты структурирования функции качества. Полностью развернутая функция качества включает четыре этапа, на которых отслеживается «голос потребителя» (рис. 2.3):

- проектирование продукта (Product Planning),
- проектирование элемента продукта (Design Deployment),
- проектирование процесса (Process Planning),
- проектирование производства (Production Planning).

Этап 1. На этом этапе требования и пожелания потребителя с помощью «Дома качества» трансформируются в характеристики (параметры качества) **продукта** (изделия). Конечным результатом первого этапа должна быть идентификация важнейших характеристик продукта, соответствующих ожиданиям потребителя и обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке.

Этап 2. На этом этапе должны быть также с помощью «дома качества» идентифицированы наиболее важные (критичные) части и **компоненты продукта**. Так, например, если на первом этапе выявляются характеристики автомобиля в целом, то на втором этапе выявляются характеристики важнейших агрегатов, узлов и даже ответственных деталей (базовых) автомобиля. Результаты структурирования функции качества на каждом этапе должны сопровождаться работами, обеспечивающими обратную связь с мнением потребителя.

Этап 3. На этом этапе свойства (параметры качества) продукта и его компонентов трансформируются в конкретные **технологические процессы**, обеспечивающие изготовление продукта с заданными свойствами. Этот этап QFD предусматривает идентификацию важнейших (критичных) параметров каждой операции и выбор методов их контроля.

Этап 4. На этом этапе разрабатываются производственные инструкции и выбираются **инструменты контроля качества** производства продукта. Ин-

струкции должны предусматривать возможность совершенствования работы контролеров в зависимости от того, сколько и как часто должны проводиться контрольные замеры, а также какое измерительное оборудование при этом применяется.

Таким образом, QFD используется для совершенствования планирования продукта и процесса его производства. Развертывая качество на начальных этапах жизненного цикла продукта в соответствии с нуждами и пожеланиями потребителя, удастся избежать корректировки качества продукта после его появления на рынке, и, следовательно, обеспечить высокую ценность и одновременно низкую стоимость продукта.

«Дом качества» строится на каждом этапе QFD. При этом характеристики объекта более высокого этапа становятся требованиями нижестоящего этапа.

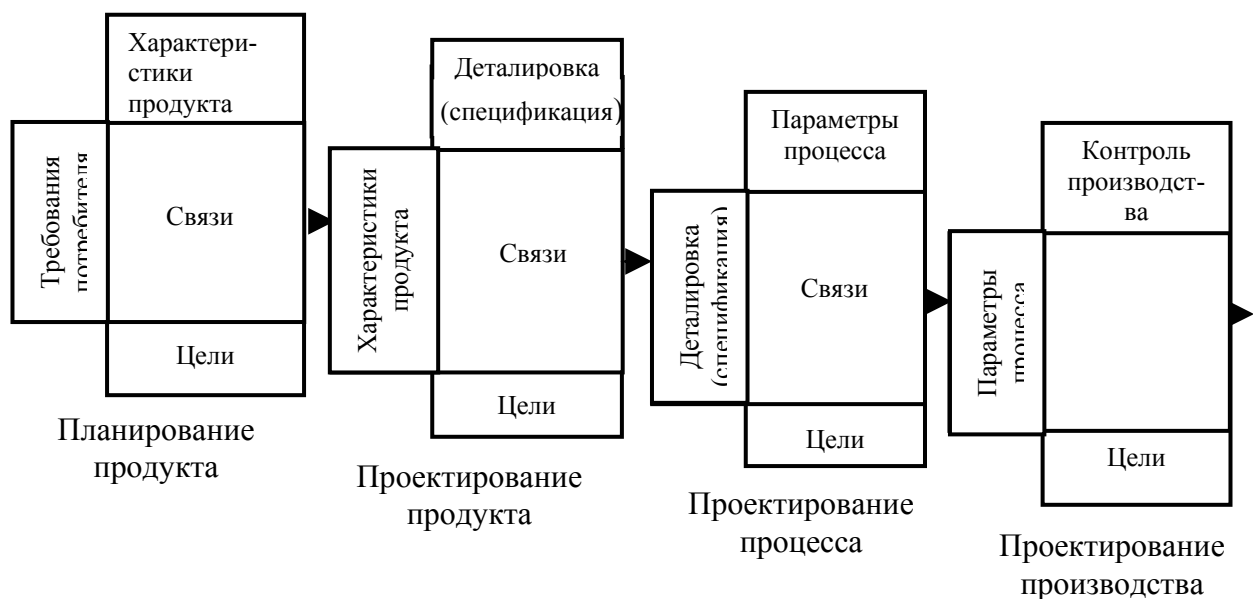


Рис. 2.4. Четыре этапа QFD

2.2. Управление проектными рисками

Понятие о рисках. Категории «неопределенность» и «риск» играют огромную роль в окружающем мире и в экономике, в частности. Будучи неотъемлемой составной частью условий хозяйственной деятельности, неопределенность лежит в основе сложных и важных экономических явлений, связанных с созданием продукции [6,15,30,40].

Многообразие ситуаций и проблем, возникающих на предприятиях разного уровня и профиля деятельности, порождает стремление обозначить каждый источник неопределенности своим риском. При создании и освоении новых высокотехнологических изделий риски можно разделить на технические и коммерческие (экономические).

К техническим относятся следующие риски:

- отрицательных результатов научно-исследовательских работ,

- неполучения запланированных технических параметров продукции в ходе реализации проекта,
- опережения инновациями технического уровня и технологических возможностей проектирования, производства или эксплуатации продукции.

Технические риски оцениваются в основном экспертно и могут быть уменьшены главным образом путем привлечения к инновационным технологиям информационного потенциала, контрагентов, владеющих передовыми технологиями, или высококвалифицированных специалистов, работающих в данных отраслях техники.

К коммерческим относятся следующие риски:

- неправильного выбора экономических целей проекта,
- необеспечения проекта в должном объеме финансированием,
- несоблюдения запланированных сроков выполнения проекта,
- неоправданных закупок сырья, материалов, комплектующих,
- непредвиденной предприятием (фирмой) конкуренции на рынке,
- несоблюдения прав собственности по проекту.

Коммерческие риски можно разделить на две группы:

- финансовые риски (невозврат кредита; непредвиденное изменение процентной ставки; неплатежеспособность покупателей; рост цен на сырье, материалы, комплектующие и т.п.),
- риски, связанные непосредственно с хозяйственной деятельностью предприятия (изношенность оборудования; отсутствие резерва мощностей; нестабильность качества сырья и материалов и т.п.) [23].

В дальнейшем основное внимание будет уделено техническим рискам.

Общий подход к исследованию рисков. Переход от плановой экономики к рыночной и последовавшая за этим трансформация системы хозяйствования российских предприятий инициировали значительное число инвестиционных проектов и программ. Отсутствие сформировавшейся рыночной инфраструктуры и необходимых знаний, недостаточный опыт работы в современной экономике предопределили такие условия и среду осуществления проектов, при которых резко возросли неопределенность и риски их реализации [5].

В СССР вопросам управления рисками при оценке жизнеспособности проектов не уделялось должного внимания, и сам термин «риск» практически не использовался. Практические и теоретические исследования в этой области ограничивались обеспечением необходимого уровня надежности технических систем. При этом публично не обсуждалось и не принималось во внимание, что всякое отклонение надежности систем от единицы необратимо приводило к риску отказа системы с непредсказуемыми последствиями. Невыполнение проекта с требуемым уровнем надежности относили не к вероятностным факторам, а к субъективным.

В последние годы отношения к проблемам управления рисками стало меняться, хотя и сегодня при осуществлении проектов нет еще ясных ответов на ряд вопросов, в том числе:

- какие рисковые события возникают в ходе осуществления проекта? Как они взаимосвязаны между собой и основными элементами проекта? Какие основные причины риска?

- какие воздействия оказывают рисковые события на проект? Каковы их вероятностные характеристики и степень негативного воздействия? Какие из рисковых событий представляют наибольшую опасность?

- каким образом может быть снижена степень негативных последствий рисковых событий? Какие компенсационные механизмы должны быть задействованы?

Все это приводит к противоречивой и неадекватной оценке действительных условий осуществления проектов. И как следствие, высокая рискованность осуществления российских проектов ограничивает к ним интерес зарубежных инвесторов и сдерживает инвестиционную активность.

В рыночной экономике проблеме риска всегда уделялось большое внимание, учитывая исключительную важность влияния риска на успех проекта. Первые публикации в этой области появились в 60-е годы. С годами интерес к этой проблеме вырос неизмеримо. Следует отметить, что в первые работы по данной тематике носили в основном теоретический характер, а в последующие – более прикладной характер (табл. 2.6).

Идентификация рисковых событий. Цель идентификации рисков – установление перечня рисковых событий, действительно уже возникших в ходе реализации анализируемых, завершенных проектов. На этапе идентификации осуществляется сбор и первичная обработка значительного объема исходных данных. Главным результатом обработки является множество рисковых событий, которые в дальнейшем классифицируются и оцениваются. Идентификация рисков фактически создает информационную базу для управления рисками.

Для проведения идентификации рисков важно выбрать источники информации. Основными источниками рисков обычно принимаются:

плановая документация (справочники, договорная документация),

Таблица 2.6

Основные понятия управления рисками

Риск	Управление рисками
Качественное определение риска: возможность воздействия на проект и его элементы непредвиденных событий, которые могут нанести определенный ущерб и препятствовать достижению цели проекта	Общее определение: наука и искусство идентификации, анализа факторов риска и откликов на них по всему жизненному циклу проекта во благо его целей
Количественное определение риска: риск представляет собой функцию вероятности наступления рискового события и степени его негативного влияния, которое будет оказано на проект этим событием	Основные шаги управления: - идентификация риска, - оценка риска, - реакция (отклик) на риск

Факторы риска: - рисковое событие, которое может нанести ущерб проекту, - вероятность наступления рискового события, - размер потерь в результате наступления рискового события	Управление рисками: - на всех стадиях и этапах проекта, - функциональная зависимость между уровнем риска и другими Окончание табл. 2.6 - использование опыта прошлых проектов для успешного осуществления будущих проектов
--	---

- текущая документация (отчеты, дневники проекта, переписка между участниками проекта),
- результирующая документация (дополнительные требования заказчика, итоговые отчеты).

Для регистрации рисков может быть разработан стандартизированный формуляр, который включает следующие позиции:

- полное наименование проекта,
- наименование выявленного рискового события и его порядковый номер,
- элементы проекта, на которых отразилось рисковое событие,
- стадия жизненного цикла проекта, на которой произошло рисковое событие,
- перечень возможных причин и последствий рискового события,
- ссылки на документацию проекта.

Правильное ведение стандартизированного формуляра с описанием каждого выявленного рискового события позволяет системно подойти к идентификации рисков, установит разграничение между рисковыми событиями, чтобы в дальнейшем выполнить их детальный анализ.

Классификация рисковых событий. Цель классификации рисков – установление причинно-следственных связей рисковых событий, а также взаимосвязи рисковых событий со стадиями жизненного цикла и структурным планом проекта.

Классификация рисков по причинно-следственным связям. Обычно проводится по иерархической системе. Сначала классифицируемое множество объектов делится по некоторому выбранному признаку на типы. Затем каждый тип по выбранному признаку делится на классы. Далее аналогично каждый класс делится на группы, а группы – на подгруппы и т.д. Таким образом, схема иерархической системы классификации имеет вид дерева, вершиной которой является классифицируемое множество объектов, сам процесс классификации – многошаговый. Для деления рисковых событий на типы, классы и т.д. могут быть использованы различные признаки, под которыми понимается причина возникновения рискового события. В один тип, класс, группу входят только те рисковые события, которые имеют соответственно одну и ту же причину возникновения.

Для эффективного управления рисками необходимо знать:

- какая группа рисковых событий является наиболее характерной для различных элементов проекта,

- в какой момент каждая группа рисков событий закладывается и проявляется в проекте.

Выявленная взаимосвязь между «деревом рисков» и стадиями жизненного цикла проекта позволяет определить по каждому рисковому событию момент заложения и проявления этого рискового события в проекте.

Оценка рисков событий. Цель оценки рисков событий – ранжирование по вероятности наступления и уровню **потерь**, которые могут возникнуть при их наступлении. В качестве потерь могут выступать дефекты, несоответствия, задержки времени и прочее.

В качестве **примера управления рисками** рассмотрим **методологию FMEA** (failure modes and effects analysis – анализ причин и последствий отказов). Эта методология впервые была применена в США на предприятиях «Большой тройки» (Chrysler, General Motors, Ford). Сегодня в ведущих корпорациях развитых стран практически ни одно техническое изделие не проектируется без применения метода FMEA.

Методология FMEA применяется, как правило, при создании новых конструкций и разработке технологических процессов. При этом:

- систематически выявляются все вероятные отклонения,
- оцениваются их последствия для потребителя,
- определяются возможные причины отклонений,
- анализируются меры, предусмотренные спецификацией, и контроль процесса с точки зрения выявления и предупреждения отклонений,
- оценивается вероятность появления, воздействия на потребителя и возможность обнаружения отклонения, на основе чего определяется приоритетное число риска,
- назначаются сроки мероприятий и ответственные лица за их выполнение,
- оценивается вероятность появления, воздействия на потребителя и возможность обнаружения отклонений с учетом вновь разработанных мероприятий.

Систематическое применение FMEA связано с определенными затратами, которые в дальнейшем окупаются благодаря следующим преимуществам:

- методические требования системного и полного учета потенциальных проблем предотвращают появление отклонений при создании новых конструкций и технологий,
- снижается вероятность повторных или новых отклонений за счет целенаправленного анализа всех критических несоответствий,
- сокращаются затраты средств и времени на последующие изменения изделий, а также повышенные затраты на испытания за счет предотвращения отклонений на стадии разработки и планирования,
- статистический учет ряда проблем позволяет избежать ошибки или повторные работы.

В зависимости от постановки задач различают два типа объектов исследования: конструкция (продукция) и процесс (технология), в зависимости от чего и различают методы: FMEA - конструкция, FMEA – процесс [71].

Различие между методами заключается в том, как воспринимаются возможные несоответствия в производственном процессе. В первом случае (FMEA-конструкция) возможное несоответствие (например, отсутствие отверстия во вкладыше) оценивается как причина отклонений (авария двигателя). Во втором случае (FMEA-процесс) это несоответствие рассматривается как отклонение процесса и анализируется причина сбоя (например, поломка сверла).

Метод FMEA-конструкции следует применять, начиная с этапа проектирования изделия и до внедрения его в производство, а также при совершенствовании конструкции и при возникших проблемах с качеством. Для покупных деталей, за конструкцию которых поставщик несет полную или частичную ответственность, последний должен отвечать и за реализацию метода FMEA-конструкция. При этом он должен согласовать свои действия с потребителем (заказчиком).

Метод FMEA-процесс надо применять, начиная с планирования технологического процесса, выбора необходимого контрольного и испытательного оборудования, и заканчивать на этапе, предшествующем монтажу серийного технологического оборудования.

Целью FMEA-процесса является анализ проектируемого процесса изготовления или сборки, призванной гарантировать выполнение требований по качеству.

Составление карты FMEA-анализ влияния потенциально возможных отклонений. Для проведения анализа при разработке конструкций и технологических процессов рекомендуется применять единую форму карты FMEA.

FMEA-анализ позволяет:

- провести объективную оценку проектных требований и альтернативных проектов,
- учесть в проекте требования, связанные с особенностями монтажа или сборки изделия,
- повысить в ходе процесса проектирования вероятность выявления потенциальных причин отказа изделия,
- сформировать список потенциальных дефектов по степени их значимости для заказчика,
- использовать в дальнейшем результаты анализа для усовершенствования проекта.

Как и другие методы функционального анализа, FMEA-анализ включает два основных этапа:

- этап построения компонентной, структурной, функциональной и потоковой моделей объекта анализа. Если FMEA-анализ проводится совместно с функционально-стоимостным анализом (ФСА), то используются ранее построенные модели,
- этап исследования моделей.

На втором этапе определяются:

- потенциальные дефекты для каждого из элементов модели объекта. Такие дефекты обычно связаны или с отказом функционального элемента (разрушение, поломка), или с неправильным исполнением элементом его полезных функций,
- потенциальные причины дефектов. Для их выявления могут быть использованы диаграммы Исикава, которые строятся для каждой из функций объекта, связанных с появлением дефекта,
- потенциальные последствия дефектов для потребителей, поскольку каждый из рассматриваемых дефектов может вызвать цепочку отказов в объекте. При анализе последствий используются структурная и потоковая модели объекта,
- возможности контроля появления дефектов. В процессе исследования определяется, может ли дефект быть выявлен до наступления последствий в результате предусмотренных в объекте мер по контролю, диагностике, самодиагностике,
- параметр (Е) тяжести последствий для потребителя. Это – экспертная оценка, проставляемая по 10- балльной шкале. Наивысший балл проставляется для случаев, в которых последствия дефекта влекут юридическую ответственность,
- параметр (А) частоты возникновения дефекта. Это – также экспертная оценка, проставляемая по 10- балльной шкале. Наивысший балл проставляется, когда оценка частоты возникновения дефекта составляет 25% и выше,
- параметр (В) вероятности обнаружения дефекта. Как и предыдущие параметры, является 10- балльной экспертной оценкой, соответствующей наличию скрытых дефектов, которые не могут быть выявлены до наступления последствий,
- параметр (PRZ) риска потребителя. Он определяется как произведение значений параметров А, В и Е. Дефекты с наибольшим параметром риска ($PRZ \geq 125$) подлежат устранению в первую очередь. При $PRZ \leq 60$ корректирующие мероприятия, как правило, не разрабатываются. FMEA- анализ обычно проводится в режиме «мозгового штурма» командой специалистов.

Распишем технологию работы команды:

- образование команды и выбор ведущего игрока,
- составление перечня потенциально возможных дефектов (отказов, отклонений) в рассматриваемом объекте,
- для каждого дефекта из составленного списка делается «шаг вправо» (последствия данного дефекта, если их много, то выбирают самое тяжелое) и «шаг влево» (причины, приводящие к возникновению дефекта). Все причины должны быть рассмотрены отдельно и для каждой должна быть выставлена оценка частоты возникновения,
- рассматривается предполагаемая технология изготовления данного изделия и выставляется оценка по рассматриваемым выше параметрам.

Результаты FMEA-анализа заносятся в табл. 2.7.

Пример заполнения карты FMEA-анализа объекта

Узел	Потенциальный дефект	Потенциальные причины	Потенциальные последствия	Вид контроля	B	A	E	RPZ
Стартер	Отказ сердечника	Нарушение электрической цепи	Незапуск	Диагностика	2	4	5	40
Стартер	Неполный ход штока	Недостаточная сила тока	Увеличение процента незапусков	Диагностика	8	3	6	144

Корректирующие мероприятия по результатам анализа целесообразно выдавать в такой последовательности:

- исключить причину возникновения дефекта, то есть в результате изменения конструкции объекта уменьшить возможность возникновения дефекта (уменьшить параметр A),
- воспрепятствовать возникновению дефекта, то есть за счет статистического регулирования помешать возникновению дефекта (уменьшить параметр A),
- снизить влияние дефекта (уменьшить параметр E),
- облегчить и повысить достоверность выявления дефекта (уменьшить параметр B).

Что касается корректирующих действий по примеру, приведенному в табл. 2.7, можно отметить, что в первую очередь необходимо принять меры к устранению потенциальных причин возникновения дефекта «Неполный ход штока стартера», учитывая, что величина параметр риска потребителя (RPZ) выше, чем 125 баллов.

По степени влияния на повышение качества продукции или процесса корректировочные мероприятия располагаются в следующем порядке:

- изменить структуру объекта,
- изменить процесс функционирования объекта,
- улучшить систему управления качеством.

В литературе в последнее время все чаще встречаются примеры применения метода FMEA для анализа и выявления последствий отказов при вспомогательных операциях производственного процесса [6].

Рассмотрим применение FMEA-анализа при ремонтах оборудования [70].

При проведении FMEA-ремонта следует исходить из следующих положений:

- применяемое оборудование соответствует требованиям и целям процесса,
- для каждого вида продукции применяется свой набор инструментов и приспособлений, контроль их состояния проводится в ходе применения,

- последствия выхода из строя (поломки) инструмента и оборудования серьезно различаются по тяжести последствий.

При реализации FMEA-ремонта руководство предприятия должно понимать, что проведение соответствующих мероприятий по поддержанию работоспособности оборудования и технологической оснастки – не самоцель, а средство достижения устойчивого, эффективного производства конкурентоспособной продукции.

Цели планово-предупредительного обслуживания оборудования могут быть краткосрочными и долгосрочными. Краткосрочная цель: снижение задержек при поставке продукции. Долгосрочные цели: уменьшение стоимости ремонта за счет сокращения аварийных сверхурочных работ и срочной доставки запасных деталей, увеличение среднего времени между отказами в работе, сокращение времени простоя.

Карты FMEA-анализа процессов и ремонтов по форме не отличаются, хотя по содержанию имеются существенные отличия.

Тяжесть последствий отказа при ремонте является производной от времени простоя: чем больше время простоя, вызванное поломкой, тем выше рейтинг тяжести последствий (табл. 2.8).

При оценке времени простоя следует учитывать:

- доступность запасных деталей, то есть, сколько времени понадобится от момента заказа детали до момента ее поставки,
- продолжительность транспортировки, то есть время, прошедшее с момента, когда деталь считается доступной,
- время установки, то есть период между моментом доставки детали и временем ее установки.

Рейтинг частоты возникновения отказов определяется, как правило, на основании опыта работы по выявлению аналогичных причин отказов оборудования. При этом не следует смешивать частоту отказов и поломок при разных причинах отказа. Каждый производитель должен сформулировать собственные подходы для оценки частоты отказа на основе внутренних критериев.

В таблицах 2.9 и 2.10 соответственно отражены рейтинги частоты возникновения отказов и вероятности их обнаружения.

Вероятность обнаружения отказов – это способность прогнозировать вероятность поломки. Некоторые поломки происходят внезапно, в то время как другие можно предвидеть из-за характера признаков, таких как износ, скрип, вибрации и т.д. При оценке вероятности обнаружения важным критерием является продолжительность этого предупреждающего периода.

Необходимо отметить, что на многих предприятиях при планировании выпуска продукции в планах по качеству принимается, что продукция изготавливается на оборудовании, находящемся в функционально исправном состоянии. Задача заключается в том, чтобы найти приемлемый уровень эксплуатации оборудования, при котором суммарные потери от некачественных процессов изготовления за счет оборудования и издержки на ремонт оборудования будут минимальны.

Таблица 2.8

Рейтинг тяжести последствий

Рей- тинг	Тяжесть последствий	Критерии	Влияние на про- изводство
10	Катастрофиче- ское воздействие	Отказ, вызывающий внезапную потерю безопасности. Несоответствие нормативным требованиям	
9	Очень серьезное влияние	Отказ, вызывающий постепенную потерю безопасности. Несоответствие нормативным требованиям	
8	Предельно допустимое влияние	Оборудование безопасно, но не работоспо- собно. Потеря основных функций	Простой более 8 часов
7	Большое влияние	Оборудование безопасно и работоспособно, но не в полной мере	Простой более 4 часов
6	Значительное влияние	Оборудование работоспособно и безопасно, но некоторые устройства, определяющие удобство работы, не функционируют	Простой 1-4 часа
5	Ощутимое влияние	Оборудование работоспособно и безопасно, но некоторые устройства функционируют не в полной мере	Простой 0,5-1 час
4	Незначительное влияние	Оборудование работоспособно и безопасно при серьезной подстройке	Простой менее 30 мин без поте- ри продукции
3	Слабое влияние	Оборудование работоспособно и безопасно при небольшой подстройке	Процесс требует регулирования
2	Очень слабое влияние	Оборудование работоспособно и безопасно при незначительной подстройке	Процесс нахо- дится под кон- тролем, но тре- буется некоторая регулировка
1	Влияние отсутствует	Влияния нет	Процесс находится под контролем

Таблица 2.9

Рейтинг частоты возникновения отказов

Рейтинг	Частота возникновения	Интервал между отказами, часы	Критерии
10	Почти всегда	Менее 2	Отказ возникает практически всегда. Отказ возникал и раньше на другом ана- логичном оборудовании
9	Очень высокая	2-10	Возможно очень большое число отказов
8	Высокая	11-100	Возможно большое число отказов
7	Достаточно высокая	101-400	Достаточно большое число отказов

6	Средняя вероятность	401-1000	Возможно среднее число отказов
5	Низкая вероятность	1001-2000	Возможны случайные отказы
4	Редко	2001-3000	Возможны редкие отказы
3	Очень редко	2001-3000	Возможны единичные отказы
2	Единичные случаи	3001-6000	Отказы возможны, но крайне редко
1	Почти никогда не возникают	6001-10000	Отказы не вероятны

Таблица 2.10

Рейтинг вероятности возникновения отказа

Рейтинг	Вероятность обнаружения	Критерии
10	Практически не обнаруживается	Планово-предупредительное обслуживание (ППО) не позволяет выявить потенциальные причины отказа
9	Очень редко обнаруживается	Ничтожны шансы, что ППО позволит выявить причины отказа
8	Редко обнаруживается	Чрезвычайно малы шансы обнаружения при ППО причин отказа
7	Очень малая вероятность	Очень малы шансы обнаружения при ППО
6	Малая вероятность	Малы шансы обнаружения при ППО
5	Умеренная вероятность	Умеренны шансы обнаружения при ППО
4	Средняя вероятность	Средние шансы обнаружения отказа при ППО
3	Высокая вероятность	Большие шансы обнаружения при ППО
2	Очень высокая вероятность	Очень большие шансы обнаружения отказа при ППО
1	Практически всегда обнаруживается отказ	ППО позволяет практически всегда выявить потенциальные причины отказа

Расчет рисков отказа оборудования чрезвычайно актуален для российских предприятий, учитывая крайне неблагоприятное состояние парка технологического оборудования.

При проведении анализа критичности технологических процессов значительный риск может представлять потеря **точности** технологической системы по конкретным операциям процесса. Для анализа точности (или вариабельности) технологической системы сопоставляется поле рассеяния параметра объекта изготовления с полем допуска, установленным на параметр качества. В случае нормального распределения параметра качества величина его поля рассеяния равна 6σ (σ – среднее квадратическое отклонение). Для характеристики точности технологической системы применяется следующий

показатель – индекс воспроизводимости C_p , под которым понимают отношение допуска T на анализируемый параметр к полю рассеяния параметра ω :

$$C_p = T/\omega = T/6\sigma.$$

Чем больше величина C_p , тем меньше уровень дефектности δ , обеспечиваемый данной технологической системой. Занесем в табл. 2.11 значения C_p и обеспечиваемые ими уровни дефектности δ (в таблице PPM – дефектность на миллион единиц продукции).

Критичность технологической системы определяется параметром риска RPZ по тем же соотношениям, что и для FMEA-конструкция. Интерес в этом случае представляют характеристики вероятности выявления отклонения от заданной точности технологической системы, частоты отклонений и тяжести последствий в результате отклонения.

Таблица 2.11

C_p	2	1,67	1,33	1,00	0,83	0,71	0,63	0,56
δ , %	2 PPM	6 PPM	63 PPM	0,27	1,3	3,3	4,9	9,3

В табл. 2.12 приведены рейтинги параметров А, В и Е соответственно.

Таблица 2.12

Значения характеристик риска

Частота отклонений	Рейтинг А	Вероятность выявления	Рейтинг В	Тяжесть последствий	Критерий, δ , %	Рейтинг Е
Практически невозможно	1	Очень высокая	1-2	Не влияет	1,67	1
Достаточно редкое	2-4	Высокая	3-4	Слабое	1,33	2-3
Возможны нарушения	5-6	Умеренная	5-7	Ощутимое	1,00	3-5
Достаточно высокая	7-8	Низкая	8-9	Большое	0,83	6-8
Весьма часто	9-10	Нельзя обнаружить	10	Серьезное	0,63	9-10

Анализ критичности операции начинается с разделения технологического процесса на отдельные операции. Затем анализируются возможные опасности в результате потенциальных нарушений операции. Результаты этого анализа можно оформить в виде табл. 2.13.

Таблица 2.13

Форма таблицы

Операция	Описание опасной ситуации	Причины нарушения операции	Опасное событие	Параметры состояния
Токарная				
Сверлильная				
Фрезерная				

Дальнейший расчет критичности проводят для тех операций, которые признаны наиболее значимыми для безопасности процесса.

2.3. Бенчмаркинг

Термин «бенчмаркинг» (benchmarking) – английского происхождения и не имеет однозначного перевода на русский язык (bench – уровень, mark – отметка). Наиболее известное его определение – постоянный процесс изучения и оценки товаров, услуг и опыта производства самых серьезных конкурентов или компаний, которые являются лидерами в своих областях. Вместе с этим применение бенчмаркинга, без готовности провести реинжиниринг, часто оказывается просто выбрасыванием денег и других ресурсов на ветер. Бенчмаркинг является не мероприятием по обмену опытом или методикой самоутверждения, а волевым желанием учиться у лучших компаний и внедрять все лучшее в собственные процессы [13,48].

Концепция бенчмаркинга не является совершенно новой. Еще в начале XIX века Ф. Лоуэл, предприниматель из Австралии, специально ездил в Англию для изучения производственных процессов на лучших английских мукомольных фабриках. Примерно в то же время Г. Форд ввел в действие свой знаменитый конвейер по сборке автомобилей после поездки в Чикаго, где на скотобойнях он наблюдал разделку туш, повешенных на крюки, которые двигались по монорельсам от одного рабочего места к другому.

В XX веке термин «бенчмаркинг» впервые появился в 1979 году в Институте стратегического планирования Кембриджа (США). В своем развитии бенчмаркинг прошел несколько ступеней [24].

На первой ступени он интерпретировался как реинжиниринг, или ретроспективный анализ продукции.

Вторая ступень – бенчмаркинг конкурентоспособности. В этом качестве его развитие во многом связано с деятельностью компании «Ксерокс» (Xerox) в 1976-1986 г.г.

Третья ступень развития (1982-1986 годы) связана не столько со сравнением своей продукции с конкурентом, сколько с изучением деятельности успешных компаний в других отраслях экономики.

Четвертая ступень – это стратегический бенчмаркинг, который рассматривается как систематический процесс оценки успешных стратегий предприятий партнеров (не обязательно конкурентов) с целью выработки усовершенствованной стратегии компании.

Пятая ступень – глобальный бенчмаркинг, который в будущем может стать инструментом обмена международным опытом с учетом национальной культуры процессов компаний.

Бенчмаркинг появился, когда в 1979 году фирма «Ксерокс» оказалась перед лицом возрастающей конкуренции с японскими производителями. Это послужило причиной начала разработки проекта «Бенчмаркинг конкурентоспособности» с целью анализа качества собственной продукции и затрат,

связанных с ее производством, по сравнению с японскими конкурентами. Причем фирма не ограничилась анализом затрат, но закупила продукцию конкурентов и выполнила работы по реинжинирингу. Разобрав продукцию конкурента на отдельные составляющие, фирма пришла к мнению, что успехи конкурента больше связаны с технологией ее изготовления, чем с качеством конструкции. Это послужило началом широкомасштабных работ фирмы «Ксерокс» по методологии изучения бизнес-процессов. По стопам «Ксерокса» пошли и другие компании.

Первоначально бенчмаркинг фокусировался на изучении процессов конкурентов, что позволяло фирмам построить у себя примерно такие же по качеству процессы. Далее обычно ставилась цель добиться превосходства. Для достижения этой цели требовалось изучение процессов компаний не только в своей отрасли, но и вне ее в тех компаниях, которые были близки по процессам или деятельности, аналогичной функциональной направленности. Этот вид бенчмаркинга часто назывался *функциональным*.

Далее бенчмаркинг развивался как инструмент улучшения бизнес-стратегии предприятия. Такие известные компании как АТТ, Dupont, General Motors использовали бенчмаркинг для оценки стратегии успешных конкурентов и выработки своих целей. Особое внимание при анализе стратегий обращалось на вопросы:

- почему эта компания оказалась на вершине конкуренции,
- почему собственная компания не является лучшей,
- что надо изменить в компании, чтобы она стала лучшей,
- как внедрить соответствующую стратегию, чтобы стать лучшей компанией?

В 1989 в США проводится форум «Совет по бенчмаркингу», на котором коллективно разрабатывается методология выполнения процесса бенчмаркинга для более выгодного ее применения на фирмах. Появляются публикации специалистов успешных фирм о типах и моделях бенчмаркинга. Бенчмаркинг с этого времени опирается на научно-методическую основу и становится эффективным инструментом успешного бизнеса.

Приведем на рис. 2.5 различные уровни ориентации при проведении бенчмаркинга в зависимости от широты области поиска лучшей практики. Очевидно, что с расширением сферы поиска наилучшей практики (опыта) существенно увеличивается эффективность бенчмаркинга, хотя при этом повышается его сложность [17].

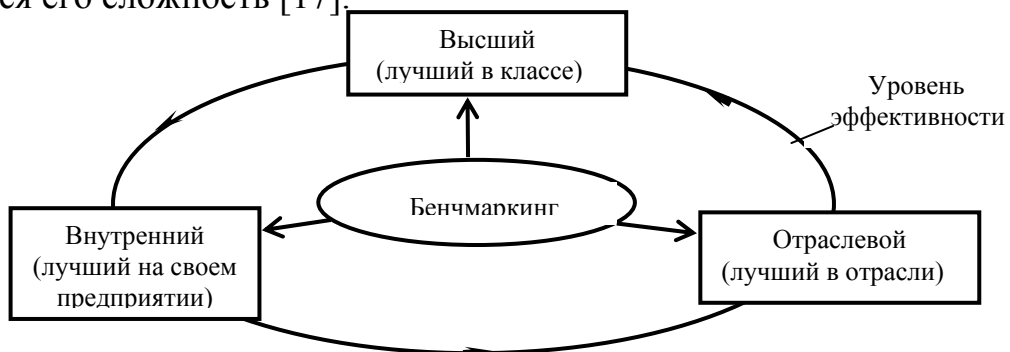


Рис. 2.5. Уровень ориентации при проведении бенчмаркинга

На рис.2.6 показаны основные этапы проведения типового проекта бенчмаркинга, в котором можно сравнивать свою фирму с лидерами в заданном секторе рынка.

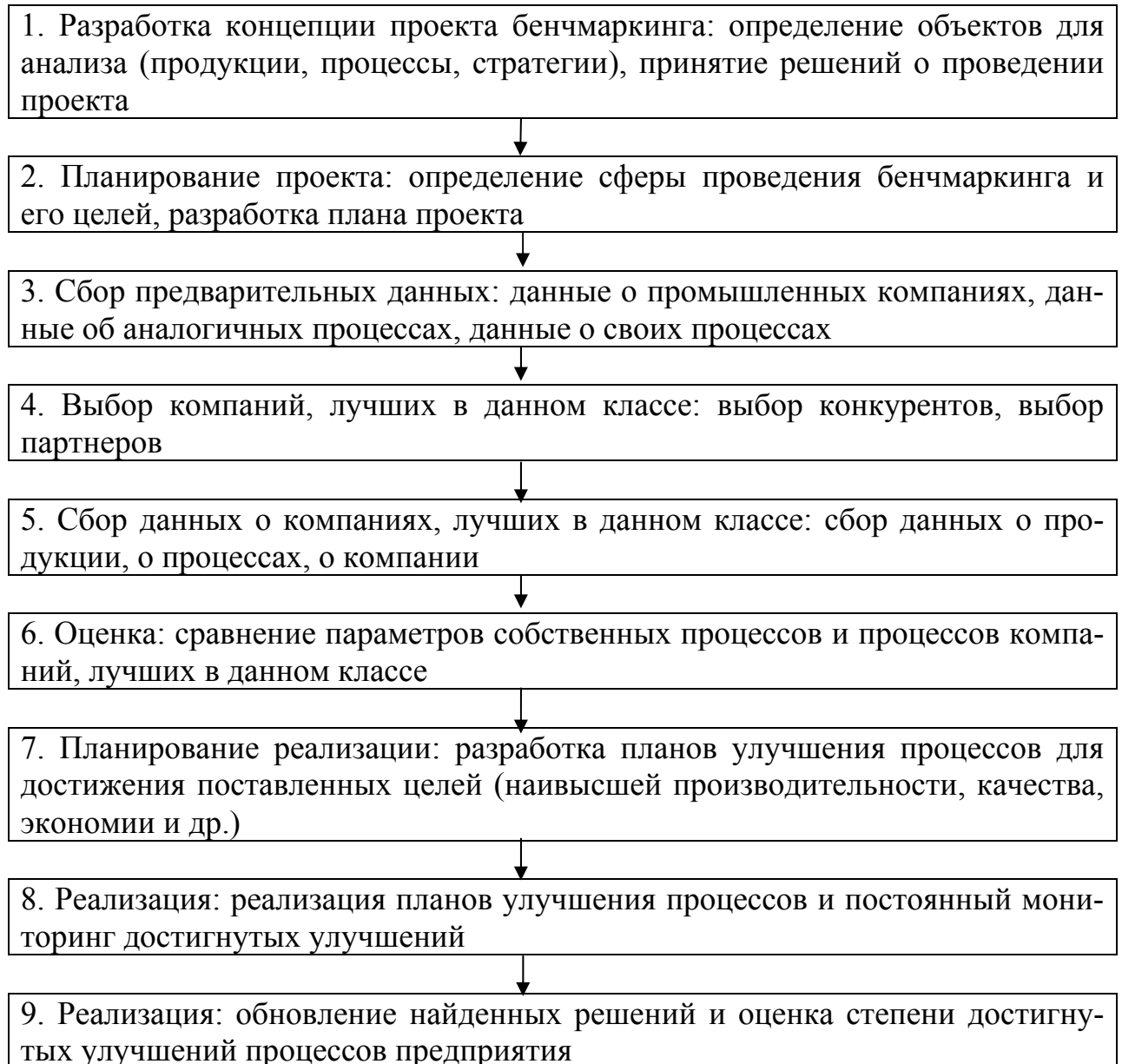


Рис. 2.6. Основные этапы проведения типового проекта бенчмаркинга

Любой проект по бенчмаркингу фокусируется на задачах улучшения деятельности предприятия. Первое, что необходимо сделать для этого, – установить потребителей результатов деятельности предприятия, а затем определить критические факторы успеха работы предприятия. Критические факторы успеха, с одной стороны влияют на степень удовлетворенности потребителей, с другой – определяют требования к ключевым процессам. Критические факторы успеха являются приоритетными для любой фирмы.

Если в первые годы применения бенчмаркинга основное внимание уделялось улучшению продукции, то с 90-х годов 80-90% внимания стало фо-

кусироваться на процессах. Это объясняется тем, что в конечном счете различия в характеристиках продукции, в затратах на ее изготовление, структуре потребителей закладываются на этапе проектирования и выполнения процессов.

В любой организации существуют как основные, так и вспомогательные процессы. Основные процессы – это процессы, результаты которых направлены на удовлетворение потребителей (заказчика). Вспомогательные процессы обеспечивают выполнение основных процессов. Не существует стандартного перечня основных и вспомогательных процессов, каждое предприятие разрабатывает свой перечень процессов.

Описание процессов (даже на макроуровне) часто позволяет глубже проникнуть внутрь явлений. Связи и взаимоотношения, которые игнорировались или не сознавались, неожиданно оказываются ключевыми для эффективного функционирования всего предприятия, не говоря уже о процессах, к которым они относятся.

Бенчмаркинг может применяться к процессу любого уровня, как основному, так и вспомогательному. Первым шагом в бенчмаркинге является выявление процессов, которые используются на предприятии. Следующий шаг – решение о том, какой процесс следует выбрать в качестве объекта бенчмаркинга. При выборе такого процесса учитывают три фактора: его стратегическую важность, жизнеспособность, ожидания клиентов.

Одним из наиболее эффективных инструментов, используемых для анализа выбранного процесса, является *карта процесса*. Однако карта сама по себе не показывает особенностей процесса и точек принятия решения. Поэтому важным шагом является определение границ subprocessов и установление их владельцев (рис. 2.7).

Классическим примером *внутрипроцессного* бенчмаркинга является метод советского инженера Ф. Ковалева [45], известный в СССР еще до появления модного теперь «бенчмаркинга». Этот метод предполагает проектирование рациональных производственных процессов на основании сравнения традиционных способов их выполнения со способами, предлагаемыми лучшими работниками. Метод Ф. Ковалева включает следующий алгоритм:

- 1) для исследования выбирают наиболее трудоемкие и при этом достаточно распространенные операции,
- 2) на основе статистических данных определяют работников, наиболее успешно выполняющих данные операции,
- 3) проводят хронометрические наблюдения за этими работниками,
- 4) формируют новые, более рациональные рабочие процессы, включая в них лучшие приемы труда,
- 5) составляют технологические инструкции на новые рабочие процессы,
- 6) разрабатываются и внедряют организационно-технические меры на всех рабочих местах.

Большое распространение в последние годы за рубежом получил *партнерский* бенчмаркинг.

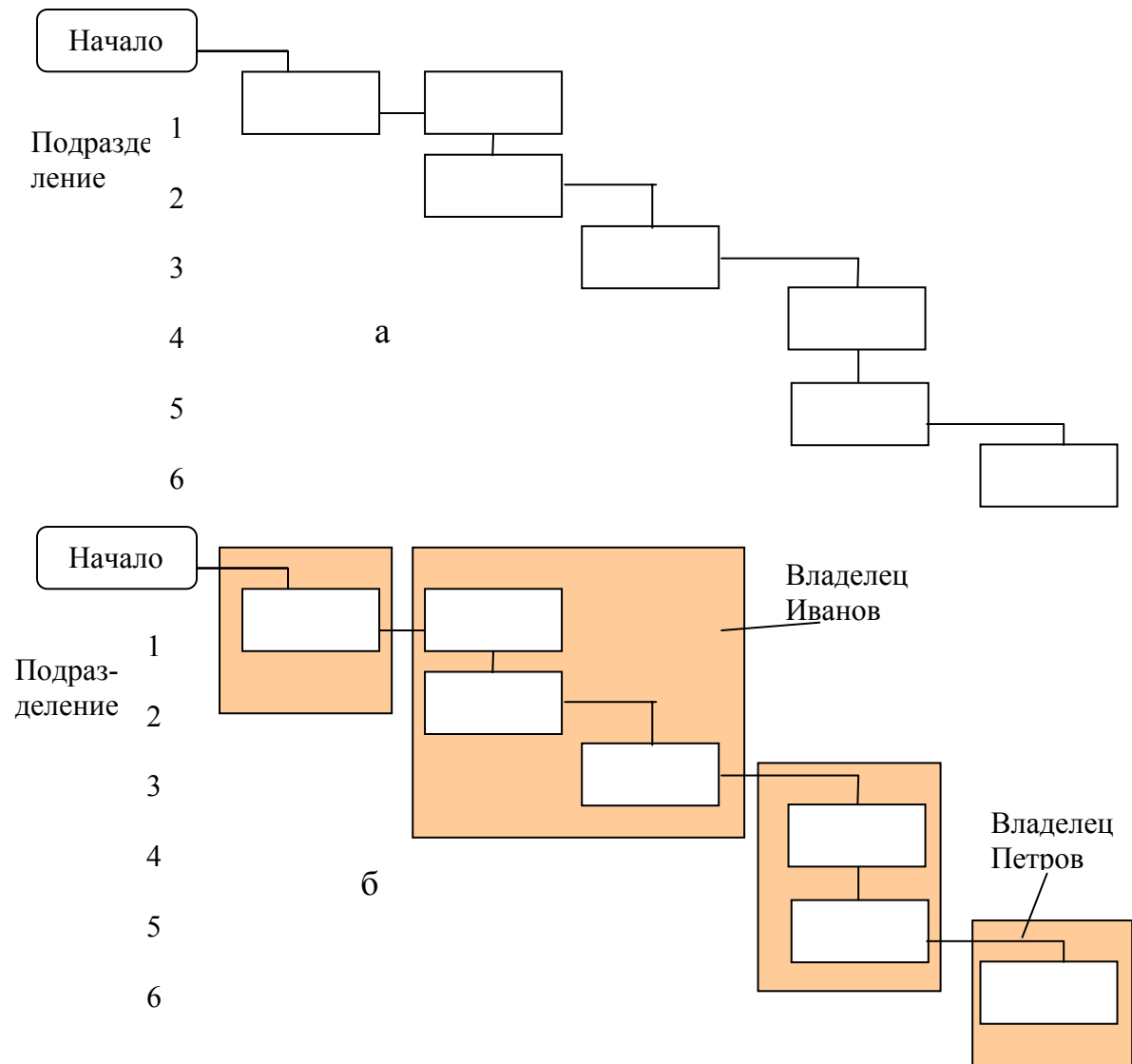


Рис. 2.7. Процесс и subprocesses: а) карта процесса; б) subprocesses и владельцы

Партнерский бечмаркинг. При установлении партнеров по бенчмаркингу важно учитывать, что он в этом случае является проектом, основанным на взаимном согласии и обмене данными, которые взаимовыгодны для обеих сторон. При этом сначала необходимо согласовать границы обмена информацией, порядок обмена, логику проведения исследований. В бенчмаркинговом альянсе каждый партнер должен иметь гарантии, касающиеся поведения другого (других) партнера, и только соблюдение правил игры всеми участниками гарантирует им ожидаемый результат. То есть должен быть разработан определенный кодекс поведения. Основными принципами этого кодекса являются:

- соблюдайте законы,
- будьте готовы представить информацию аналогичную той, какую хотите узнать,
- уважайте чужие секреты,

- не распространяйте полученную информацию за рамки вашей компании,
- вступайте в контакт только с лицами, ответственными за бенчмаркинг,
- не делайте ссылок без разрешения,
- выходите подготовленными уже на первый контакт,
- хорошо изучите бенчмаркинг и следуйте процессу,
- определите, что подвергать бенчмаркингу, и проведите жесткую самооценку.
- соблюдайте конфиденциальность (взаимное неразглашение информации).

Для установления имен потенциальных партнеров используются библиотеки и Интернет, консультанты и внешние эксперты, профессиональные ассоциации, источники внутри самой организации. Для отбора одного или двух партнеров изучают от 100 до 2000 организаций. Для выполнения этой работы требуются значительные ресурсы и время.

Можно выделить следующие критерии определения подходящих партнеров:

- компании, которые получили награды за качество или работу,
- фирмы, занимающие высокие места в рейтинговых опросах отрасли,
- информация об успехах, публикуемых в периодике,
- почетные места, присуждаемые в деловых изданиях,
- компании с превосходными финансовыми показателями,
- отзывы внутренних и внешних экспертов, потребителей, поставщиков и деловых партнеров и др.

По каждой компании отбирается информация о том,

- что свидетельствует в пользу того, что партнер является лидером в сфере ваших интересов,
- каков уровень удовлетворения потребителей,
- насколько компания прибыльна,
- какова доля компании на рынке,
- есть ли у компании заслуги в развитии отрасли или какие-либо технологические новшества.

Компаниям, которые согласились участвовать в партнерском бенчмаркинге, целесообразно предварительно, до начала работы, договориться о перечне вопросов, связанных с продолжительностью визита, содержанием практики бенчмаркинга и др.[25]. Для примера можно привести образцы вопросов, которые должна задавать компания, чтобы больше узнать о процессе:

- имеет ли компания документальную характеристику своего процесса,
- как этот процесс связан с процессами пользователей и потребителей,
- как пользователи ставятся в известность об изменениях в процессах,
- какова система управления процесса,
- какие аспекты процесса считаются соответствующими мировому уровню.

Эффективность визита в компанию зависит от того, насколько подготовлены обе стороны. Из практики проведения маркетинга зарубежными компаниями можно выделить ряд общих проблем:

1. Стороны не готовы к сравнению различий в работе, в результате чего они собирают информацию, не подходящую к данному проекту.
2. Стороны не внимательны к существу информации и не умеют правильно и точно ее записывать.
3. Стороны не понимают целей исследования.
4. Высшее руководство не хочет лишнего беспокойства и отказывается участвовать в команде специалистов.

Рекомендуются следующая последовательность осуществления перемен для предприятия в результате бенчмаркинга:

- выбрать различные варианты осуществления перемен,
- выделить ресурсы и составить расписание деятельности,
- поставить цели работы,
- разработать план контроля,
- отдать распоряжения на изменение текущей деятельности,
- реализовать поставленные цели,
- обсудить в коллективе положительные результаты, достигнутые бенчмаркингом.

Сравнение процесса предприятия с процессами партнеров по бенчмаркингу позволяет установить истинное положение предприятия относительно партнеров. Сравнение полученных расхождений в процессах с требованиями потребителей покажет, насколько эффективен бизнес-процесс и что он дает для сохранения предприятия в рынке.

Можно отметить еще одну разновидность бенчмаркинга – бенчмаркинг за пределами отрасли. Сегодня наблюдается отчетливый сдвиг от бенчмаркинга по отношению к прямым конкурентам в сторону бенчмаркинга в сопоставлении с компаниями, работающими в совершенно иных секторах экономики.

Бенчмаркинг, как новая модель бизнеса, способствует системному мышлению, то есть пониманию и внутренней системы, вокруг которой построена компания, и внешней системы, которая воздействует на нее.

В последние годы стало возможным применение **индивидуального** бенчмаркинга на основе **самооценки** [45]. Самооценка рассматривается как самостоятельный и эффективный инструмент управления качеством, что вполне справедливо, но при этом она является также разновидностью индивидуального бенчмаркинга.

Действительно, при осуществлении самооценки на соответствие критериям премии в области качества или требованиям международных стандартов на системы менеджмента качества предприятие, находясь на любом уровне развития, может сравнить свою деятельность с деятельностью лучших компаний. Предприятия, победившие в конкурсах или добившиеся успехов в развитии системы менеджмента качества, как правило, делятся своими дос-

тижениями на страницах специальных изданий (например, журнал «Стандарты и качество»), что дает возможность другим перенимать их опыт.

Появляются новые разновидности самооценочного бенчмаркинга, например «интерактивный бенчмаркинг». Так Европейский фонд менеджмента качества (EFQM) занялся накоплением информации о передовом опыте в области менеджмента. Предполагается, что интерактивный доступ к этой информации позволит членам указанного фонда беспрепятственно использовать широкую гамму вариантов бенчмаркинга. К числу ощутимых преимуществ, которые дает членство в EFQM, относят распространение через Интернет современных достижений менеджмента, направленных на улучшение деятельности компании. Компании, не входящие в такой фонд, также могут быть пользователями информации, но на менее выгодных условиях.

2.4. Функционально-стоимостный анализ

Функционально-стоимостный анализ (ФСА) – это системное сочетание правил, приемов и процедур, ориентированных на достижение оптимальных соотношений полезности, то есть потребительских свойств объекта, и затрат на его создание, производство и применение, вплоть до утилизации [37-39].

Способность предприятия конкурировать на рынке во многом зависит от способности его системы управления качеством своевременно ставить и эффективно решать задачи совершенствования технологических процессов, снижения затрат, улучшения потребительских свойств выпускаемой продукции, ее продвижения на рынке. Использование ФСА совместно с теорией изобретательских задач (ТРИЗ) в рамках TQM может и должно стать одним из основных средств решения стоящих перед руководством предприятий задач создания конкурентоспособной продукции высокого качества и доступной для потребителя стоимости.

По совокупности показателей, оценивающих эффективность ФСА, его можно сравнивать с широко применяемыми сегодня в практике ведущих корпораций методами QFD (развертывание функций качества), PM (управление проектами), R (реинжиниринг), B (бенчмаркинг), CE (параллельная инженерная разработка). Сравнительная (рейтинговая) характеристика этих методов по материалам [37] приведена в табл. 2.14.

Таблица 2.14

Сравнительная характеристика методов

Показатели эффективности	ФСА	QFD	PM	CE	R	B
Степень удовлетворения потребителя	8	10	4	5	6	6
Исследовательская рабочая группа	8	8	6	7	9	6
Творчество	8	6	5	5	10	6
Строгий системный подход	9	10	6	7	7	6
Влияние изменений в культуре организации	6	6	4	6	9	8
Широта области охвата	6	5	4	4	9	7

Историческая справка

Основы ФСА в нашей стране были заложены в конце 40-х годов Ю. М. Соболевым, инженером-конструктором Пермского телефонного завода. Исходя из положения, что резервы имеются на каждом производстве, Соболев пришел к мысли использовать системный анализ и поэлементную отработку конструкции каждой детали изделия. Он рассматривал каждый конструктивный элемент, характеризующий деталь (материал, допуск, резьба, шероховатость и т. д.) как самостоятельную часть конструкции, и в зависимости от функционального назначения включал его в основную или вспомогательную группу. При этом элементы основной группы должны отвечать эксплуатационным требованиям, предъявляемым к изделию, элементы вспомогательной группы служат для конструктивного оформления детали или изделия.

Поэлементный экономический анализ конструкции показал, что затраты, особенно по вспомогательной группе элементов, как правило, завышены и их можно сократить без ущерба для качества изделия. Именно в результате расчленения детали на элементы лишние затраты стали заметными. Индивидуальный подход к каждому элементу, выявление излишних затрат на реализацию каждого элемента и составили основу метода Соболева.

Его работы нашли широкий отклик в печати в 1948-52 годах и привлекли внимание зарубежных специалистов. Именно после ознакомления с методом Соболева на предприятиях ГДР начали использовать одну из модификаций ФСА – поэлементный экономический анализ (ПЭА).

К сожалению, идеи Ю. М. Соболева не получили широкого распространения на предприятиях СССР. В то же время за рубежом еще в период второй мировой войны американские специалисты проводили аналогичные исследования. Так, инженер Л. Майлс, сотрудник американской электротехнической компании General Electric, решал проблему по замене некоторых видов стратегического сырья, поставляемого из других стран, на отечественное. Его исследования привели к широкому пересмотру классических решений по применению материалов и замены их экономически более выгодными аналогами. В конце 1947 года группой специалистов под руководством Л. Майлса был разработан функциональный подход, легший в основу анализа стоимости. В 1952 году Майлс разработал методику, получившую название «стоимостный анализ» – value analysis (VA). Согласно Л. Майлсу, «анализ стоимости – это организованный творческий подход, цель которого – эффективная идентификация непроизводительных затрат или издержек, которые не обеспечивают ни качества, ни полезности, ни долговечности, ни внешнего вида, ни других требований заказчика».

Постепенно сфера использования ФСА расширялась, и в начале 50-х годов был впервые в США применен на стадии проектирования метод, в дальнейшем называемый «стоимостным проектированием (value engineering - VE)». Резкое увеличение объемов применения элементов ФСА произошло

после указания Пентагона включать во все контракты на разработку военной техники требования по использованию стоимостного анализа.

В начале 60-х годов «стоимостный анализ» стал широко применяться на предприятиях Западной Европы и особенно Японии. Так в 70-х годах японские фирмы применяли этот метод в 10 раз чаще, чем фирмы ФРГ. Бурное развитие ФСА в Японии объясняется тем обстоятельством, что применение ФСА требует коллективного творческого мышления, что особенно было присуще менталитету японских специалистов.

В нашей стране метод ФСА стали осознанно внедрять в различных отраслях промышленности в конце 60-х годов. Основным пропагандистом этого метода стал Е. А. Грамп, работник «Информэнерго». В 1970-71 гг. Грамп подготовил и опубликовал ряд аналитических обзоров и статей, в которых привел основные теоретические, методологические и организационные положения ФСА и дал рекомендации по его практическому применению. Особенно широко эти рекомендации использовались на предприятиях электротехнической отрасли. С начала 80-х годов в СССР наметился качественно новый этап развития ФСА, характеризующийся планомерным внедрением метода в различных отраслях экономики.

В настоящее время за рубежом методу ФСА придается особое значение, и он широко применяется в сочетании с современным менеджментом качества на всех стадиях жизненного цикла продукции. При этом метод ФСА становится в ряд важнейших учебных дисциплин подготовки специалистов по качеству. К сожалению, такая зависимость в России пока практически отсутствует. Это можно объяснить и недостаточной подготовкой персонала предприятий, и недопониманием важности и роли ФСА в конкурентной борьбе. В США накоплен большой опыт подготовки кадров, использующих в своей деятельности функциональные методы анализа, в том числе ФСА. Согласно отчетам частных фирм и правительственных организаций на каждый доллар, вложенный в программы по обучению ФСА, можно ожидать от 7 до 20 долларов экономии за счет снижения себестоимости продукции. Большинство зарубежных компаний широко используют этот метод для решения различных проблем, но, главным образом, для поддержания своей конкурентоспособности. ФСА используется в различных модификациях, таких как стоимостный анализ, стоимостное проектирование, или стоимостный инжиниринг и управление стоимостью (value management).

Методология ФСА со времени своего первого упоминания в 1947 году претерпела значительные изменения. Были устранены недостатки, вызванные субъективным подходом к выявлению и формулированию функций, отсутствием четкости во взаимосвязях между функциями, отсутствием графического представления функций и их связей.

В настоящее время наибольшее распространение получила усовершенствованная методика системного анализа функций – FAST (Function Analysis System Technique), основы которой разработаны в 1964 году Ч. Байтуэем (США).

FAST во многом способствовала выполнению наиболее важной стадии ФСА – функциональному анализу, который представляет собой упорядоченный способ мышления, позволяющий понять и выразить в функциональной форме сущность предметов в процессе исследования.

Функциональный анализ

В основе успешного проведения ФСА лежит полное понимание, строгое определение и строгий анализ функций [37]. В соответствии с методологией ФСА она состоит из следующих разделов:

- построение моделей объекта (компонентной, структурной, функциональной),
- выявление, определение и классификация функций,
- установление ценности функций,
- оценка функций,
- присвоение индекса стоимости,
- выбор функций для исследования.

Построение моделей. Этап построения моделей обычно начинается с построения **компонентной** модели. Этот вид модели показывает, какие компоненты (узлы, сборочные единицы, детали, отдельные элементы деталей) входят в состав анализируемого технического объекта. При ее создании используются данные, содержащиеся в технической документации на объект (чертежи, спецификации, технологические карты и др.). В случае несложных малогабаритных объектов желательно произвести разработку и сборку натурного образца, ознакомиться с операциями технологического процесса. Построенную компонентную модель обычно корректируют по результатам структурного и функционального анализа.

К построенной компонентной модели объекта «пристраиваются» элементы надсистемы, с которыми объект взаимодействует. Поскольку на разных стадиях жизненного цикла объект входит в разные надсистемы и, следовательно, взаимодействует с разными элементами, то компонентная модель формируется отдельно для конкретной стадии жизненного цикла.

Типовыми элементами надсистемы являются:

- на стадии производства – оборудование, оснастка, материалы, комплектующие изделия и др.,
- на стадии эксплуатации – объект функции, пользователь, системы, взаимодействующие с элементами верхнего уровня анализируемого объекта,
- на стадии хранения и транспортировки – транспортные и грузоподъемные средства, упаковка, складские помещения и др.

Структурная модель объекта строится на основе данных компонентной модели путем установления связей элементов объекта друг с другом и элементами надсистемы, либо графически – путем включения выявленных связей в компонентную модель, либо в виде матрицы, элементами столбцов и строк которой являются элементы объекта и его надсистемы. На пересечении строк и столбцов фиксируется наличие соответствующих связей.

Структурные модели, как и компонентные, формируются отдельно для каждой стадии жизненного цикла. При этом фиксируются все возможные

связи для любой штатной или нештатной ситуации анализируемой стадии жизненного цикла объекта. По результатам анализа выделяются связи вещественные и полевые. Полевые связи соответствуют типовым физическим и техническим полям: механическим, акустическим, тепловым, электромагнитным и др.

Модели материальных потоков строятся на основе результатов структурного анализа для каждого вида потока, протекающего в анализируемом объекте.

Функциональную модель разберем ниже после характеристики функций объекта.

Выявление и определение функций. Рассмотрим процедуры выявления, определения и классификации функций, которые входят в функциональный анализ. Основная цель функционального анализа состоит в определении наиболее выгодных областей для совершенствования потребительской стоимости и повышения конкурентного преимущества объекта. Хотя традиционно задачей ФСА является исключение ненужных затрат, в последнее время ФСА проводится для улучшения таких характеристик продукции, как срок службы или качество, без увеличения затрат.

Определение функций – это процедура, необходимая во всех случаях при проведении ФСА. Специалисты ФСА утверждают, что все затраты возникают из-за функций, то есть, если есть затраты, значит есть и функции. Выявление функций продукции (услуги, проекта, процесса) является основным принципом эффективного ФСА и гарантирует понимание того, что функция выполняет какое-то действие. Это помогает специалисту по ФСА перейти от общего представления к конкретному и точному пониманию и, следовательно, к созданию лучшей потребительской стоимости продукции.

Функциональный анализ предполагает рассмотрение объекта как комплекса выполняемых им функций, а не материально-вещественных структур.

Например, электрическая лампа накаливания рассматривается как носитель функции «излучать свет», а не в качестве совокупности конструктивных элементов (колба, цоколь, нить накаливания и др.). Специалист должен абстрагироваться от реальной конструкции объекта или существующего решения и сосредоточить свое внимание на функциях. Для него важно показать, что это решение не является единственным. Для него исследуемый предмет – комплекс взаимодействующих между собой функций внутри рассматриваемой системы, но при этом взаимосвязанных с функциями надсистемы (внешней для лампы среды). Количество функций, выполняемых самими различными объектами, относительно невелико и в сотни, тысячи раз меньше количества наименований продукции. При этом только функция отражает **сущность** продукции, ее потребительские свойства, а сама продукция – **форму** их проявления. Это требует большей абстрактности мышления, усложняет поиск ясного и точного определения функции, вызывает необходимость выработки и постоянной тренировки специальных навыков.

Функциональный анализ позволяет обнаружить лишние затраты, выявить особые требования и определить потребительскую стоимость разработки, выбранной для исследования.

Функция есть то, что заставляет объект работать или быть популярным, привлекательным (пользоваться спросом), т. е. удовлетворять потребности заказчика (потребителя). Другими словами, функция объекта – это то, почему заказчик покупает объект или платит за услугу. При этом объект, включая структуру и услуги, является только средством обеспечения функции, ее носителем и не существует сам по себе, потому что без функции он никому не нужен. Следовательно, стоимость продукции (услуги) определяется стоимостью функции.

Ясное и точное представление о функциях открывает большие возможности при создании конкурентного преимущества, как для конкретной продукции, так и для предприятия в целом. Выявление и определение функций сопровождается усилением состава всех функций, выделением отдельных функций и их классификацией.

Функциональный анализ исходит из предпосылки, что полезным функциям в анализируемом объекте сопутствуют нейтральные и вредные функции. Например, та же электрическая лампа накаливания, кроме полезной функции «излучать свет», выполняет также вредную функцию «излучать тепло». А вот при использовании этой же лампы в инкубаторе функция «излучать тепло» является полезной, а «излучать свет» – нейтральной.

Описанию функций должно предшествовать уяснение их сущности на основании изучения назначения объекта по нормативно-технической документации, такой как стандарты, технические условия, инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию, технический паспорт и др. Затем приступают к определению, формулированию и классификации других функций, не зафиксированных в явном виде в документации.

При определении и формулировании функций надо придерживаться следующих правил:

- функции формулируются для конкретного объекта применительно к конкретным условиям работы,
- формулировка функций не должна содержать указаний на конкретное материальное воплощение объекта (например, функцию мясорубки следует обозначать не словами «резать мясо», а выражением «измельчать продукт», поскольку глагол «резать» указывает на конкретную технологическую операцию, а глагол «измельчать» допускает многовариантность выполнения этого действия),
- согласно определению функция – это проявление свойств материального объекта, заключающееся в его действии на состояние других материальных объектов. Следовательно, ее объектом должен быть материальный объект: вещество или физическое поле. При анализе информационных систем в качестве материального объекта рассматривается также информация. Объектами функции не должны выбираться свойства и параметры исследуе-

мой системы. Например, функция рамы велосипеда – «удерживать детали», а не «придать устойчивость» или «обеспечить жесткость»,

- проявление функции состоит в действии. С учетом этого при формулировании функции необходимо выбирать глагол, описывающий это действие, т. е. использовать активные глаголы, а не пассивные. Например, активные глаголы: выдерживать вес, одобрять процедуры, выставить продукцию, ассигновать расходы, решить задачу. Пассивные глаголы: обеспечить поддержку, искать одобрение, разработать выставку, представить смету, определить решение. Одним из способов сделать пассивное описание функций более активным состоит в том, что существительное заменяют глаголом, затем подбирают более подходящее существительное,

- функция должна содержать характеристику действия относительно объекта функции. Например, функция электрокипятильника – «нагревать жидкость», измеряемый параметр жидкости – температура,

- в окончательном виде формулировка функции должна быть изложена двумя словами. В формулировке действие функции обозначается глаголом в неопределенной форме, а объект функции – существительным в винительном падеже, которое представляет собой понятие, имеющее физическую размерность. Например, функция электрического провода – «проводить ток», функция автомобиля – «перемещать груз», функция стула – «поддерживать вес». Не рекомендуется также употреблять в глагольной части функции частицу «не», т. е. функция должна отражать позитивное действие.

Формулировка полезной функции объекта целесообразно проводить в определенной последовательности:

- предложить первоначальную формулировку функции объекта, которая представляется правильной,

- проверить возможность самостоятельного выполнения объектом сформулированной функции (критерием подтверждения такой возможности является наличие в объекте хотя бы одного элемента, участвующего в выполнении функции),

- уточнить формулировку функции, используя вопросы: зачем выполняется эта функция? (если элемент по п. 2 выявлен), каким образом выполняется эта функция? (если такой элемент не выполнен).

При необходимости в определении функции могут быть включены дополнения (обстоятельства), которые характеризуют место, время, направленность функции и т. д. Эти дополнения рекомендуется приводить в скобках. Например, функция нитки – «соединять пуговицу (с тканью)», функция зубной щетки – «удалять грязь (с зубов)».

Функции, удовлетворяющие духовные потребности (эстетические), – это функции, которые делают объект желаемым для потребителя (независимо от того, выполняет ли этот объект для него какие-то действия или нет) и способствуют его сбыту.

Кажущаяся простота описания функций обманчива и является глубоко ошибочным представлением. В действительности это одна из основопола-

гающих и ответственных работ в осуществлении процесса ФСА, требующая высокой квалификации и соответствующего навыка исполнителей.

Классификация функций. При проведении ФСА для более эффективного исследования объектов на уровне выполняемых ими или их составными частями функций применяют классификацию этих функций, группируя их по отдельным признакам.

По области проявления и отношения к объекту различают **общеобъектовые** (внешние) и **внутриобъектовые** (внутренние) функции (рис. 2.8).

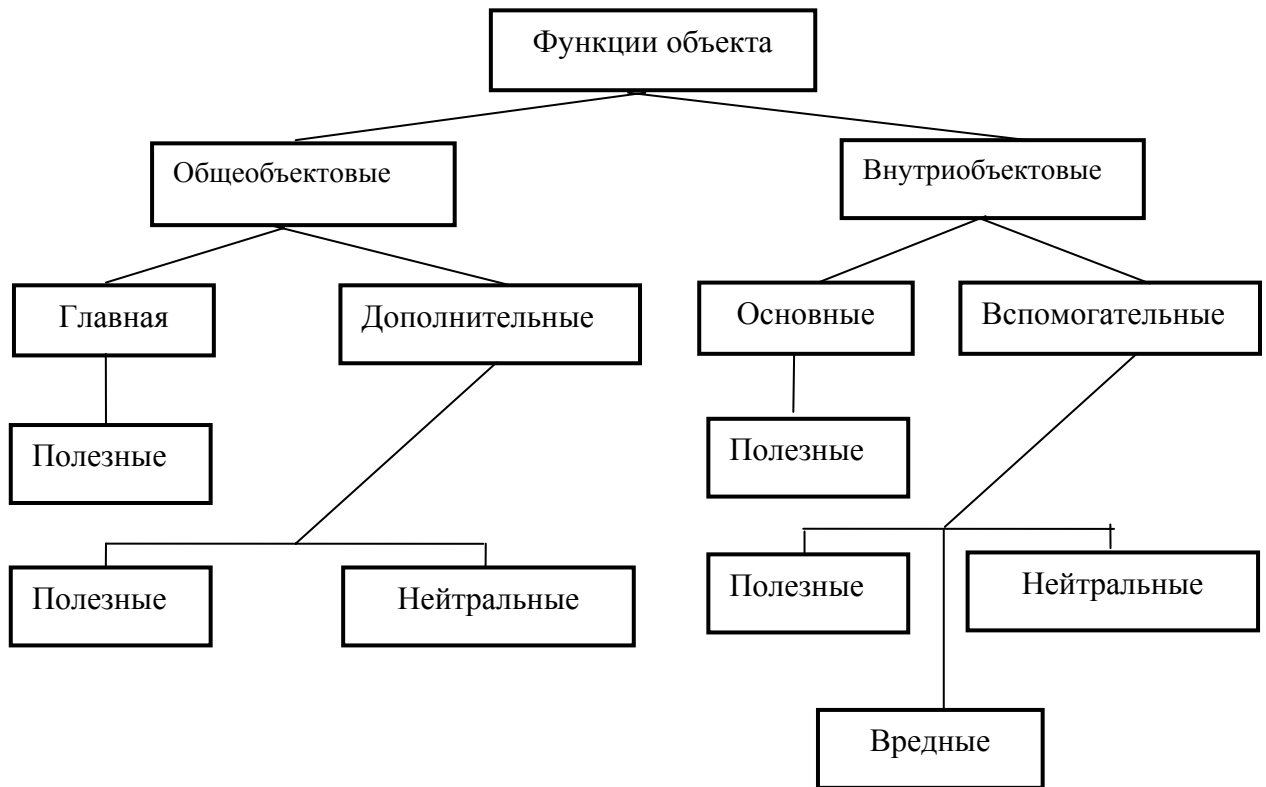


Рис. 2.8. Вариант классификации функций

По роли в удовлетворении потребностей и обеспечении работоспособности объекта среди общеобъектовых функций выделяют главную и дополнительные (второстепенные), а среди внутриобъектовых – основные и вспомогательные функции.

Рассмотрим подробнее содержание этих важнейших функции объекта.

Главная функция – полезная функция, отражающая назначение объекта (цель его создания). Без нее объект утратил бы свою потребительскую стоимость. Это главная цель, для которой объект (или услуга) были созданы. Как правило, объект имеет только одну главную функцию.

Следует помнить, что способ определения главной функции состоит в исследовании полезности объекта, допускающего, что функция имеет недостатки. Например, что если стул не мог бы «поддерживать вес», а дверь не могла бы «ограничить доступ». Эти объекты (стул и дверь) имеют много других привлекательных функций, которые можно классифицировать как второстепенные.

Дополнительная (второстепенная) функция – полезная функция, обеспечивающая совместно с главной функцией проявление потребительских свойств объекта. Объектами дополнительных функций обычно являются либо элементы надсистемы (внешней среды), либо сам объект в целом. Например, главная функция – «фокусировать свет», дополнительные функции: F₁ – «задерживать (посторонние) предметы (от попадания в глаз)», F₂ – «удерживать очки (перед глазами)».

Состав дополнительных общеобъектных функций полностью определяется техническими требованиями к объекту.

Основная функция обеспечивает выполнение главной функции: определяет работоспособность объекта, создает необходимые условия для осуществления главной функции. Эта функция непосредственно не связана с назначением объекта и является результатом тех решений, которые приняты для реализации главной функции. Без строго определенного набора основных функций не может быть выполнена и главная функция объекта. В практике ФСА применяются следующие основные функции: прием, ввод (вещества, энергии, информации), передача, преобразование, хранение, выдача (отдача).

Вспомогательные функции поддерживают основную функцию (иногда их называют функциями поддержки). Вспомогательная функция первого ранга – функция, обеспечивающая выполнение основной. Вспомогательная функция второго ранга – функция, обеспечивающая выполнение вспомогательной функции первого ранга и т. д. Вспомогательные функции способствуют сохранения работоспособности объекта в условиях окружающей среды, в то же время, защищая среду от нежелательных воздействий объекта, обеспечивают безопасность и удобство применения объекта, его ремонт, хранение, транспортирование и т. д. Они делают основную функцию более эффективной и привлекательной. Различают соединительную, изолирующую, фиксирующую, направляющую, гарантирующую вспомогательные функции.

Для более четкого определения основных и вспомогательных функций следует применять следующее правило. Если главная функция может быть реализована без какой-либо функции из перечисленного выше перечня основных функций, значит, данная функция является не основной, а вспомогательной.

По **степени полезности** для объекта различают полезные (требуемые, необходимые), нейтральные (бесполезные, ненужные) и вредные (нежелательные) функции. Полезные функции обуславливают потребительские свойства объекта. Нейтральные функции – функции, не влияющие на изменение потребительских свойств объекта. Вредные функции – функции, которые отрицательно влияют на потребительские свойства объекта.

По **характеру проявления** выделяют номинальные (требуемые), действительные (реализованные в объекте в явном виде) и потенциальные (реализованные в объекте, но до определенного времени не проявляющиеся) функции.

Кроме перечисленных выше функций, функциональные модели содержат подмножество видов функций более высокого и более низкого ранга.

Ранг функции – значимость функции, определяющая ее место в иерархии функций, обеспечивающих выполнение главной функции.

Стоит отметить, что хотя каждый отдельный объект, являющийся частью полного проекта, часто служит носителем вспомогательных функций, эти же объекты имеют и свои собственные главные функции, когда рассматриваются в качестве самостоятельных объектов.

Рекомендуется следующая индексация уровней выполнения функции: адекватный (А), избыточный (И), недостаточный (Н). Уровень выполнения функции определяется разностью требуемых и фактических значений параметров объекта.

Способность выявить различие между тем, что нужно (главные функции, обеспечивающие потребительские свойства) и что не нужно (вспомогательные функции, не имеющие потребительской стоимости), является основой успешного проведения ФСА. От этого зависит правильность определения лишних затрат.

Функциональное моделирование

Со временем метод функционального анализа, предложенный Л. Майлсом, перестал в полной мере соответствовать все возрастающим требованиям. Разработка функциональных моделей, отображающих связи функций в исследуемом объекте, и их совершенствование стали необходимым условием развития методологии ФСА, в результате которой были созданы два основных типа моделей: иерархические и FAST-диаграммы, построенные по методике системного анализа функций [38].

Потребности выявляются при анализе внешних функциональных связей объекта ФСА через установление степени функциональной сбалансированности между возможностями объекта ФСА и действительными (фактическими) функциональными требованиями к нему потребителей в условиях их взаимодействия с окружающей средой. Обязательной составной частью анализа является выявление и оценка степени функциональной сбалансированности при взаимодействии объекта в области физиологической и технической совместимости при эксплуатации, ремонте, обслуживании, хранении, транспортировании, упаковке и т. д. Этот анализ осуществляется путем сопоставления *функциональной модели* (ФМ) продукции, отражающей ее функциональные возможности, с моделью действительной потребности.

Функциональная модель – это выраженная в абстрактной форме сущность продукции, описанная с помощью основных функций (которые непосредственно реализуют назначение этой продукции – ее главную функцию) и функций, способствующих выполнению основных функций, т. е. косвенно реализующих ее назначение (ту же главную функцию). ФМ объекта строится на основе данных функционального анализа.

Функциональное моделирование как одна из главных процедур ФСА включает в себя следующие стадии:

- выявление и формулирование (логическое описание) функций объекта и его составных частей,
- группировка и определение иерархии функций,

- проверка правильности распределения функций,
- описание и графическое представление функциональных связей и функций в виде ФМ,
- оценка значимости и относительной важности функций.

Первая стадия была рассмотрена в разделе «Функциональный анализ».

Существует около десяти вариантов построения ФМ. Наибольшее распространение получили графические ФМ, то есть функциональные схемы и диаграммы. Самым простым считается вариант построения функциональной схемы в виде связного графа, относящегося к графам дерева с несколькими иерархическими уровнями (рис. 2.9).

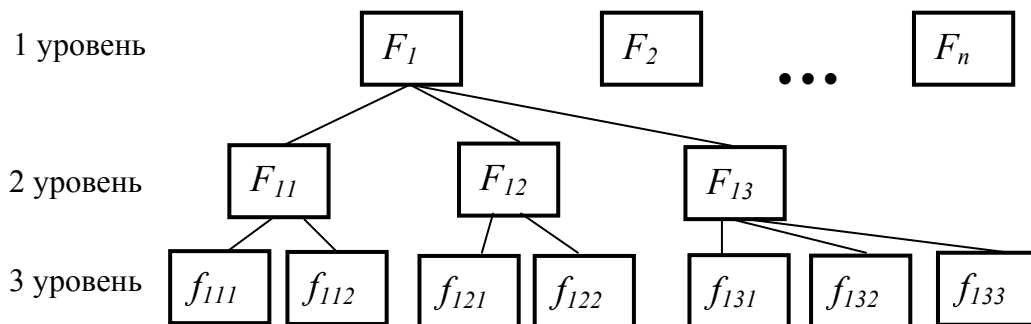


Рис. 2. 9. Схема построения иерархической функциональной модели

В этом варианте на первом уровне располагаются общеобъектные (главная и второстепенные) функции, на втором – основные внутриобъектные функции, на третьем вспомогательные внутриобъектные функции. При построении ФМ первоначально формулируются функции, относящиеся к объекту в целом, исходя из технического задания и совокупности требований потребителей, предъявляемых к объекту.

ФМ можно представить в виде функционально-структурной схемы (ФСС), в которой помимо внутриобъектных функций указываются выполняющие их структурные элементы. Такая схема позволяет наглядно представить функциональное строение объекта, взаимосвязи между его функциями и проводить активный поиск более эффективных решений по реализации требуемых функций. В качестве примера на рис. 2.10 приведена схема обобщенной ФСС трансформатора для подогрева кабеля в двух вариантах: исходном и окончательном. В процессе анализа и совершенствования исходной ФСС была проведена проверка обеспеченности выполнения функций данного трансформатора, которая показала, что функция F_6 по усилению перемещения обеспечена только частично, поэтому в схему необходимо внести специальный носитель для этой функции. При дальнейшем исследовании технических возможностей совмещения нескольких функций рассматриваемого трансформатора в одном функциональном блоке решено совместить функции F_{31} и F_{41} в одном устройстве ФБ3. Одновременно с этим часть функций устройства ФБ5 передано устройству ФБ4. Существует несколько разновидностей методики FAST, отличающихся набором и содержанием вопросов, а также правилами построения диаграммы.

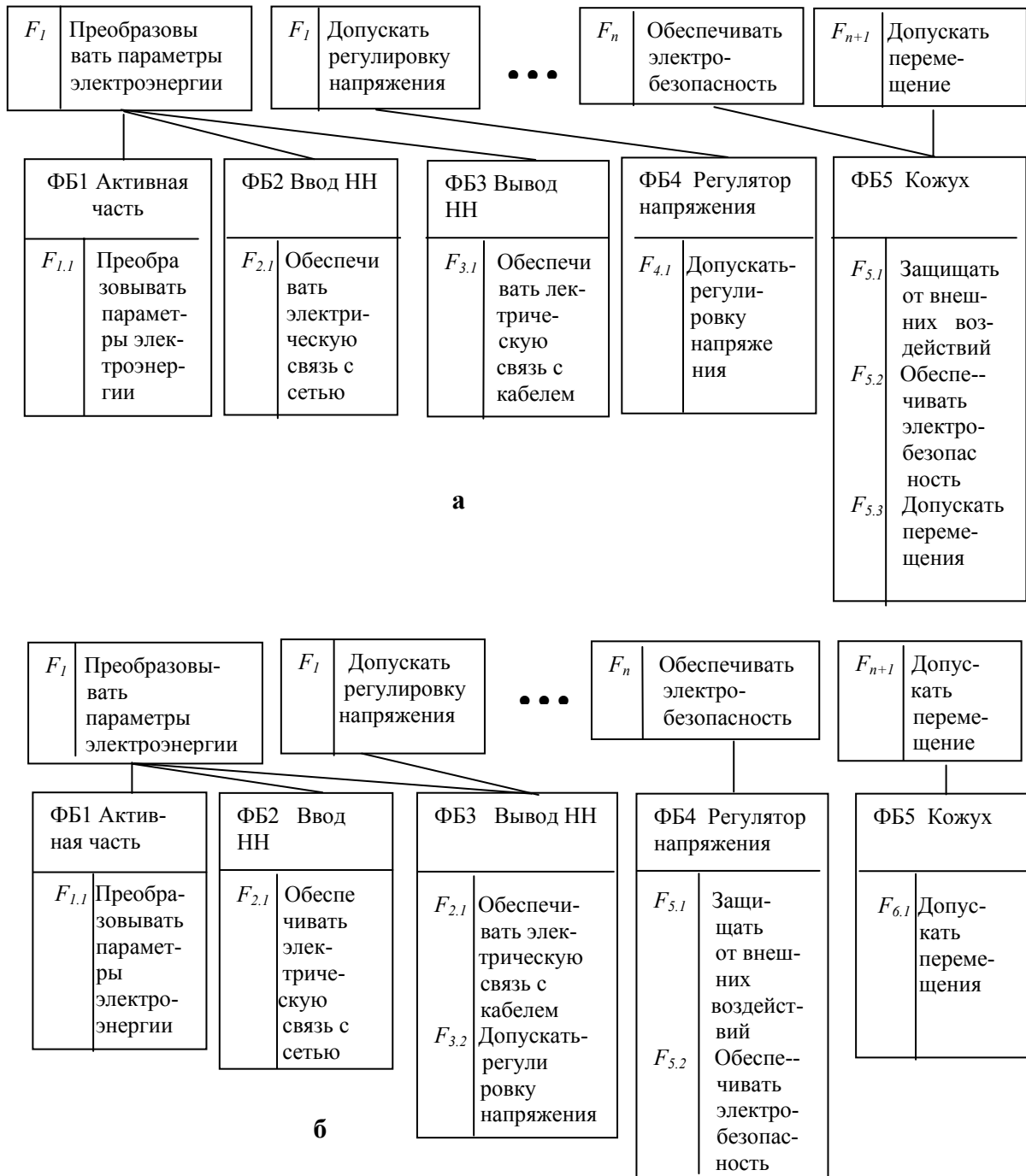


Рис. 2.10. Обобщённая функционально-структурная схема трансформатора для подогрева кабеля: а – исходный вариант, б – окончательный вариант (после ФСА); ФБ – функциональный блок

Для построения ФМ применяется также методика FAST, которая основана на использовании определенных тестовых вопросов для облегчения Методика FAST показывает

Наибольшее распространение получил вариант методики, базирующийся на использовании трех вопросов: «Как?», «Почему?», «Когда?» (рис. 2.11). В более полной форме эти вопросы выглядят следующим образом: «Как осуществляется данная функция?», «Почему (зачем) осуществляется эта функ-

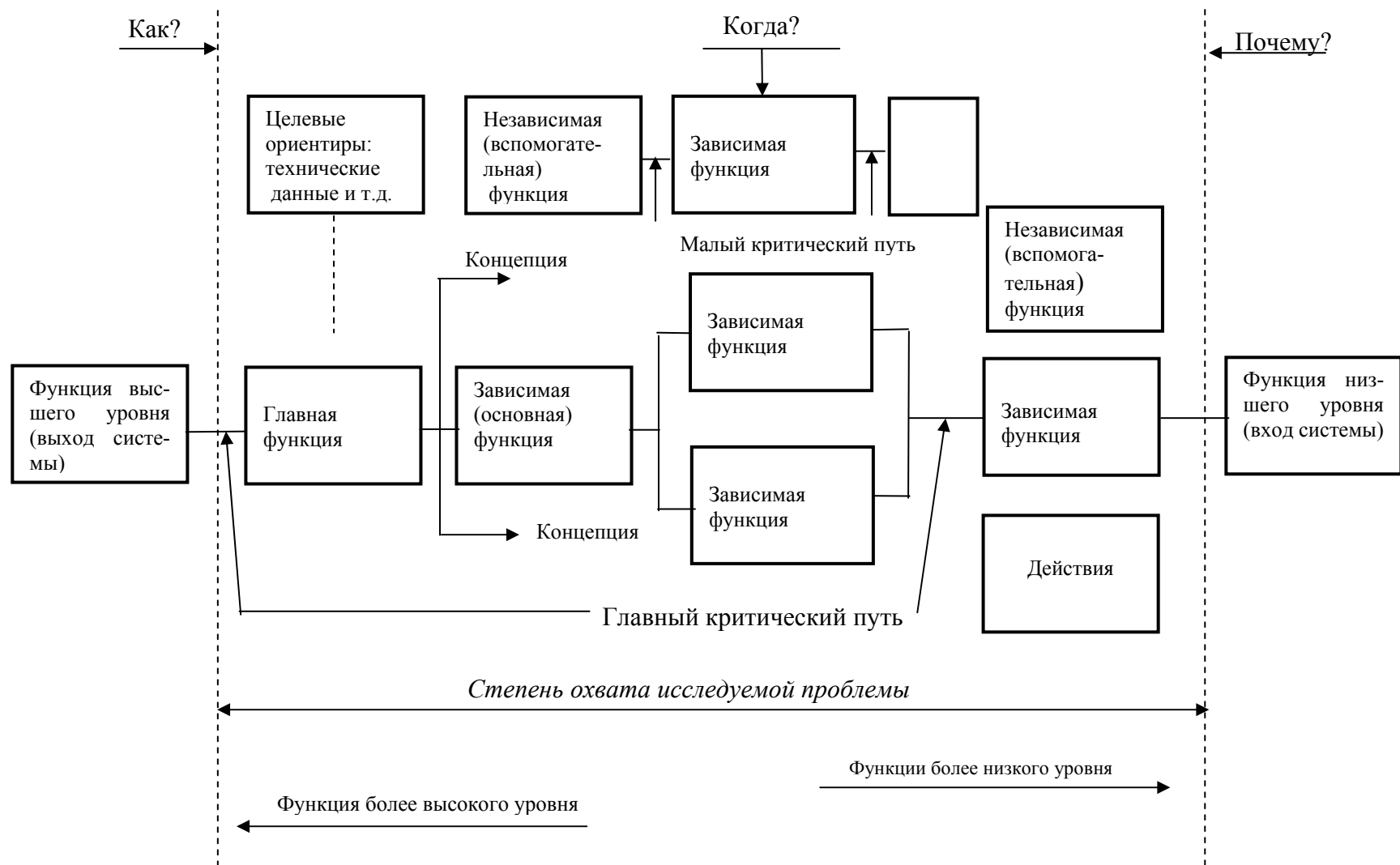


Рис. 2.11. Базовая модель диаграммы FAST

ция?», «Когда осуществляется эта функция?». Отвечая на второй вопрос, формулируют или проверяют расположение функций, находящихся на более высоком уровне по отношению к исследуемой в настоящий момент функции и располагающихся на диаграмме левее. Ответ на второй вопрос в конечном итоге способствует формулированию главной функции.

Третий вопрос позволяет правильно расположить на диаграмме FAST (рис. 2.11) функции, осуществляемые одновременно с другими, место которых на диаграмме уже определено. Можно отметить, что функции верхнего уровня иерархии должны отражать цель, а нижестоящие, в свою очередь, характеризуют средства ее достижения. Рамки исследуемой проблемы обозначаются пунктирными вертикальными линиями в левой и правой части диаграммы. Вводится понятие критического пути, который обозначается горизонтальными линиями между вертикальными пунктирными линиями и включает в себя наиболее важные внутриобъектные функции, в том числе главную функцию.

В публикациях, посвященных методике FAST, большое внимание уделяется вопросам унификации графических символов и обозначений, используемых при построении диаграммы. Четыре основных направления в диаграмме FAST показаны на рис. 2.12. При построении диаграммы соблюдаются два основных правила:

- направления «Как?» и «Почему?» всегда совпадают с линией критического пути. В направлении «Когда?» располагаются либо независимые (вспомогательные) функции (показаны вверху рисунка), либо действия (показаны внизу рисунка),
- вопросы всегда следует задавать в направлении «выхода» из прямоугольника с формулировкой рассматриваемой функции, при этом функции, являющиеся ответами на три основных вопроса, помещаются в прямоугольниках А, Б, В, Г (рис. 2.13).

Популярность методики FAST объясняется отчасти тем, что пока она является одной из возможностей формализации процедуры построения ФМ. Поэтому многие работы по автоматизации ФСА в части формирования ФМ, созданные по принципу человеко-машинного диалога, применяют методику FAST или ее разновидности

Помимо графического существуют и другие способы представления ФМ, основанные на иных принципах, среди которых наибольшее распространение получили различные матрицы. В табл. 2.15 приведена матрица взаимосвязи элементов объекта и их функций на примере аппарата местного освещения АМО 4.

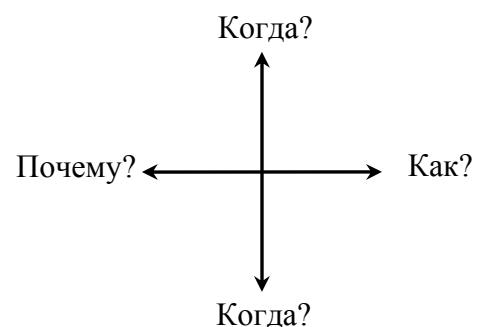


Рис. 2.12. Основные направления в диаграмме FAST

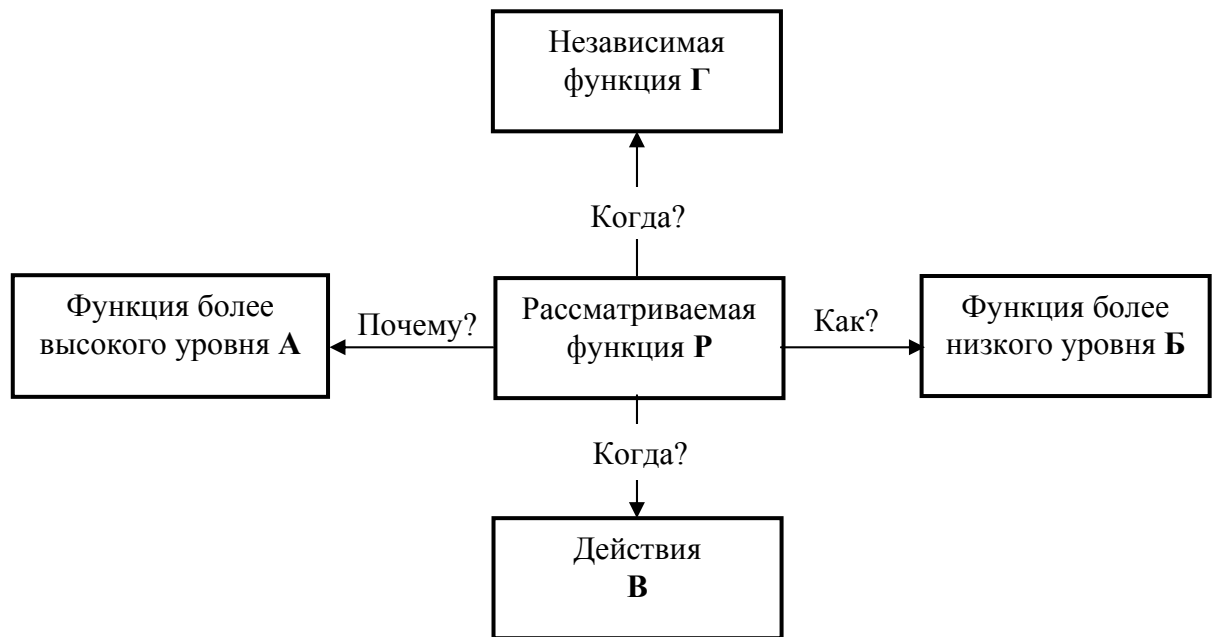


Рис. 2.13. Схема действия правила детерминированной логики

Для построения матрицы взаимосвязи функций и их материальных носителей на горизонтальной оси размещают элементы одного иерархического уровня, а на вертикальной оси – функции этих элементов. Функциональная модель включает в себя главную функцию объекта (F_1), комплекс дополнительных функций (F_2, F_3), а также функции, обеспечивающие выполнение главной – основные ($F_{21}, F_{22}, F_{23}, F_{24}$) и вспомогательные ($F_{251}, F_{252}, F_{253}$). Последние защищают объект от воздействия окружающей среды (как и окружающую среду от воздействия объекта), а также при его хранении, транспортировке и т.д. На пересечении столбцов и строк в табл. 2.15 занесены уровни выполнения функций.

С помощью матрицы можно выявить неочевидные (скрытые) функции элементов объекта, как полезные, так и вредные. Через анализы матрицы по строкам устанавливается факт участия включенных в матрицу элементов объекта в выполнении конкретной функции. Анализ матрицы по столбцам позволяет установить факт участия конкретного элемента в выполнении отраженных в матрице функций.

Для достижения требуемых потребительских свойств объекта минимальным числом его элементов функциональная модель преобразуется в функционально-идеальную модель.

Уменьшить количество элементов объекта можно процедурой функционально-идеального моделирования (свертывания) в следующих случаях:

- отсутствует объект его функции,
- функцию выполняет сам объект функции,
- функцию выполняют другие элементы системы или надсистемы.

Приведем пример. Техническая система (объект) – очки. Исключаемый элемент - дужки. Функция дужек – «удерживать линзы (перед глазами)». Формулировки свертывания: дужки можно исключить, если:

Матрица взаимосвязи элементов и их функций

Функции	Ранг функций	Элементы верхнего иерархического уровня				
		Трансформатор	Выключатель	Клеммник ВН	Клеммник НН	Кожух
F_1 Подавать ток – главная функция	Г					
F_{11} Преобразовывать (первичный) ток (во вторичный)	О	И				
F_{12} Коммутировать (первичный) ток	О		Н			
F_{13} Подводить (первичный) ток (к выключателю)	О		А	И		
F_{14} Отводить (вторичный) ток (от трансформатора)	О	А			И	
F_{15} Защищать (от внешней среды)	О					
F_{151} Защищать трансформатор (от внешней среды)	В ₁	А				
F_{152} Защищать выключатель (от внешней среды)	В ₁		А			
F_{153} Защищать клеммник ВН (от внешней среды)	В ₁			А		
F_{154} Защищать клеммник НН (от внешней среды)	В ₁				А	
F_{155} Защищать кожух (от внешней среды)	В ₁					А
F_2 Удерживать (элементы объекта) на станке	Д					А
F_3 Изолировать (первичный) ток	Д	Н	А	А		А
Функциональная значимость, %		70	12	6	4	8
Примечание: Г – главная функция; О – основная функция; В ₁ – вспомогательная функция первого ранга; Д – дополнительная функция; А – адекватный уровень выполнения функции – соответствие фактических параметров требуемым; И – избыточный уровень выполнения функций – превышение фактических параметров над требуемыми; Н – недостающий уровень выполнения функций –превышение требуемых функций над фактическими.						

- нет линз (свет фокусируется искусственным хрусталиком),
- линзы сами удерживаются перед глазами (контактные линзы),
- линзы удерживают перед глазами элементы объекта – очки (например, пенсне) или надсистемы (например, монокуляр или лорнет).

Целью аналитических процедур ФСА является также выявление в объекте и его надсистеме нежелательных эффектов (НЭ), которые преобразуются в задачи по совершенствованию объекта. Выявление типовых НЭ может

быть осуществлено при использовании функционального, стоимостного, параметрического, генетического анализов.

Функциональный анализ позволяет выявить следующие типовые нежелательные эффекты:

- наличие функций низкого ранга,
- малое количество полезных функций у одного элемента,
- наличие вредных функций, недостаточный или избыточный уровень выполнения функций,
- параллельное или последовательное дублирование (полное или частичное) выполнения функций во времени несколькими элементами,
- несогласованность уровней выполнения функций объекта в целом.

Возможности стоимостного анализа приведем ниже.

В заключение раздела отметим, что функциональная модель конкретной продукции должна постоянно и планомерно анализироваться с учетом изменяющейся ситуации у потребителей с тем, чтобы всегда была готова идеальная ФМ потребности для разработки новой или совершенствования выпускаемой продукции.

Стоимостный анализ

При проведении ФСА исследуются разнообразные затраты, которые возникают в процессе производства, сбыта и эксплуатации выпускаемой продукции или будут иметь место при разработке и реализации новой продукции. Цель стоимостного анализа – определение функционально оправданных затрат на разработку объекта. Чем выше степень полезности объекта, тем большую выгоду получает потребитель и тем большую прибыль имеет изготовитель [39].

Оценка значимости и относительной важности функций. Для вычисления степени влияния данной функции, называемой ее относительной важностью, предварительно проводится экспертная оценка значимости всех функций по отношению к функции высшего уровня. На рис. 2.14 приведена схема сетевой функциональной модели. Для того чтобы определить в рамках этой ФМ значимость входящей в нее вспомогательной функции «упорядочить данные (F₄)», необходимо найти значимость остальных вспомогательных функций, обеспечивающих основную функцию «сохранить данные». Это функции: «периодически записывать данные в автоматическом режиме (F₁)», «устанавливать режим доступа к данным (F₂)», «периодически копировать данные на магнитную ленту (F₃)». Очевидно, что чем выше значимость функции, тем большую пользу она вносит в функционирование объекта на своем уровне.

К числу наиболее доступных экспертных оценок значимости функций можно отнести метод попарных сравнений, при использовании которого строится матрица сравнений. В табл. 2.16 дана экспертная оценка функций, реализующих функцию «сохранять данные» в соответствии с фрагментом ФМ (рис. 2.14). Для оценки значимости функций используем систематизированный метод расстановки приоритетов, заключающийся в том, что на первом этапе система сравнения функций включает следующие оценки: если од-

на функция значимее другой, то имеет отношение 1,5 к 0,5, если функции примерно одинаковы по значимости, то имеет отношение 1 к 1. Заполним табл. 2.16. При этом априори имеем: $F_1 > F_2$, $F_1 < F_3$, $F_1 > F_4$, $F_2 < F_3$, $F_2 = F_4$, $F_3 > F_4$.

Значимость функции P_i определяется по формуле

$$P_i = U_i / \sum_{i=1}^n U_i.$$

Полученные данные значимости функций F_i заносим на рис. 2.14.

Таблица 2.16

Матрица попарного сравнения функций F_i

$F_i \backslash F_j$	F_1	F_2	F_3	F_4	Сумма баллов, U_i	Значимость, P_i
F_1	1,0	1,5	0,5	1,5	4,5	0,281
F_2	0,5	1,0	0,5	1,0	3,0	0,188
F_3	1,5	1,5	1,0	1,5	5,5	0,343
F_4	0,5	1,0	0,5	1,0	3,0	0,188

Если в оценке значимости функций принимает участие несколько экспертов и при этом каждый эксперт выбирает наиболее подходящий, по его мнению, метод оценки значимости (например, метод попарных сравнений, метод расстановки приоритетов, метод балльной оценки), то окончательное значение значимости функций $P_{\text{ср}}$ будет равно среднему от всех экспертов. При различной компетенции (информированности) экспертов окончательная оценка значимости определяется с учетом веса экспертов. В качестве источников информированности можно отметить следующие:

- практический опыт эксперта,
- интуиция,
- теоретические знания,
- зарубежный опыт,
- отечественный опыт.

Определение функционально оправданных затрат. В основе ФСА лежит принцип соответствия значимости функций и затрат на их осуществление. Авторы всех работ по определению функционально оправданных затрат исходят из того, что затраты должны распределяться в объекте пропорционально относительно важности (значимости) функций.

При оценке затрат более точная их оценка может быть получена на нижних уровнях функций. По затратам на нижнем уровне проводится расчет затрат на главную функцию. Допустим, что затраты на k -ю функцию нижнего уровня составили S_k . Тогда

$$S'_k = S_k / R_k,$$

где R_k – значимость k -ой функции,

S'_k – допустимые затраты на главную функцию.

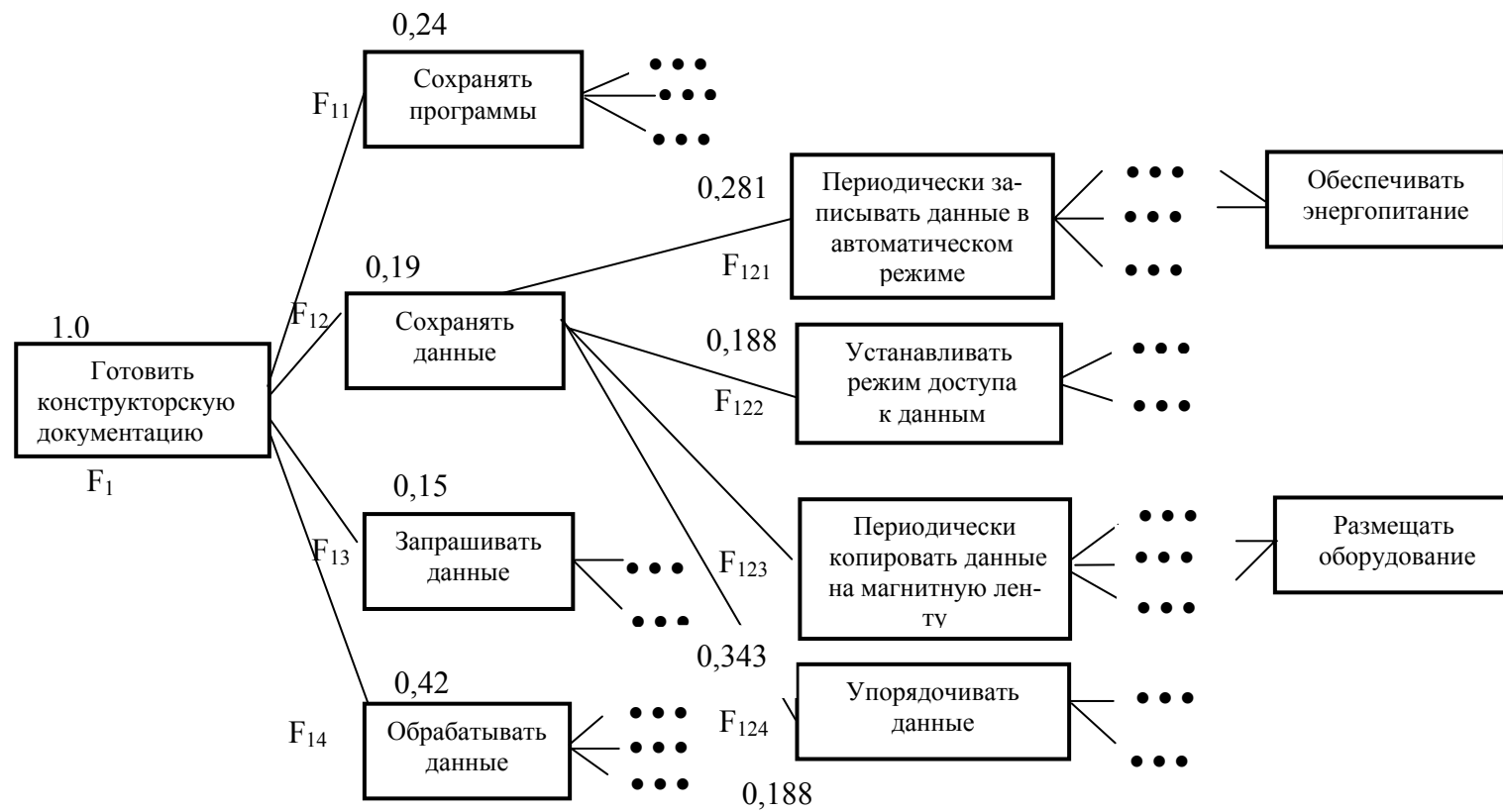


Рис. 2.14. Схема сетевой ФМ

Если усреднить затраты на главную функцию по каждой функции нижнего уровня, то получим

$$S'_{cp} = \frac{1}{m} \cdot \sum S'_k,$$

где m – число функций нижнего уровня.

Один из альтернативных вариантов оценки затрат состоит в том, что затраты и относительную значимость функций сравнивают не по функциям, а по элементам исследуемого объекта. Для этого необходимо:

- перечислить функции объекта, начиная с первого уровня,
- перечислить все составные элементы (части) объекта с относящимися к ним затратами, определенными на информационном этапе ФСА,
- выявить функции, подверженные влиянию каждого элемента,
- определить затраты на каждую функцию каждого элемента.

Рассмотрим этот вариант оценки на примере (табл. 2.17). После идентификации элементов объекта с их функциями и затратами строят матрицу, связывающую между собой элементы, функции и затраты. Все затраты распределяют по носителям (составляющим элементам) и приводят их конкретное значение для каждого элемента. Сведения о фактических затратах предприятия можно получить из счетов бухгалтерского учета. Для сопоставления затрат проводят индексацию цен на момент анализа на те ресурсы и цены, которые используются в расчете. Затем затраты на каждый такой элемент распределяют по функциям и подсчитывают их стоимость, а также долю затрат на функцию (в %) от их полного объема на объект. При распределении затрат на функцию может получиться, что несколько материальных носителей обеспечивают одну конкретную функцию. В приведенной ниже табл. 2.17 это имеет отношение к функциям «улучшать внешний вид» и «передавать усилие».

На заключительной стадии для каждой функции определяют индекс стоимости $K_{ис}$. Он включает в себя рассмотрение ценности функций, фактические затраты на них и вклад в удовлетворение запросов потребителя:

Индекс стоимости определяется отношением затрат к ценностям функции. Когда индекс $K_{ис}$ стоимости равен или меньше 1, объект считается ценным и имеет высокую стоимость. Если индекс больше 1, то объект воспринимается малоценным и имеет низкую стоимость. Потребитель принимает решение о приобретении объекта, когда ценность объекта значительно превышает затраты по всему жизненному циклу.

Таблица 2.17

Матрица распределения затрат по функциям

Состав- ляющие элементы объекта (каранда- ша)	Функции																			
	Удалять следы		Удерживать ластик		Улучшать внешний вид		Оставлять следы		Передавать усилие		Обеспечивать обжатиe		Давать информацию		Удерживать грифель		Защищать ос- нову		Полные затраты	
	Руб	%	Руб.	%	Руб.	%	Руб.	%	Руб.	%	Руб.	%	Руб.	%	Руб.	%	Руб.	%	Руб.	%
Ластик	0,15	100							0	0									0,15	
Обод			0,05	50	0,02	20			0,03	30	0	0							0,10	
Грифель							0,40	100											0,40	
Основа									0,15	50	0	0	0,03	10	0,12	40			0,30	
Покрытие					0,03	60											0,02	40	0,05	
Затраты на функцию	0,15	15	0,05	5	0,05	5	0,40	40	0,18	18	0	0	0,03	3	0,12	12	0,02	2	1,0	

3. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ

3.1. Непрерывное улучшение процессов

Улучшение качества или повышение производительности своей работы является естественной потребностью практически любого работника, связанной как с накоплением производственного опыта, так и повышением уровня знаний в области своей деятельности. Во многих случаях улучшение деятельности вызвано приведением организма индивидуума в менее напряженное состояние с меньшими энергетическими затратами [16, 62].

В то же время системное, а самое главное, непрерывное улучшение качества процесса, в котором задействован не один работник, а весь коллектив, требует организационно-методического воздействия, которое направлено не только на улучшение состояния организма работающих, но и на удовлетворение требований потребителя. Практика TQM показала, что непрерывное многолетнее совершенствование качества может привести к выдающимся результатам. Для японской экономики последних десятилетий присущ принцип поиска в управлении качеством новых методов, учитывающих изменения условий в экономике и обществе.

Впервые обоснование концепции непрерывного совершенствования качества дал В. Шухарт в виде замкнутого цикла. Развитие идей Шухарта американским ученым Э. Демингом привело к созданию цикла PDCA, называемого в литературе циклом Шухарта – Деминга (рис. 3.1). Аббревиатура PDCA расшифровывается как plan – do – check – act (планируй – выполняй – проверяй – корректируй).

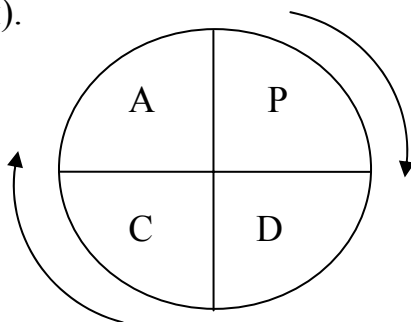


Рис. 3.1. Цикл Шухарта-Деминга

В современной литературе имеется большое количество модификаций этого цикла [31, 78], но суть непрерывного улучшения за счет последовательных действий от идеи до внедрения остается неизменной. На наш взгляд, наиболее удачный алгоритм непрерывного улучшения процесса деятельности приведен в работе [31]. На рис. 3.2 показаны фазы непрерывного улучшения качества процесса, а на рис. 3.3 приведены типовые этапы критического анализа процесса. Рассматривая этапы критического анализа, можно отметить, что первые шесть этапов направлены на выявление потерь или затрат дейст-

вующего производственного или технологического процесса. Самые важные седьмой и восьмой этапы являются результатом интеллектуальной деятельности одного работника или целого коллектива. Методы «мозгового штурма» помогут найти наиболее выгодное решение, но на сегодняшний день практикой творческой деятельности наработано достаточное количество простых методов решений, используя которые можно значительно сократить время и затраты. В таблице 3.1 приведены наименования методов и целевые направления их применения, а в таблице 3.2 дано краткое содержание простых методов.

Целью улучшения процессов обычно являются основные факторы, влияющие на качество процессов или увеличение затрат на их реализацию:

- изменения в технологии,
- износ оборудования и режущего инструмента,
- изменения методов управления процессами (например, применение статистических методов),
- изменения нормативов,
- нарушения технологической дисциплины,
- нестабильность технологической системы,
- улучшение производственных условий работы.

Основная цель улучшения процессов – снижение вариабельности характеристик качества и устранение или уменьшение влияния порождающих их причин. Достижение этой цели необратимо приведет к снижению уровня дефектности и непроизводительных затрат.

Непрерывное повышение точности технологической системы и сохранение ее стабильности (система под воздействием возмущающих факторов не может без корректировки постоянно сохранять свои характеристики) требует от производственного и технологического персонала действий по непрерывному улучшению качества, связанных в основном с выявлением причин все новых и новых отказов и несоответствий в процессах производства. Устранение отказа (или дефекта), как правило, не исключает коренной причины его возникновения. То есть надо искать и искоренять первопричины

Техника поиска первопричин может быть различной. Выше (табл. 3.2) показаны простые методы поиска решений. Но наиболее широко применяются в сегодняшней практике предприятий причинно-следственные диаграммы, называемые также диаграммами Исикавы (по имени автора). Именно они позволяют четко систематизировать все потенциальные причины, выделить из них самые существенные и провести системный поиск первопричины отказа.

Область поиска причин отказов в процессах производства продукции ограничена основными факторами, которые могут быть причинами отказов: технология (режимы, оснастка, инструмент), оборудование, материалы, персонал, внешняя среда. На начальном этапе поисков, с целью сокращения времени и затрат, важно выделить наиболее вероятный фактор отказа или зону причин дефектности.

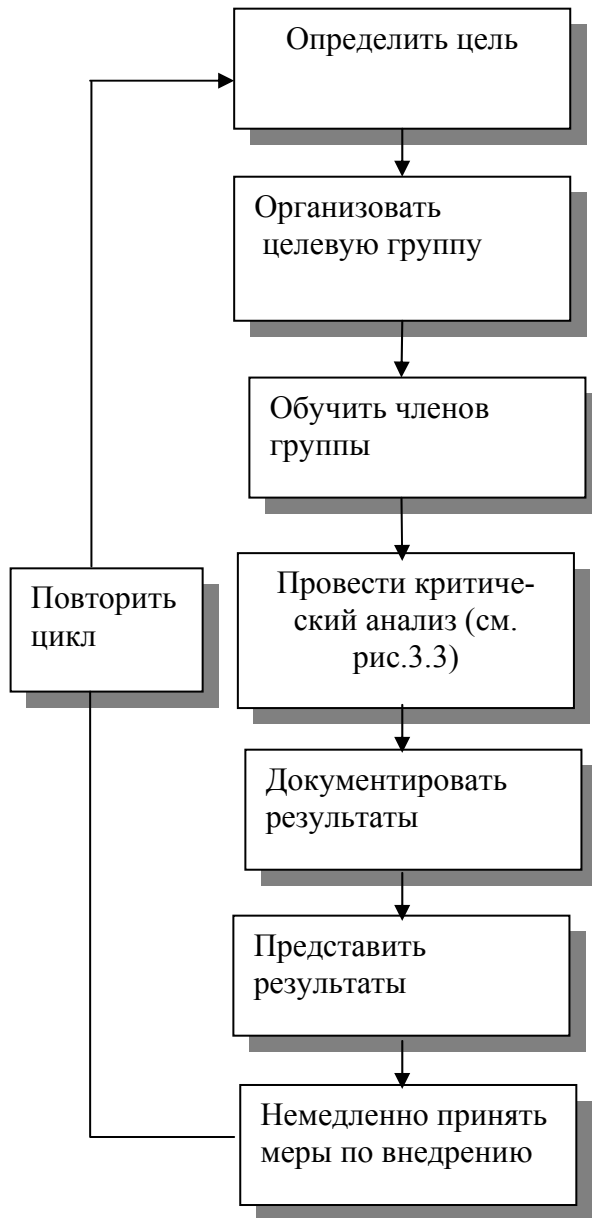


Рис. 3.2. Фазы непрерывного улучшения процесса

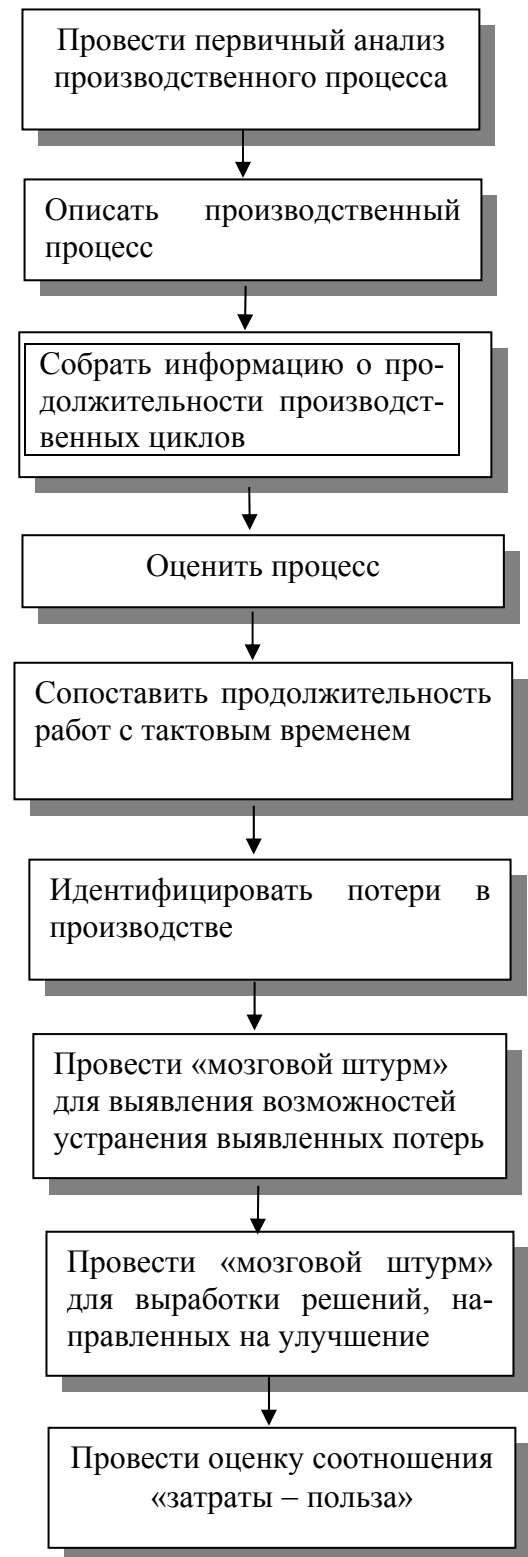


Рис. 3.3. Шаги критического анализа в ходе деятельности по непрерывному улучшению процесса

Таблица 3.1

Методы непрерывного улучшения процессов



Таблица 3.2

Содержание методов непрерывного улучшения процессов

Пять «S»	1. Упрощение (Simplify) – отделение и устранение ненужных действий 2. Приведение в порядок (Straighten) – расположение необходимых вещей таким образом, чтобы они были легкодоступными 3. Чистота (Scrub) – содержание в чистоте оборудования и рабочего места 4. Устойчивость (Stabilize) – превращение деятельности по поддержанию чистоты и порядка в повседневную практику 5. Закрепление (Sustain) – стандартизация деятельности по первым четырем «S» в целях того, чтобы этот процесс никогда не кончался
Пять «почему?»	Анализируя проблему, задавайте вопрос «почему?» пять раз, тогда вы сможете найти истинные причины проблемы
Наглядность производства	Концепция построения производства, при которой информация легкодоступна и понятна каждому работнику для применения ее в целях непрерывного улучшения. Примеры такого подхода: цветная маркировка штампов, ярлыки в зонах применения методики КАНБАН, маркированные ящики для хранения инструмента

Групповой подход	Процесс непрерывного улучшения переносит усилия с традиционных методов управления, реализацией которых занимались руководители и отделы предприятия, на деятельность специальных команд, создаваемых в ходе изменений процесса
Инструменты качества	Типичные инструменты качества включают в себя блок-схемы, частотные гистограммы, диаграммы Парето, причинно-следственные диаграммы и контрольные карты
Рока-Йоке (подсказки)	Находящиеся на рабочем месте наглядные «подсказки», аварийные сигналы, ограничители, счётчики, памятки и другие простые приспособления, которые помогают исключить или уменьшить дефектность, предупреждая возможные ошибки
Семь видов потерь	1. Перепроизводство – производство продукции в объеме, превышающем необходимый 2. Простои – бесполезно потраченное оператором или механизмом время по причине неотлаженности процесса 3. Ненужная транспортировка – перемещения материалов, которые не связаны с действиями по добавлению «ценности» в производимую продукцию 4. Бесполезные действия – любой процесс, не добавляющий какой-либо «ценности» в производимую продукцию 5. Чрезмерные запасы – излишки закупаемых продуктов (не соответствуют необходимому количеству для выпуска продукции) 6. Бесполезные движения – перемещения людей и механизмов, которые не добавляют «ценности» в продукцию 7. Выпуск дефектной продукции, вызывающий необходимость ее доработки, чтобы удовлетворить требования заказчика
Всесторонняя деятельность по поддержанию работоспособности оборудования	Общепризнанная программа поддержания оборудования в таком рабочем состоянии, которое обеспечивает его эффективную работу в течение всего жизненного цикла, что требует участия в программе каждого рабочего
Мгновенная смена модели	Метод или процесс, позволяющий переходить с выпуска одного вида изделия на другой, не снижая производительности, и без чрезмерного роста затрат, связанных с потерями на переналадку оборудования
Упорядочение рабочих действий	Приближение длительности рабочих операций к «тактовому времени» в целях повышения результативности операторов
Рациональная планировка	Оптимальное расположение оборудования, которое позволяет достигнуть производственных целей и минимизировать время производственного цикла
Движение «по одному»	Такое построение производственного процесса, при котором оператор занят на одной части процесса, а уж затем переходит к следующей. Это уменьшает число перемещений и транспортировок и позволяет обеспечить быструю обратную связь при появлении дефектов
КАНБАН	Механизм, который синхронизирует производство с требованиями заказчика по объемам и срокам поставок. Система КАНБАН обеспечивает производство необходимых частей в требуемых количествах в требуемые сроки

Допустим, что статистические данные или экспертные оценки подтвердили, что наиболее вероятной зоной (90%) отказа (дефекта) является некачественная работа персонала (рис. 3.4). Естественно, что расследование на этом не может быть завершено, так как еще нет возможности принять конкретные меры по устранению дефектности [46]. Расследование должно быть продолжено в выявленной зоне. Строим новую диаграмму (рис. 3.5). В этой диаграмме наиболее вероятной зоной отказа является низкая квалификация работника. Но и здесь требуется выявить еще один уровень причинности среди следующих факторов: незнание должностной инструкции, низкий исходный уровень образования, высокая текучесть кадров, отсутствие системы повышения квалификации (рис. 3.6). При точном прогнозировании наиболее вероятных причин сроки выявления первопричины могут быть значительно сокращены.

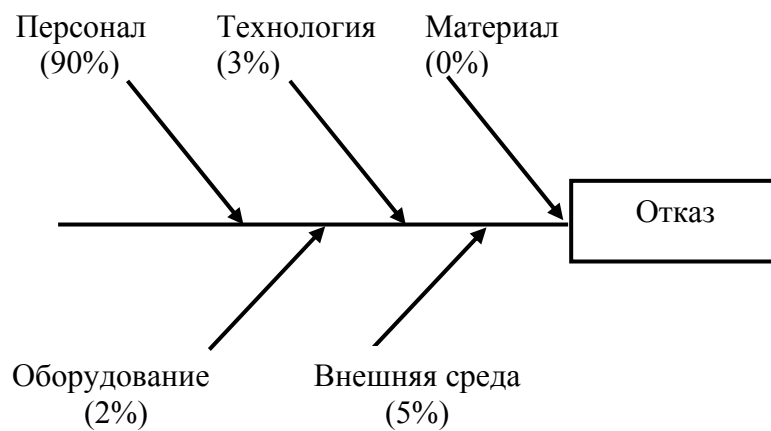


Рис. 3.4. Диаграмма Исикава (по отказу)

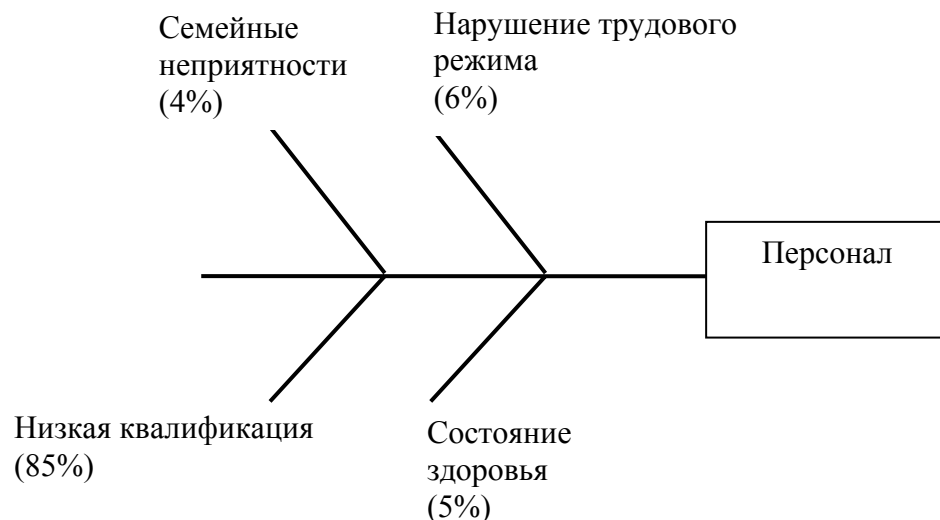


Рис. 3.5. Диаграмма Исикава (для персонала)

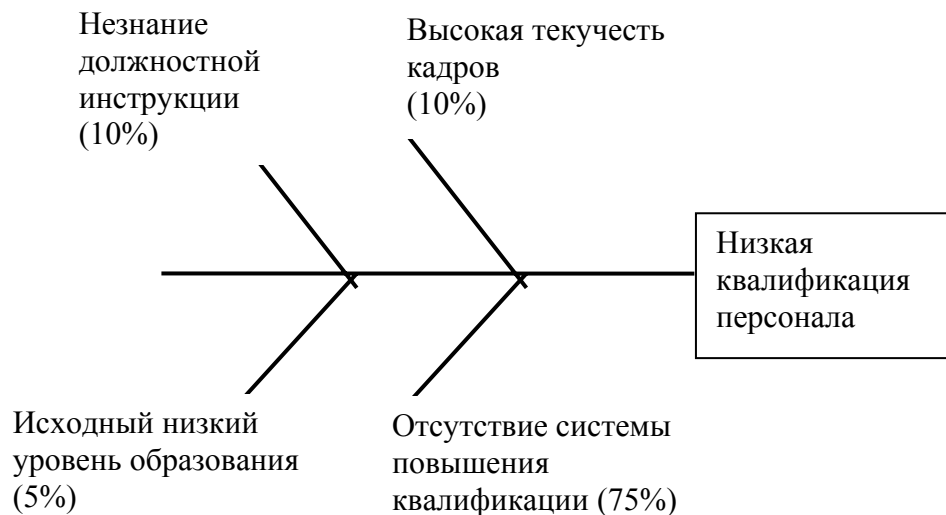


Рис. 3.6. Диаграмма Исикава (квалификация)

Руководители предприятий и подразделений, приверженные идее непрерывного улучшения качества процессов, должны быть настойчивыми, терпимыми, поддерживать усилия других и признавать их право на ошибку. Успехи (как и недостатки) должны стать достоянием гласности, чтобы сотрудники ощущали поддержку руководства. Трудности перехода к новой культуре менеджмента качества, как для руководства, так и для рядовых исполнителей объясняются, в том числе, укоренившимися в практике стереотипами. К числу последних относится неприменный поиск виновника допущенной ошибки вместо установления ее фактической причины. Результаты такого стереотипа выражаются в принятии мер преимущественно карательного характера и закрепляют желание работников по возможности скрыть дефекты своей работы. Это, в свою очередь, не позволяет обнаружить причины, а, значит, тормозит процесс улучшения и увеличивает многократно издержки.

Процессно-ориентированный подход к управлению предприятия позволяет получить структуру, деятельность которой направлена на постоянное улучшение качества конечного продукта и удовлетворение клиента. Такой процесс основан на понятии бизнес-процесса.

Бизнес-процесс состоит из набора операций. Порядок их выполнения в рамках бизнес-процесса, как правило, четко определен технологией или соответствующими правилами и инструкциями. Поэтому такие понятия, как маршруты и правила, определяющие бизнес-логику процесса, являются необходимыми характеристиками [32].

Внутренние бизнес-процессы предприятия разделяются на основные, вспомогательные и процессы менеджмента [17]. К основным относят процессы, создающие добавленную ценность и связанные с жизненным циклом производимой продукции или предоставляемой услуги:

- маркетинг, исследование рынка и запросов клиентов,
- проектирование и разработка продукции и услуг,
- взаимодействие с поставщиками,

- процессы производства, складирования и поставки продукции,
- сбыт и техническое сервисное обслуживание.

К вспомогательным (или подчиненным) процессам относятся процессы, обеспечивающие выполнение основных и формирующие инфраструктуру предприятия:

- подбор и управление персоналом,
- сбор данных и информации, ее хранение, обработка, оценка,
- обеспечение финансовых средств и инфраструктуры,
- контроль и текущее улучшение работ и процессов.

К процессам менеджмента можно отнести:

- стратегическое планирование,
- управление реорганизацией процессов и структуры предприятия,
- анализ отчетов по экономическому положению предприятия и др.

Можно отметить, что если процессы менеджмента определяют, в конечном счете, вектор развития производственных (основных) процессов, то вспомогательные процессы как бы поддерживают производственные процессы, обеспечивая им необходимыми ресурсами.

Среди производственных процессов часто выделяют так называемые ключевые, или основные для данной отрасли или предприятия. Критериями отнесения процессов к ключевым являются следующие признаки:

- процессы определяют создание продукции и услуг,
- процессы приносят потребителям очевидную пользу, за которую те готовы платить,
- процессы оригинальные для данной отрасли или предприятия,
- процессы, которые невозможно легко и быстро смоделировать,
- уникальные процессы, которые не могут быть заменены другими решениями.

Из приведенной классификации процессов, очевидно, что наибольший выигрыш для предприятия достигается при улучшении основных процессов, а из них приоритетной задачей является улучшение ключевых процессов.

Прежде чем начинать улучшение процессов, нужно знать, как они протекают в настоящее время. Необходимо понимать различные задачи и виды деятельности в процессе и идентифицировать их связь с другими этапами процесса. Для изображения процессов и их моделирования имеется большое количество вспомогательных средств и инструментов, в том числе программного обеспечения. Среди существующего в настоящее время программного обеспечения (ПО) можно выделить три основных класса программных продуктов:

- универсальное стандартное ПО компьютерной графики, которое может применяться и для отображения процессов. Например, Microsoft Word, Microsoft Power Point, Micrografx Designer, Corel DRAW,
- специальное стандартное ПО для отображения хода процессов в виде так называемых диаграмм потоков (Flowcharts). Например, ABC Flowchart, Flowmodel,

- специальное ПО для общего описания и моделирования процессов. Например, ARIS, Micrografx Optimal, модули процессов из SAP,
- специальное ПО для общего описания и функционального моделирования процессов (методология IDEFO). Например, BPwin.

Одним из самых распространенных графических средств (инструментов) для описания и наглядного представления рабочих процессов являются так называемые диаграммы потока (блок-схемы алгоритмов выполнения процесса), которые могут использоваться как в упомянутом выше программном обеспечении, так и для построения «вручную».

Построение и использование диаграмм-потоков – одно из самых важных действий в управлении как административными, так и производственными процессами. Очевидно, что прежде чем управлять (и тем более улучшать) каким бы то ни было процессом, следует понять, что это за процесс. Однако многие предприятия пытаются решать проблемы и улучшать свои рабочие процессы без осознания того, насколько важны схемы потоков в качестве первого шага анализа.

Рассмотрим подробнее один из методов постоянного улучшения качества, основанный на **принципе «Kaizen»**.

Японские фирмы раньше других перешли от отдельных методов улучшения качества к системе непрерывного улучшения продуктов и процессов (СНУПП), в основу которой положен принцип «Kaizen». В отличие от общепринятых до 90-х годов прошлого века принципов повышения качества продукции, предусматривающих разовые, существенные инновационные вложения, принцип «Kaizen» базируется на непрерывном и постепенном накоплении мелких улучшений, производимых всеми сотрудниками предприятия, включая высшее руководство и управленцев всех уровней фирмы. Если значительная инновация часто требует огромных инвестиций и специальной технологии, то принцип «Kaizen» требует, как правило, лишь «определенной порции здравого смысла и способности к квалифицированному труду, то есть того, что каждый в состоянии сделать» [9].

Почему придается так много значения участию всех сотрудников? Причина в том, что Kaizen-подход основывается на доверии к естественным стремлениям и способностям каждого человека. Этот подход позволяет работникам самостоятельно разрабатывать и осуществлять улучшения, не боясь, что их одернут свыше. Система СНУПП, базирующаяся на принципе «Kaizen», направлена на достижение следующих целей:

- развитие и активизация организационной структуры,
- развитие потенциальных способностей, улучшение рабочих показателей работников,
- получение полезных результатов – материальных и нематериальных.

Сформулированные выше цели соответствуют трем этапам практической деятельности:

- побуждение работников фирмы к участию,

- создание работникам возможностей развивать свои творческие способности и разрабатывать предложения,
- получение полезного эффекта от внедрения предложений.

В соответствии с поставленными целями Kaizen-предложения должны быть направлены на повышение прибыльности фирмы. Поскольку существует только два способа увеличения прибыли, то вносимые предложения можно классифицировать по двум целевым направлениям: идеи, способствующие повышению оборота, и идеи, способствующие снижению издержек. Фирма может работать с низкими издержками, если производство функционирует без дефектов, перегрузок, ненужных материальных затрат, перебоев и т. д. К этой категории могут быть отнесены все предложения, направленные на интенсификацию процессов, то есть повышение производительности труда, а также повышение качества процессов. Постоянные улучшения с целью увеличения оборота включают в себя предложения по совершенствованию сервиса, усилению рекламы, повышению качества маркетинга и др.

На многих предприятиях, в том числе и российских, достаточно хорошо налажена работа бюро по рационализации и изобретательству в части творческой активности работников. Гораздо слабее налажен процесс по рассмотрению этих предложений и их внедрению. Наиболее сильной стороной системы СНУП является исключительно четкая и оперативная реакция соответствующих подразделений фирмы на Kaizen-предложения, в том числе и по выплате денежных вознаграждений. Эта сторона дела является важнейшей для сохранения непрерывного потока предложений.

Характеристика Kaizen-циклов. Система предложений на базе Kaizen-подхода образует замкнутый цикл (рис. 3.7) из четырех основных составляющих.

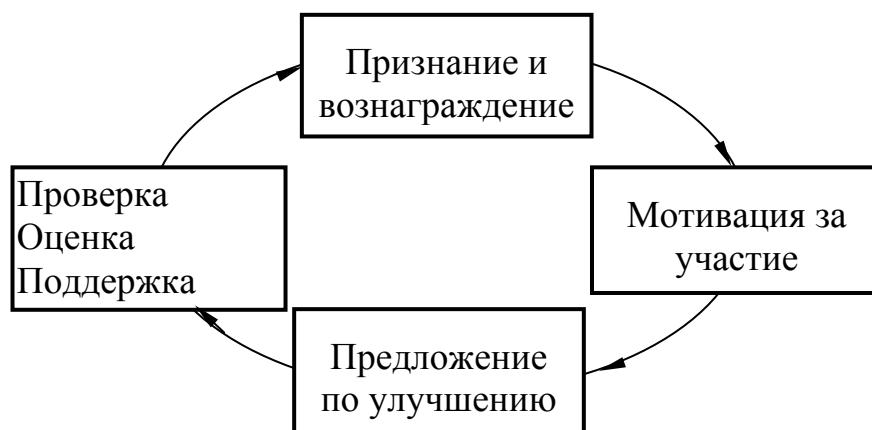


Рис. 3.7. Цикл Kaizen-активности

При этом необходимо:

- мотивировать своих сотрудников на участие в решении проблем и в то же время не забывать о своих повседневных обязанностях,
- мотивировать сотрудников фиксировать свои предложения на бумаге,

- проверять и оценивать предложения, оказывать сотрудникам необходимую помощь,
- обеспечивать признание и материальное вознаграждение материалов.

При бесперебойном осуществлении этого цикла предложения плавно переходят одно в другое. Каждая идея влечет за собой следующую идею, и достигнутые улучшения перекрываются дальнейшими улучшениями. Конечно, необходимо инициировать творческую деятельность работников.

Методы воздействия на деятельность по предложениям можно разделить на две категории: стратегия «подталкивания» и стратегия «подтягивания». Разновидности стратегии «подталкивания» включают, например, методы, повышающие мотивацию работников. Среди них есть как мягкие методы, так и жесткие (своего рода приемы давления). К мягким методам стимулирования деятельности можно отнести различного рода пропагандистские кампании и мероприятия. Более новыми средствами могут являться различного рода видеоматериалы. К стратегии «подтягивания» относятся в основном методы поощрения, в подавляющем большинстве – денежные вознаграждения. Другими важными элементом стратегии подтягивания являются проверка и оценка, инструкции начальства, помощь при практической реализации предложений. В отличие от типовых схем рассмотрения предложений работников, предусматривающих централизованную проверку, Kaizen-подход практикует сбор и проверку предложений по месту их возникновения, что весьма логично и здраво, так как руководитель подразделения или мастера, лучше других знающие дело, которым занимаются подчиненные, вероятно, и дадут самую верную оценку предложений. Рассмотрение и оценка предложений должны проводиться быстро, по возможности - немедленно. Если работник в результате творческого напряжения ума нашел путь решения какой-либо проблемы, то он хочет как можно быстрее узнать, насколько его решение верное. Такое состояние вызвано творческим «зудом». Поэтому предложения с малым экономическим эффектом, доля которых обычно больше, рассматриваются в первую очередь. Предложения с существенным экономическим эффектом рассматриваются дольше, так как они проходят экспертизу специалистов. Работники, ознакомленные с таким порядком рассмотрения, в редких случаях жалуются на задержку ответа.

Оценка предложений. Справедливость оценки предложений – один из важнейших факторов эффективности системы СНУПП. Даже при больших размерах вознаграждений, если критерии оценки предложений сложны или непонятны, проверка проводится долго, затягивается оглашение результатов, творческая активность работников невелика. Каждая фирма разрабатывает собственную методику оценки предложений в зависимости от традиций, от состояния бизнеса, от квалификации персонала и др. Но вместе с этим основные критерии оценки предложений практически совпадают: эффективность (прибыльность, снижение затрат), новизна (оригинальность), возможность реализации (техническая, организационная, экономическая). Каждый из критериев имеет диапазон значимости (обычно от 0 до 40 баллов). Сумма

баллов по всем критериям определяет величину вознаграждения. Зависимость вознаграждения с увеличением количества баллов имеет резко возрастающий характер. Например, фирма «IR West Japan» при сумме баллов менее 30 отклоняет предложение, при 30-40 баллах выдает премию в 500 иен, при 40-50 баллах – 1000 иен, при 60-70 баллах – 3000 иен, при 80-90 баллах – 20000 иен и т. д. Некоторые фирмы практикуют для предложений с малым экономическим эффектом блиц-оценку (табл. 3.3). Нельзя недооценивать этап оценки предложений, ожидания результатов которого имеют исключительное психологическое воздействие на работника.

Таблица 3.3

Уровни и критерии оценочной блиц-таблицы

Критерии \ Уровн.	Посредственно	Хорошо	Очень хорошо
Реализация или эффект	200 иен	500 иен	1000 и более иен
Идея или решение проблемы	Премия за участие	200 иен	500 иен
Выявление проблемы	Отклонено	Премия за участие	200 иен

Успешное внедрение системы СНУПП на фирмах Японии привело к широкому ее распространению в других странах, из которых наибольшее распространение система получила на автомобильных предприятиях Германии («Фольксваген», «Опель», «Мерседес-Бенц», «Бош» и др.). Хочется надеяться, что идеи «Kaizen» заинтересуют и российские предприятия.

3.2. Реинжиниринг

Постоянное, каждодневное улучшение бизнес-процессов, осуществляемое всеми работниками предприятия, является одним из принципов менеджмента качества. Но постоянное улучшение не может бесконечно давать необходимые результаты, рано или поздно оказывается, что дальнейшее повышение качества в рамках существующей системы управления невозможно.

В противоположность постоянному улучшению, которое постоянно накапливает эффективность, реинжиниринг совершает прорыв в улучшении, дает резкое повышение эффективности и результативности [74].

Реинжиниринг бизнес-процессов (business process reengineering) – новая методология перестройки деятельности (процесса) радикальным (а не эволюционным) путем. Его популярность во многом связана с развитием информационных систем и технологий [17].

Принципиальные положения реинжиниринга:

- перестройка процессов должна осуществляться с чистого листа (то есть без учета всего предшествующего опыта),
- реинжиниринг ставит под сомнение основные предположения и пути, которыми до сих пор пользовались на производстве,

- реинжиниринг требует творческого подхода персонала,
- радикальные изменения осуществляются с помощью или на основании информационных технологий.

Отразим в табл. 3.4 различия между постоянными улучшениями и реинжинирингом.

Таблица 3.4

Основные различия между улучшениями и реинжинирингом

Наименование параметра	Методы постоянного улучшения	Реинжиниринг
Уровень изменений	Наращивание	Радикальный
Начальная точка	Существующий процесс	Единовременно
Требуемое время	Короткое	Длительное
Направление воздействия	Снизу-вверх	Сверху-вниз
Охват	Узкий	Широкий, межфункциональный
Риск	Умеренный	Высокий
Основное средство	Статистические методы	Информационные технологии
Тип изменения	Культурный	Культурно-структурный

Проект по реинжинирингу осуществляется обычно в несколько этапов:

- анализ действующих на производстве бизнес-процессов и их моделирование,
- переосмысление процессов и разработка принципов новых бизнес-процессов,
- внедрение новых бизнес-процессов.

Как уже отмечалось выше, разработка новых процессов требует коллективного творческого подхода, а значит, создания рабочей группы (команды), состоящей из специалистов из разных функциональных подразделений.

Так, в работе [42] рекомендуется формирование команды проводить в следующем составе:

- лидер (инициирует проведение реинжиниринга, лично заинтересован в результатах проекта),
- владеец процесса (менеджер, отвечающий за обновляемый процесс, его задача – обеспечить нормальные условия для функционирования команды),
- ведущий специалист компании, отвечающий за методологию и инструментальное обеспечение реинжиниринга, осуществляет оперативное руководство командой, а также координацию работ,
- эксперты по отдельным направлениям деятельности,
- группы обеспечения качества процессов,
- группы ведения документации.

Переосмысление действующих процессов может быть осуществлено на основе следующих принципов:

1. Объединять несколько работ в одну, если при действующем бизнес-процессе больше времени тратится на согласование и утряску взаимодействий, чем на выполнение процесса. В этом случае интегрированный процесс может обеспечить значительное сокращение времени на его исполнение.

2. Разрешать исполнителям процессов самостоятельно принимают решения, чтобы резко уменьшить количество вертикальных связей. Одновременно у исполнителей вырабатывается чувство ответственности за принятие решений.

3. Выполнять работы по процессу в их естественной последовательности, то есть не накладывать на процесс дополнительные требования на его выполнение.

4. Выполнять работы по процессу там, где наиболее целесообразно, то есть требования к положению или размещению процесса должны исходить из условия, что их выполнение даст наибольший экономический выигрыш.

5. Предусмотреть, что процессы могут иметь разные варианты исполнения, то есть не один процесс на все варианты выполнения, а разные процессы – на разные варианты. Критерием и в этом случае является экономический эффект.

6. Уменьшать количество входов в процесс, то есть желательно убирать те входы, которые требуют предварительного согласования. Это позволит перейти от последовательного исполнения процессов к параллельному.

7. Снижать долю работ на проверку и контроль операций, так как процедуры контроля или проверки не являются добавленной ценностью процесса.

8. Уменьшать число согласований, то есть освободить процесс от опутывания его условиями выполнения.

9. Установить, что ответственный менеджер должен являться единственным контактным лицом по процессу, что значительно уменьшит риск неправильных решений по процессу.

10. Сочетать за счет агрегирования информации централизованные и децентрализованные операции процесса.

Желательно достигнуть следующих последствий реинжиниринга бизнес-процессов:

- перейти от функциональной структуры управления подразделениями к командам по управлению процессами,
- сделать работу исполнителей многоплановой, творческой,
- дать возможность сотрудникам принимать самостоятельные решения, в том числе выбирать варианты достижения поставленных целей,
- перейти на новый уровень системного повышения квалификации работников,
- изменить оценки эффективности работы и оплаты труда,
- изменить функции менеджеров от контролирующих к координирующим (тренерским),
- изменить критерии продвижения сотрудников в должности и др.

Реинжиниринг является достаточно рискованной деятельностью. Экспертные оценки показывают, что около 50% проектов заканчиваются неудачно.

Поэтому при реализации проектов по реинжинирингу следует понимать причины побед и неудач. Очевидно, что есть ряд факторов, которые в большей мере, чем остальные, способствуют успеху инжиниринга. К ним можно отнести:

- повышенное внимание к ходу реинжиниринга высшего руководства предприятия,
- понимание среди сотрудников (за пределами команды) значения проводимых работ,
- наделение работ по реинжинирингу собственным бюджетом,
- работы по реинжинирингу должны быть сфокусированы на приоритетные направления деятельности предприятия,
- роль и обязанности команды должны быть четко определены,
- результаты выполняемого проекта должны быть конкретизированы,
- консультирование по реинжинирингу должно выполнять поддерживающую роль, а не являться управляющим воздействием,
- все участники реинжиниринга должны осознавать степень риска предприятия в случае неудачного исхода.

Проведение реинжиниринга может сопровождаться негативными факторами, которые желательно вычленивать до начала работ, чтобы их воздействие не было внезапным. К ним относятся следующие:

- предприятие пытается в большей мере совершенствовать процессы, чем их радикально изменить,
- предприятие не сосредотачивается на реинжиниринге,
- недооценка роли и возможностей команды в решении проблем реинжиниринга,
- предприятие довольствуется малым, не расширяя объемы реинжиниринга,
- преждевременное завершение реинжиниринга,
- недостаточное выделение ресурсов для проведения реинжиниринга,
- излишнее сосредоточение внимания на технологических проблемах реинжиниринга и др.

Российская практика пока весьма бедна эффективным опытом реинжиниринга, но это не должно смущать руководство предприятий, желающих за счет этого расширить свою нишу продаж на товарном рынке. Западный опыт реинжиниринга показывает, что хотя вероятность успешных результатов не выше, чем неудачных, но один среднестатистический успешный реинжиниринг способен покрыть затраты нескольких среднестатистических неудач.

В качестве примера успешного реинжиниринга приведем один из проектов фирмы «Кодак» (Kodak).

Фирма решила провести реинжиниринг процесса разработки нового изделия и при этом ориентировалась на применение последовательно-параллельного подхода при разработке документации. С целью ускорения выпуска нового изделия фирма приняла решение использовать безбумажную технологию CAD/CAM, позволяющую проектировать изделия непосредственно на экране компьютера.

Использование CAD/CAM и интегрированной базы данных, хранящей текущее состояние проекта, позволило фирме применить при разработке ряда компонентов новой продукции параллельный подход. Каждый день в базу данных добавлялись результаты, полученные параллельно работающими группами. Если несоответствия обнаруживались, то они тут же исправлялись.

Новый процесс разработки позволил сократить срок выпуска новой продукции с 70 до 38 недель, что уменьшило себестоимость изготовления изделия на 25%. Более того, новый проект позволил промоделировать процессы сборки изделия, стало возможным выбирать те конструкции, которые проще и дешевле в производстве.

3.3. ТРМ – эффективность оборудования

Одной из острейших проблем российских предприятий является использование устаревшего морально и изношенного физически промышленного оборудования. Во многих случаях именно оно является причиной аварий, травм и техногенных катастроф. Такое оборудование служит источником низкой производительности труда и не позволяет сохранять точность и стабильность технологических систем. Ремонт и обслуживание изношенного оборудования требует больших затрат. Все эти факторы приводят к высокой себестоимости продукции и не способствуют ее конкурентоспособности.

Можно выделить три аспекта проблемы управления оборудованием, на которые пока еще недостаточно обращают внимание специалисты российских предприятий: на что заменить оборудование, как его заменить, каким образом замененное оборудование обслуживать и эксплуатировать [57,58].

Что касается замены оборудования, то его можно купить у отечественных производителей, купить за рубежом, изготовить самим. Последний вариант для большинства предприятий отпадает, так как это требует создания соответствующего производства, связанного с большими капитальными затратами и не гарантирующего требуемого качества изготовления. Покупка у отечественных производителей, потерявших за время реформ время и квалифицированный персонал, оборудования, не уступающего по своим техническим характеристикам зарубежным, вряд ли возможна. Об этом свидетельствуют и статистические данные: импорт продукции станкостроения за 2001 год вырос больше чем в 6 раз, в то время как внутреннее производство сократилось на 7%. Остается один путь: покупка за рубежом, что и имеет место на практике.

При покупке импортного оборудования следует знать, что чем выше стоимость оборудования, тем оно долговечнее. В России стоимость оборудования определяется только затратами предприятия-изготовителя. Покупая дешевый зарубежный станок, нужно хорошо подсчитать, выгодно ли это предприятию.

Наибольшего внимания заслуживает третий аспект: как устанавливать, запускать, обслуживать и эксплуатировать замененное оборудование. Современное, как правило, высокотехнологичное оборудование требует не только

соответствующего уровня знаний персонала, но и новой системы взаимоотношениями между работниками, связанными с этим оборудованием. Выстраивание системы отношений – сложная, требующая длительного времени задача. Решение этой задачи может быть облегчено и ускоренно благодаря использованию мирового опыта эффективного управления оборудованием.

Наиболее полное выражение этот опыт на сегодняшний день нашел в модели TPM (Total Productive Maintenance). Этот термин по смыслу можно перевести, как «обслуживание оборудования, позволяющее обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала» [79].

Модель TPM родилась в 60-е годы в Японии. До этого в японских компаниях широко применялась американская система профилактики оборудования, практикующая четкое разделение труда между операторами, использующими оборудование, и специалистами, осуществляющими его техническое обслуживание.

В процессе системной реализации сложившейся в Японии системы управления качеством японские специалисты не могли обойти вниманием такой существенный фактор обеспечения качества, как оборудование. Первой из компаний этой проблемой стала заниматься корпорация «Тойота».

При проведении мероприятий по автоматизации производства в компании возникла проблема эффективного использования сложного оборудования. Решение нашли с помощью двух идей. Во-первых, операторам, которые работали с оборудованием, были вменены функции его текущего обслуживания. Во-вторых, с участием кружков качества была создана система поддержания в нормальном состоянии всего оборудования компании всем ее персоналом.

Японский институт промышленного обслуживания трактует понятие TPM таким образом: «TPM – это стратегия менеджмента, основанная на здравом смысле, использующая качественную эволюцию работников и рабочих мест для достижения положительного результата. Цель TPM – максимизация эффективности производственной системы за счет построения мощной, основанной на базовом (начиная с рабочих мест) уровне производства системы предотвращения любых потерь с учетом всего жизненного цикла оборудования».

Позднее система TPM охватила не только производственные, но и конструкторские, коммерческие, управленческие и другие подразделения, то есть стала общефирменной. В настоящее время сложилось следующее назначение и содержание системы TPM:

1. Целью TPM является создание предприятия, которое постоянно стремится к предельному и комплексному повышению эффективности производства.

2. Средством достижения цели служит создание механизма, который охватывая непосредственно рабочие места, ориентирован на предотвращение всех видов потерь (несчастных случаев, поломок, брака) на протяжении всего жизненного цикла производственной системы.

3. Для достижения цели задействуются все подразделения компании, но, прежде всего, производственные.

4. В достижении цели участвует весь персонал – от высшего руководителя до работника «первого звена».

5. Стремление к достижению «нуля потерь» реализуется в рамках деятельности иерархически связанных групп, в которые объединены все работники.

С 1991 года система TPM начала применяться на ведущих компаниях многих стран мира. На этом фоне, несмотря на острые проблемы с эксплуатацией оборудования, заметно отставание российских предприятий, на подавляющем большинстве которых не только не применяется эта система, но о ней не знают и специалисты предприятия.

Качественное улучшение состояния предприятия достигается при TPM за счет согласованного изменения двух факторов:

- развитие профессиональных навыков (операторы должны уметь самостоятельно производить ежедневное обслуживание оборудования, механики – непрерывно поддерживать работоспособность высокотехнологического оборудования),

- усовершенствование существующего оборудования (повышение эффективности использования оборудования за счет его непрерывного улучшения и проектирование нового оборудования с учетом полного жизненного цикла).

В табл. 3.5 приведены усредненные данные по характеристикам оборудования ряда японских компаний (лауреатов премии TPM), достигнутых ими в результате реализации системы TPM.

Таблица 3.5

Усредненные результаты TPM

Параметр	Результат	Эффект
Производительность труда по добавленной стоимости	Увеличение в 1,5 – 2 раза	Повышение производительности
Число случайных поломок и аварий	Сокращение в 10-250 раз	Снижение отказов
Загруженность оборудования	Увеличение в 1,5 – 2 раза	Повышение долговечности
Число случаев брака	Снижение в 10 раз	Снижение брака
Число рекламаций от потребителей	Уменьшение в 4 раза	Снижение брака
Себестоимость продукции	Снижение на 30%	Снижение затрат
Запасы готовой продукции и незавершенка	Снижение на 50%	Снижение затрат
Случаи нарушения сроков поставок	Ноль	Снижение затрат
Производственный травматизм	Ноль	Повышение безопасности

Загрязнение окружающей среды	Нуль	Улучшение экологии
Число рационализаторских предложений	Увеличение в 5-10 раз	Новые идеи

TPM предполагает повышение эффективности производственной системы за счет ликвидации всех потерь, препятствующих повышению эффективности, как работы человека, так и использования оборудования, энергии, сырья и инструментов. Обычно для предприятий обрабатывающей промышленности выделяют 16 видов таких потерь:

- административные (управленческие),
- операционные,
- организационные,
- потери при перемещении деталей,
- потери при измерениях и наладке,
- потери энергии,
- потери сырья,
- потери вспомогательных материалов и от дефектов инструмента,
- потери от неплановых остановок,
- потери из-за поломок,
- потери при переналадке,
- потери при замене режущего инструмента,
- потери при запуске,
- потери от приостановок и холостого хода,
- потери из-за снижения скорости,
- потери вследствие брака и переделок.

Согласно концепции TPM, главное препятствие эффективному использованию оборудования составляют два вида поломок: вызывающие останов оборудования и приводящие к отклонению от нормального хода работы, влекущие за собой брак или другие потери.

Поломка – «это видимая часть айсберга», причины которой кроются в невидимой части, состоящей из совокупности скрытых дефектов, таких как: пыль, грязь, налипание на рабочие поверхности частиц материала, износ, люфт, коррозия, деформация, трещины, вибрации и т. д. Скрытые дефекты накапливаются, взаимно усиливая друг друга, критическая их масса приводит к поломке.

Поломкам оборудования часто не уделяется должного внимания. И этому есть ряд объяснений. Первое кроется в человеческой психологии. Скрытые дефекты не воспринимаются глазом, на них работники не обращают внимания, а потому и не связывают с причинами поломок. Второе объяснение связано с самим оборудованием и установленным порядком его эксплуатации. Оборудование нередко бывает спроектировано так, что скрытые дефекты либо невозможно обнаружить, поскольку все закрыто крышками и

кожухами, либо сложно – из-за затрудненного доступа к чистке и смазке соответствующих поверхностей.

Появление скрытых дефектов означает ухудшение состояния оборудования, поэтому в ТРМ разработана система выявления скрытых дефектов и приведения оборудования в нормальное состояние.

В последние годы в ТРМ внедряется новая система учета параметров деятельности – вместо отрицательных параметров (потери, остановки, брак), характеризующих производство, используются положительные характеристики по успехам и исправлению недостатков.

«Нуль дефектов» достигается в ТРМ за счет поэтапного и непрерывного осуществления пяти групп мероприятий:

- создание базовых условий для нормальной работы оборудования,
- соблюдение условий эксплуатации оборудования,
- восстановление естественного износа,
- устранение конструктивных (обусловленных проектом) недостатков оборудования,
- повышение мастерства операторов, ремонтников, механиков, инженеров-проектировщиков.

Следует напомнить, что в реализации этих мероприятий участвуют абсолютно все подразделения предприятия.

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

Многих владельцев предприятий интересует вопрос стоимости внедрения ТРМ. Автор работы [49] на основании своего опыта считает, что если за первый год будет охвачено ТРМ 10% оборудования предприятия (и 20% за второй год), то в течение первых двух лет на 10-20% возрастут расходы на обучение и примерно на 15% увеличатся затраты на обслуживание оборудования. Подобные инвестиции можно сократить, если ТРМ будет применено только на паре единиц оборудования.

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

Система ТРМ продолжает завоевывать позиции во всем мире, фактически превращаясь в международный стандарт.

3.4. Функция потерь качества по Тагути

Японский ученый Г. Тагути предложил новый подход к оценке качества изготовления продукции. Традиционное представление о качестве продукции заключается в том, что все изготовленные изделия являются в равной степени качественными, если их показатели (или параметры) качества соответствуют требованиям технической документации, в которой определен допуск на эти показатели (параметры). Другими словами, внутри зоны допуска потери качества равны нулю. Если же показатели качества выходят за границы допуска, то потери качества объявляются неприемлемыми. Таковую функцию потерь качества (рис. 3.8) Тагути назвал «разрывной пороогообразной функцией» [28,41,42].

В свою очередь Г. Тагути предложил функцию потерь качества $L(X)$, по которой качественными считаются только такие показатели, значения которых полностью совпадают по величине с номинальными значениями этих показателей, а всякое отклонение от номинала сопряжено с той или иной потерей качества продукции (рис. 3.8):

$$L(X) = k (X - m_0)^2, \quad (3.1)$$

где m_0 – номинальное значение показателя (параметра) качества,
 k – постоянный коэффициент, характеризующий денежный эквивалент,
 X – текущее значение показателя (параметра) качества.

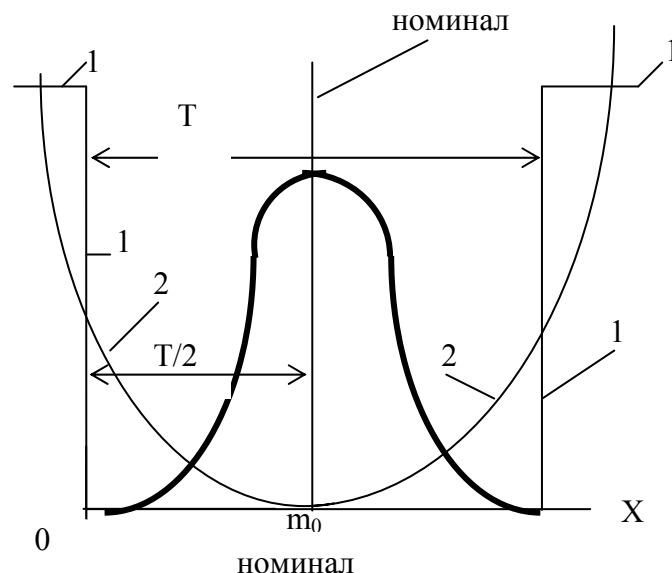


Рис. 3.8. Функции потерь качества: 1 – разрывная, 2 – квадратичная (по Тагути)

При этом потери качества растут в квадратичной зависимости по мере отклонения истинных (измеренных) значений параметра от номинального и могут иметь место, как у изготовителя, так и у потребителя (заказчика) продукции. Сам Г. Тагути квадратичную зависимость объяснил следующим об-

разом: «Если постепенные отклонения от номинала дают непропорциональное увеличение потерь, то, скорее всего, это квадратичные увеличения».

Вернемся к уравнению (3.1). Если известна величина потерь на границах допуска T , то легко рассчитать значения постоянного коэффициента k . Если допустить, что допуск на параметр качества симметричен относительно номинала m_0 , а величина потерь на любой из границ допуска одинакова и равна L_0 , то имеем

$$k = \frac{4 L_0}{T^2}.$$

Формула (3.1) соответствует экономическим потерям качества единичного измерения показателя качества в зависимости от его расположения в поле рассеяния относительно координаты номинального значения параметра m_0 . В случае массового (или серийного) изготовления деталей, когда отбраковка производится не по величине показателя, а по калибру (проходной, непроходной), можно судить о качестве только среднестатистической детали (вернее ее показателя качества). Для этого необходимо предварительно вычислить суммарные потери качества всей совокупности деталей (или величин показателей качества).

Допустим, что случайный показатель качества X распределен с плотностью вероятности $f(X)$.

Суммарные потери качества распределения S_Σ случайных значений X можно определить по уравнению

$$S_\Sigma = \int_0^T f(X) \cdot L(X) dX, \quad (3.3)$$

где T – допуск на размер показателя качества X .

Учитывая сложность аналитического решения выражения (3.3), воспользуемся наиболее простым (математически) законом равномерного распределения, где плотность вероятности является постоянной величиной $f(X) = a$ (рис. 3.9):

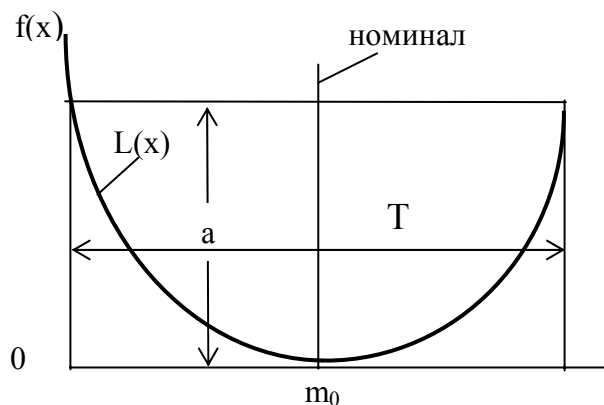


Рис. 3.9. Равномерное распределение

Подставим $L(X)$ и $f(X)$ в уравнение (3.3). При симметричном расположении поля допуска относительно номинального размера m_0 имеем:

$$S_{\Sigma} = \int_0^T a \cdot k \cdot (X - T/2)^2 dx = akT^3/12.$$

Учитывая, что общее число случайных значений параметра n в поле равномерного распределения равно aT , окончательно получим

$$S_{\Sigma} = 0,082 nkT^2. \quad (3.4)$$

Наибольший интерес для практики представляет нормальное распределение случайной величины X . К сожалению, в этом случае (при математически сложном выражении для плотности вероятности) уравнение (3.3) не имеет аналитического решения. Решение же в численном виде с применением компьютера не даст «пищи» для анализа закономерностей. Поэтому воспользуемся приближенным вычислением суммарных потерь качества S_0 через алгебраическую сумму потерь качества в каждом интервале поля рассеяния ω , равным одной сигме σ :

$$S_0 = \sum_r L(\Delta_i) \cdot n \cdot q_i, \quad (3.5)$$

где $L(\Delta_i)$ – величина функции потерь качества для координаты середины i – го интервала,

Δ_i – координата середины i - го интервала,

q_i – вероятность попадания случайной величины X в i - й интервал,

n – общее число случайных значений параметра,

r – число интервалов.

Для простоты вычислений принимаем, что поле рассеяния равно полю допуска ($6\sigma = T$), а координата середины поля рассеяния m совпадает с серединой поля допуска (рис.3.10). Одновременно допуск симметричен относительно номинального размера показателя качества m_0 , то есть $m = m_0$. Для каждого интервала, равного одному среднеквадратическому отклонению σ , вычислим долю измерений, попавших в данный интервал, и значение функции потерь, соответствующее середине данного интервала. Размерные параметры $L(\Delta)$ выразим через величину допуска T и коэффициент k (kT^2), а долю размеров в каждом интервале через долю от общего числа измерений n . Так, например, для первого интервала, равного $T/6$, координата середины интервала равна $T/12$. Тогда $L(\Delta_1) = k (T/12 - 6T/12)^2 = 0,17kT^2$. Доля размеров в первом интервале равна $0,02 n$.

Занесем вычисления $L(\Delta)$ и q для каждого из шести интервалов в табл. 3.6. По результатам вычислений отметим, что суммарные потери качества значений показателей качества X при нормальном законе распределения (при условии равенства поля допуска T полю рассеяния 6σ и симметричном поле допуска относительно номинального размера) составляют

$$S_0 = 0,029 nkT^2. \quad (3.6)$$

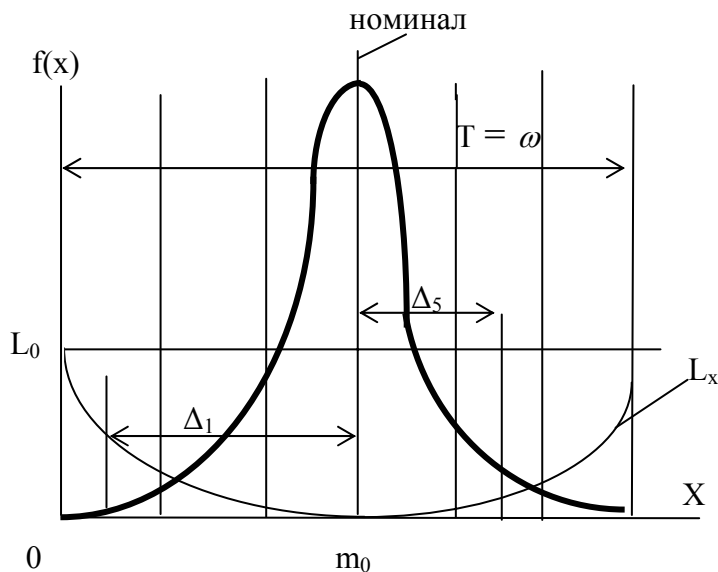


Рис. 3.10. Нормальное распределение

Сравнивая значения суммарных потерь по формулам (3.4) и (3.6), можно отметить, что потери качества при распределении случайной величины по закону Гаусса в 2,8 меньше, чем потери качества при распределении по закону равномерной плотности вероятности

Таблица 3.6

$m = m_0$	1σ	2σ	3σ	4σ	5σ	6σ	Сумма
$L(\Delta), \text{кТ}^2$	0,17	0,062	0,007	0,007	0,062	0,17	
$q, \quad n$	0,02	0,14	0,34	0,34	0,14	0,02	
$L(\Delta) \cdot q$	0,0034	0,0087	0,0024	0,0024	0,0087	0,0034	0,029

Подставляя в формулу (3.6) значения кТ^2 из формулы (3.2), получим суммарную величину потерь в денежном выражении:

$$S_0 = 0,116 \, n \, L_0.$$

Для **среднестатистического показателя качества** удельные потери качества S_σ составят

$$S_\sigma = S_0/n = 0,029 \, \text{кТ}^2 = 0,116 \, L_0. \quad (3.7)$$

Рассмотрим случай, когда поле рассеяния ω_1 значительно меньше (в 2 раза), чем поле допуска, но координата середины поля рассеяния и середины поля допуска совпадают. Этот случай имеет место, когда технологическая система обеспечивает такое рассеяние измеренных показателей качества, которое соответствует методу «Шесть сигм» (рис.3.11). Очевидно, что при этом $\sigma_1 = \sigma/2$, где σ – среднее квадратическое отклонение для случая $\omega = T$.

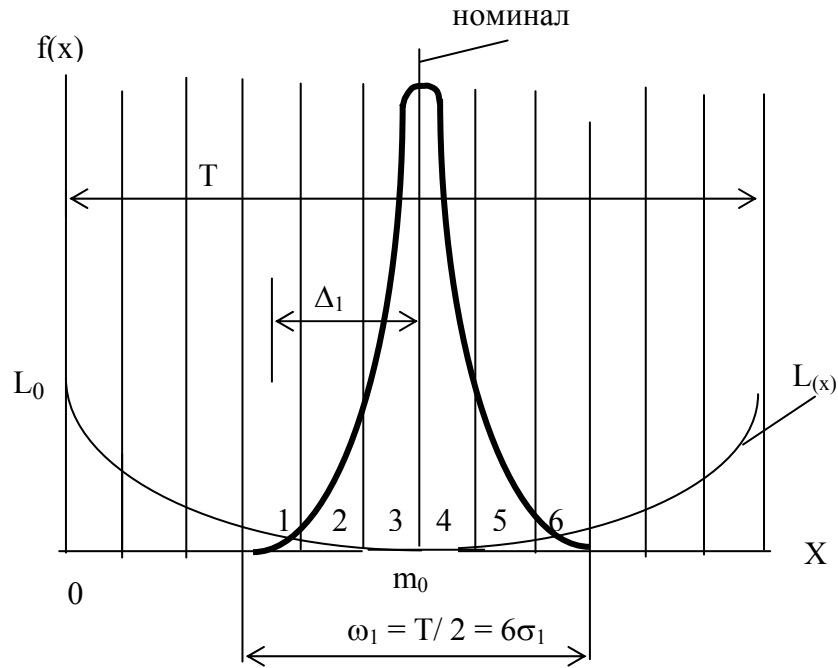


Рис.3.11

Для оценки потерь качества при изготовлении деталей по методу «Шесть сигм» проведем вычисление суммарных потерь по уравнению (3.5). Разделим поле допуска на 12 интервалов, чтобы каждый интервал соответствовал σ_1 . Очевидно, что доля измерений в каждом интервале σ_1 в поле ω_1 будет такой же, как в каждом интервале σ поля рассеяния ω .

Для примера, вычислим для первого интервала σ_1 функцию потерь качества:

$$L(\Delta) = \kappa (7T/24 - 12T/24)^2 = 0,043\kappa T^2.$$

Занесем расчетные данные по каждому интервалу в табл. 3.7.

Анализируя результаты расчета в табл. 3.7, отметим, как и следовало ожидать, что потери качества среднестатистического показателя, полученные по методу «Шесть сигм», $S_{\sigma_1} = 0,0073 \kappa T^2 = 0,0292 L_0$ значительно (в 4 раза) меньше, чем в случае $\omega = T$.

Таблица 3.7

$m = m_0$	$1\sigma_1$	$2\sigma_1$	$3\sigma_1$	$4\sigma_1$	$5\sigma_1$	$6\sigma_1$	Сумма
$L(\Delta), \kappa T^2$	0,043	0,0156	0,0017	0,0017	0,0156	0,043	
q, n	0,02	0,14	0,34	0,34	0,14	0,02	
$L(\Delta) \cdot q$	0,00086	0,0022	0,00058	0,00058	0,0022	0,00086	0,0073

Из данных таблиц 3.6 и 3.7 можно вывести следующую зависимость:

$$S_{\sigma_1} / S_{\sigma_2} = (\sigma_1 / \sigma_2)^2,$$

то есть суммарные потери качества нормального распределения со средне-квадратическим отклонением параметра σ_1 относятся к суммарным потерям

качества нормального распределения со среднеквадратическим отклонением параметра σ_2 как квадрат отношения их среднеквадратических отклонений (при условии, что у них одинаковый допуск и координаты середин поля рассеяния и поля допуска совпадают с номинальным размером параметра).

До сих пор нами рассматривалась идеальная схема распределения случайных величин, при которой координата середины поля рассеяния совпадает с серединой поля допуска.

Рассмотрим, как изменяется суммарные потери качества при смещении δ координаты середины поля рассеяния от середины поля допуска на величину равную $1\sigma_1$, $2\sigma_1$ и $3\sigma_1$ соответственно (рис. 3.12). При этом $6\sigma_1 = T/2$.

Занесем в табл. 3.8 данные вычислений по формуле (3.5).

Таблица 3.8

$\Sigma 1$	$1\sigma_1$	$2\sigma_1$	$3\sigma_1$	$4\sigma_1$	$5\sigma_1$	$6\sigma_1$	Сумма
$\delta = 0$							
$L(\Delta)$	0,043	0,0156	0,0017	0,0017	0,0156	0,043	
Q	0,02	0,14	0,34	0,34	0,14	0,02	
$L(\Delta) \cdot q$	0,00086	0,0022	0,00058	0,00058	0,0022	0,00086	0,0073
$\delta = 1\sigma_1$							
$L(\Delta)$	0,085	0,043	0,0156	0,0017	0,0017	0,0156	
Q	0,02	0,14	0,34	0,34	0,14	0,02	
$L(\Delta) \cdot q$	0,0017	0,006	0,0053	0,0006	0,00024	0,0003	0,014
$\delta = 2\sigma_1$							
$L(\Delta)$	0,14	0,085	0,043	0,0156	0,0017	0,0017	
Q	0,02	0,14	0,34	0,34	0,14	0,02	
$L(\Delta) \cdot q$	0,0028	0,0119	0,0146	0,0053	0,00024	0,00003	0,035
$\delta = 3\sigma_1$							
$L(\Delta)$	0,21	0,14	0,085	0,043	0,0156	0,0017	
Q	0,02	0,14	0,34	0,34	0,14	0,02	
$L(\Delta) \cdot q$	0,0042	0,0196	0,029	0,0146	0,0002	0,0003	0,069

Данные табл. 3.8 показывают, что с увеличением смещения δ потери качества растут почти в геометрической прогрессии (рис. 3.13).

Следует отметить, что потери качества при смещении на $2\sigma_1$ уже выше, чем суммарные потери в случае отсутствия смещения при $\omega = T$. Таким образом, смещение поля рассеяния δ оказывает более сильное влияние на потери качества, чем увеличение самого поля рассеяния ω , расположенного симметрично относительно номинала.

Рассмотренные выше варианты потерь качества имели отношение к случаям симметричного расположения допуска относительно номинального значения параметра. На практике не меньшее распространение имеют случаи, когда номинальный размер параметра располагается на границе поля допуска, т.е. допуск – не симметричный (рис. 3.14). Такое расположение номинальных значений параметра особенно часто встречается в трехзвенных размерных цепях, когда необходимо обеспечить соединение деталей или их вращение относительно друг друга.

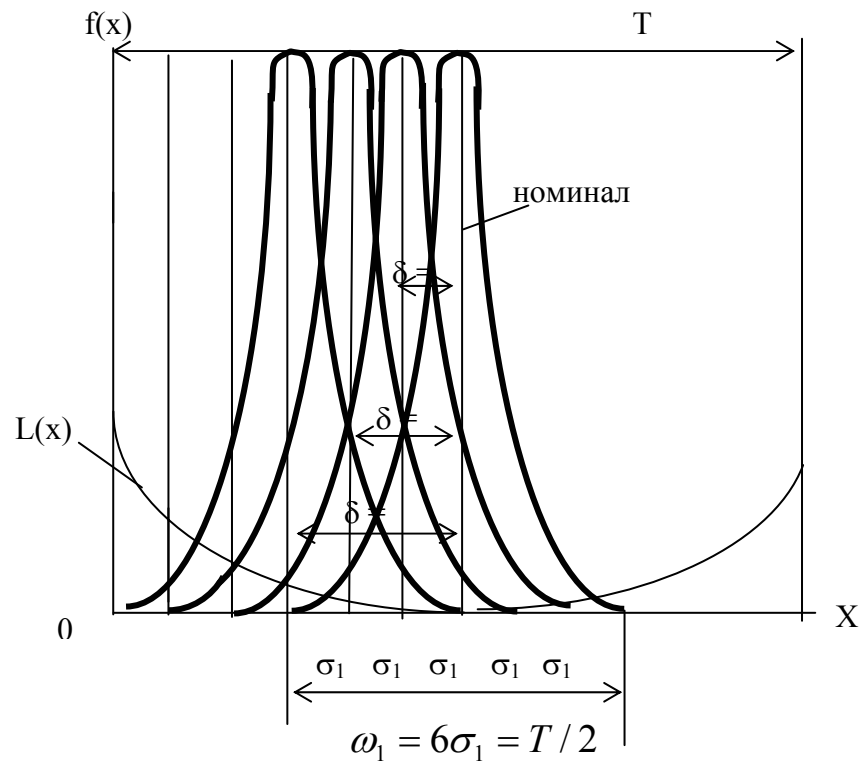


Рис. 3.12. Смещение координаты середины поля рассеяния δ от номинала

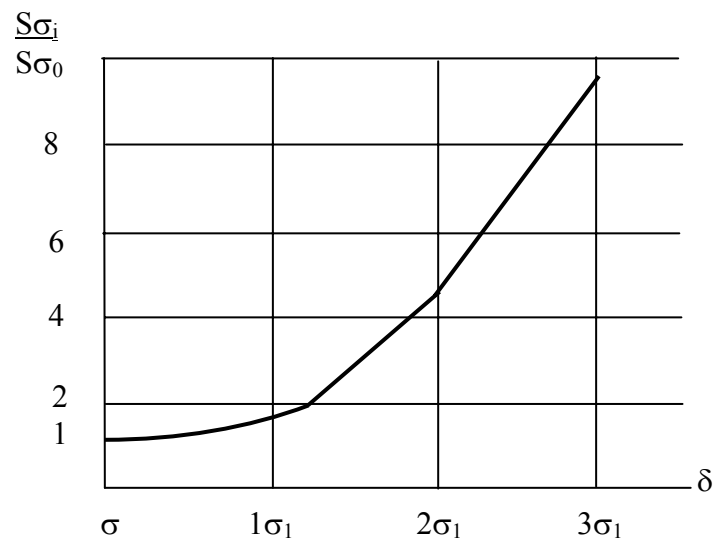


Рис. 3.13. Зависимость потерь от смещения координаты середины поля рассеяния δ от номинала

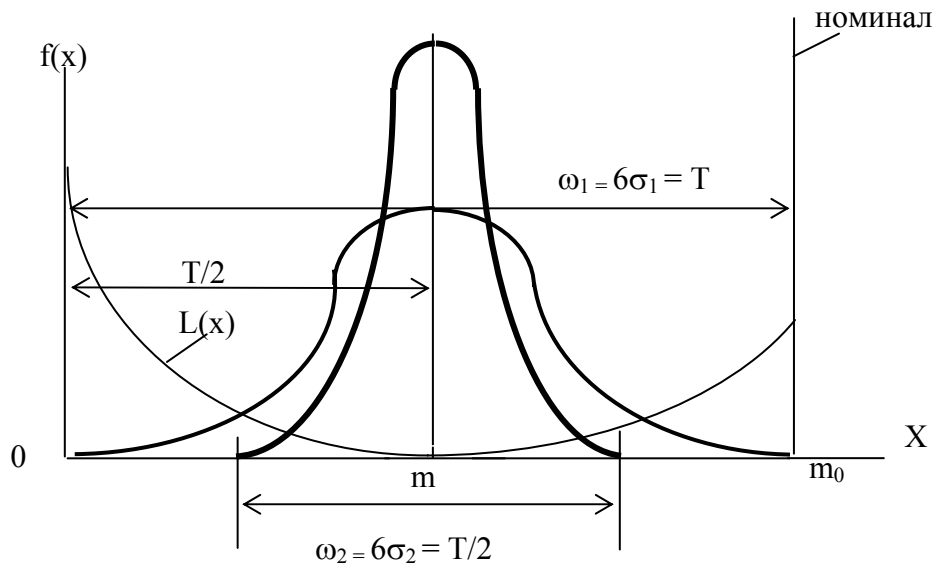


Рис. 3.14. Нормальное распределение с несимметричным допуском

Рассчитаем суммарные потери качества по формуле (3.5) при несимметричном допуске для случаев $\omega_1 = T$ и $\omega_2 = T/2$. В обоих случаях координата середины поля рассеяния совпадает с серединой поля допуска.

Результаты расчета сведем в табл. 3.9.

Таблица 3.9

$m \neq m_0$	1σ	2σ	3σ	4σ	5σ	6σ	Сумма
σ_1							
$L(\Delta)$	0,84	0,56	0,34	0,174	0,062	0,007	
q	0,02	0,14	0,34	0,34	0,14	0,02	
$L(\Delta) \cdot q$	0,0168	0,0784	0,1156	0,0592	0,0087	0,00014	0,28
σ_2							
$L(\Delta)$	0,50	0,39	0,29	0,21	0,14	0,085	
q	0,02	0,14	0,34	0,34	0,14	0,02	
$L(\Delta) \cdot q$	0,010	0,055	0,098	0,071	0,020	0,002	0,068

Потери качества при несимметричном допуске, как и ожидалось, оказались выше у показателей качества с большим полем рассеяния ω :

$$S_{\sigma_1} = 0,28 \kappa T^2 = 1,12 L_0; \quad S_{\sigma_2} = 0,068 \kappa T^2 = 0,272 L_0.$$

Если сравнивать потери качества при разных вариантах расположения номинального значения параметра (в середине поля допуска или на его границе), то видим, что потери качества среднестатистического параметра качества при несимметричном варианте выше почти в 10 раз:

$$\frac{S_{\sigma 1} (m \neq m_0)}{S_{\sigma} (m = m_0)} = \frac{0,28 \kappa T^2}{0,029 \kappa T^2} = 9,5.$$

Аналогичное соотношение имеет место и для $S_{\sigma 2}$.

Рассмотрим еще один вариант положения номинального размера параметра относительно левой границы допуска T со смещением δ (рис. 3.15). При этом поле рассеяния равно полю допуска.

Вычислим функцию потерь качества для первого интервала поля рассеяния по формуле (3.1):

$$L(\Delta_1) = \kappa (\delta + T/12)^2. \quad (3.8)$$

Чтобы упростить расчеты, выразим величину смещения через часть поля допуска: $\delta = sT$. Тогда формула (3.8) для i – го интервала будет иметь вид:

$$L(\Delta_i) = \kappa T^2 \left(s + \frac{2i-1}{12} \right)^2. \quad (3.9)$$

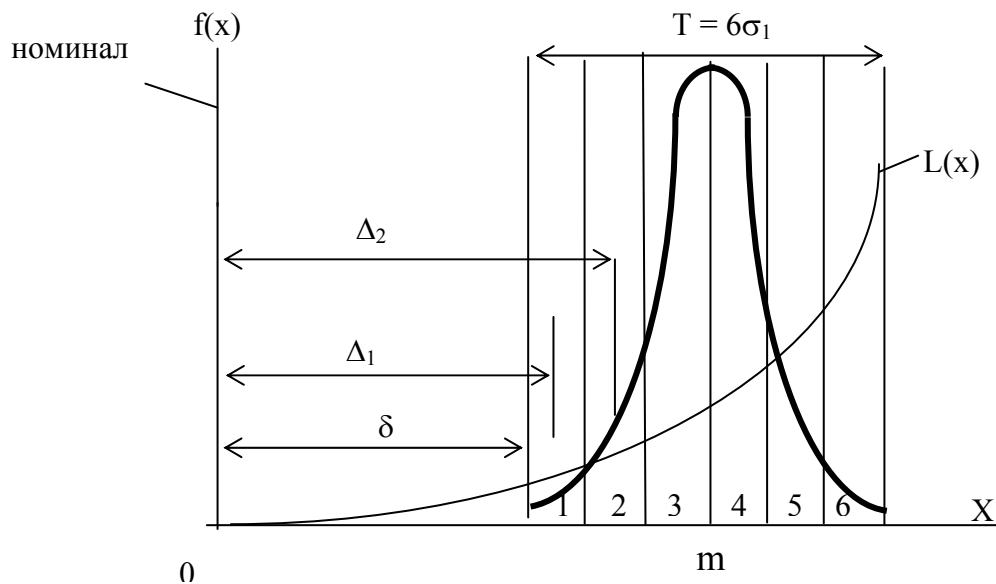


Рис. 3.15. Нормальное распределение с начальным смещением

Сведем в табл. 3.10 результаты расчета потерь качества распределения по формуле (3.9) при $s=1$.

Таблица 3.10

$s = 1$	1σ	2σ	3σ	4σ	5σ	6σ	Сумма
$L(\Delta), \kappa T^2$	1,17	1,56	2,01	2,51	3,06	3,67	
q, n	0,02	0,14	0,34	0,34	0,14	0,02	
$L(\Delta) \cdot q$	0,023	0,218	0,68	0,85	0,43	0,07	2,27

Суммарные потери такого варианта расположения номинального размера и поля рассеяния исключительно велики и составляют

$$S_0 = 2,27 \text{ н КТ}^2.$$

Отметим, что среднестатистические потери качества распределения в первых трех интервалах (левой половине) поля рассеяния составляют $0,96 \text{ КТ}^2$, что в 2,5 раза ниже, чем среднестатистические потери по всему распределению.

Все предшествующие расчеты и размышления имели отношение к одной детали или к разбросу параметра качества при изготовлении детали. На практике изолировано друг от друга детали не применяются, и рассуждения о влиянии положения номинального размера при обеспечении взаимозаменяемости деталей на величину потерь качества следует перенести на их сборочное соединение. Необходимо оценить положение номинального размера параметра относительно допуска замыкающего (или исходного) звена размерной цепи. В данном случае – это конструкторская размерная цепь. Но потери качества не абстрактны, а конкретны, и зависят не столько от самого допуска, сколько от расположения распределения случайной величины (параметра) в поле допуска.

Допустим, что имеется плоская размерная цепь из пяти звеньев. В них четыре составляющих звена: $A_1 = 35 + 0,16$, $A_2 = 60 - 0,30$, $A_3 = 20 + 0,1$, $A_4 = 40 + 0,18$. Определим величину номинального размера замыкающего звена A_0 и величину его верхнего и нижнего предельных отклонений ESA и ISA по методу полной взаимозаменяемости, если звенья A_2 и A_3 – увеличивающие, а звенья A_1 и A_4 – уменьшающие. Тогда $A_0 = A_2 + A_3 - A_1 - A_4 = 5 \text{ мм}$.

Из теории размерных цепей [67] известно, что верхнее ES и нижнее EI предельные отклонения номинального размера замыкающего звена определяются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} ESA_0 &= (ESA_2 + ESA_3) - (EIA_1 + EIA_4) = (0 + 0,13) - (0 + 0) = 0,13 \text{ мм} \\ EIA_0 &= (EIA_2 + EIA_3) - (ESA_1 + ESA_4) = \\ &= (-0,30 + 0) - (0,16 + 0,18) = -0,64 \text{ мм} \end{aligned}$$

Таким образом, допуск замыкающего звена равен $0,77 \text{ мм}$, а положение номинального размера в поле допуска выглядит в виде $5^{+0,13}_{-0,64}$.

Допустим также, что распределение параметра A_0 подчиняется нормальному закону (рис. 3.16), и поле рассеяния 6σ равно полю допуска $T = 0,77 \text{ мм}$ ($\sigma = 0,13 \text{ мм}$). Если известны потери качества на границах поля допуска и величина смещения середины поля рассеяния относительно номинала (в нашем случае $0,26 \text{ мм}$, что составляет примерно 2σ), не представляет сложности по формуле (3.5) рассчитать суммарные потери качества распределения.

Сведем в таблицу 3.11 результаты расчета составляющих потерь качества $L(\Delta)$ и q .

Таблица 3.11

$m \neq m_0$	1σ	2σ	3σ	4σ	5σ	6σ	Сумма
$L(\Delta)$	0,56	0,34	0,174	0,062	0,007	0,007	
Q	0,02	0,14	0,34	0,34	0,14	0,02	
$L(\Delta) \cdot q$	0,011	0,048	0,059	0,021	0,001	0,00014	0,130

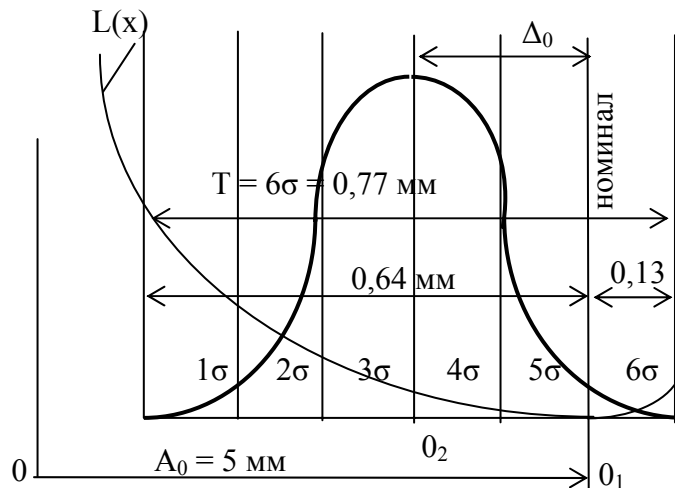


Рис.3.16. Поле допуска и поле рассеяния замыкающего звена

На основании данных табл. 3.11 определим суммарные потери качества распределения замыкающего звена A_0 :

$$S_0 = 0,13 \cdot n \cdot k \cdot T^2 = 0,52 \cdot nL_0, \quad (3.10)$$

где n – число случайных значений параметра A_0 в поле рассеяния.

Для среднестатистического значения показателя качества удельные потери составят

$$S_\sigma = \frac{S_0}{n} = 0,52L_0,$$

где L_0 – стоимость потерь качества на границе допуска.

Если использовать для расчета допуска замыкающего звена метод неполной взаимозаменяемости, то поле допуска A_0 уменьшится до 0,41 мм, из которых 0,07 мм – верхнее предельное отклонение, а 0,34 мм – нижнее предельное отклонение. Среднеквадратическое отклонение $\sigma_1 = 0,07$ мм.

Сравним потери качества распределения A_0 , полученные при определении допуска замыкающего звена по методу полной взаимозаменяемости (МПВ), с потерями качества распределения при определении допуска замыкающего звена по методу неполной взаимозаменяемости (МНПВ).

Учитывая, что соотношение верхнего и нижнего предельных отклонений допуска от номинала для распределений с σ и σ_1 совпадают:

$$\frac{0,13}{0,64} = \frac{0,07}{0,34} = 0,2,$$

а также совпадают смещения Δ_0 (равные двум сигма) середины поля рассеяния от номинала, можно в расчете потерь качества распределения с σ_1 использовать формулу (3.10), но, естественно, со своим значением допуска T_1 и стоимостью потерь на границе допуска L_{01} :

$$S_{01} = 0,13 \cdot n \cdot k T_1^2 = 0,51 \cdot nL_{01}.$$

Отсюда легко показать, что суммарные потери качества распределения (при $n = \text{const}$) при расчете допуска по МПВ будут относиться к величине

суммарных потерь качества распределения при расчете допуска по МНПВ как квадрат отношения величин их допусков

$$\alpha = \frac{S_0}{S_{01}} = \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 = \left(\frac{0,77}{0,44} \right)^2 = 3.$$

То есть, если определение допусков замыкающего звена размерной цепи ведется по методу НПВ, исходя из нормального закона распределения, то соотношение $\alpha = 3$ сохраняется для любых значений допусков.

При многозвенных размерных цепях, в которых допуск замыкающего звена рассчитывается с применением метода неполной взаимозаменяемости, а номинальное значение параметра лежит, как правило, в пределах поля допуска и значительно реже – на его границе, потери качества сборочного соединения относительно невелики.

Более высокие потери качества имеют место в трехзвенных размерных цепях, в которых номинал часто располагается на границах допуска. В качестве примера малозвенной (трехзвенной) размерной цепи выбираем пару скольжения (вал – втулка).

Сегодняшняя практика обеспечения качества функционирования пары скольжения связана с высокой точностью механической обработки поверхностей скольжения. Если рассматривать пару вал - втулка как размерную цепь, то замыкающим звеном будет зазор в соединении, величина которого зависит от величин допусков вала и втулки и величины гарантированного зазора, обеспечивающего отсутствие металлического контакта сопрягаемых деталей (рис. 3.17). Как правило, в этом гарантированном зазоре циркулирует смазочная жидкость. Учитывая минимальное количество звеньев размерной цепи (три), величина допуска на замыкающее звено определяется по методу полной взаимозаменяемости, то есть арифметическим сложением допусков составляющих звеньев (вал, втулка) и гарантированного зазора:

$$\Delta_{\max} = T_{\text{вал}} + T_{\text{вт}} + \Delta_{\text{гар}}, \quad (3.11)$$

где $T_{\text{вал}}$, $T_{\text{вт}}$ – соответственно допуски на диаметр вала и диаметр втулки, $\Delta_{\text{гар}}$ – гарантированный зазор.

Допустим, что поле рассеяния размеров диаметров при изготовлении вала и втулки будут равны полям соответствующих допусков. Очевидно, что величины функции потерь качества, как для вала, так и для втулки, будут предельно велики, так как имеет место максимальное смещение между номинальным значением соединения D_0 и координатами середины поля рассеяния вала и втулки (при условии, что поле рассеяния примерно равно полю допуска). Суммарные потери качества среднестатистической сборки пары скольжения будут определяться суммой потерь среднестатистических составляющих этой сборки. Если принять, что гарантированный зазор $\Delta_{\text{гар}} = 0$, то суммарные среднестатистические потери качества соединения можно определить по формуле (3.12):

$$S_{\text{сбор}} = S_{\text{вал}} + S_{\text{вт}} = 0,28 K (T_{\text{вал}}^2 + T_{\text{вт}}^2). \quad (3.12)$$

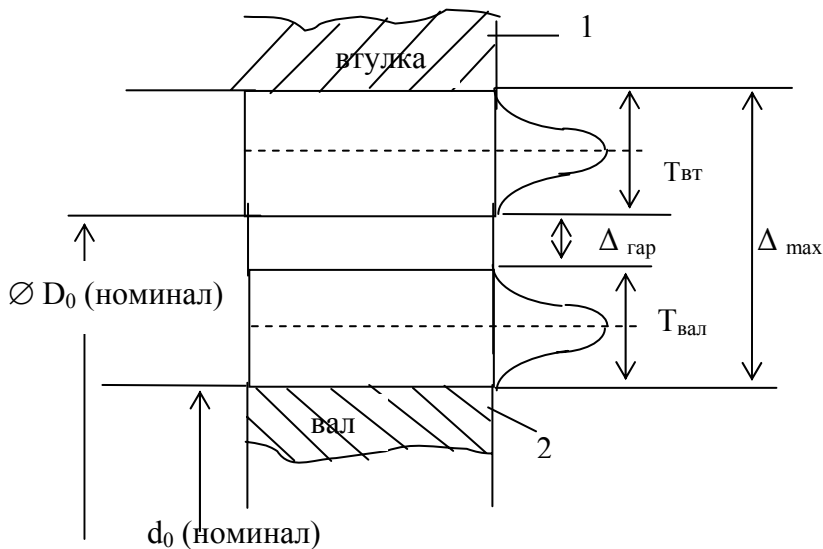


Рис. 3.17. Схема зазора между втулкой (1) и валом (2): $\Delta_{\text{гар}}$ — зазор для смазочной жидкости, Δ_{max} — максимальный (по чертежу) зазор

В случае наличия гарантированного зазора суммарные среднестатистические потери соединения необходимо определять по результатам расчетов, приведенных в таблицах 3.9 и 3.10. Если принять $s=1$ (что весьма близко к стандартам допусков при посадке с зазором), то

$$S_{\text{сбор}} = 0,28 \kappa T_{\text{вт}}^2 + 2,27 \kappa T_{\text{вал}}^2. \quad (3.13)$$

Если судить по предыдущим расчетам потерь качества в настоящей работе, то суммарные потери среднестатистической сборки нужно считать значительными, что не позволит (по Тагути) обеспечить надежного сопряжения.

Как улучшить качество пары скольжения? Каким образом снизить суммарные потери качества?

Анализируя потери качества, мы уже обращали внимание на значительную разницу суммарных потерь качества в ближней и дальней (от положения номинального значения параметра) половине поля рассеяния (или поля допуска).

Если качество пары скольжения имеет приоритетное значение для безотказной работы всего узла, то из экономических соображений есть смысл провести сортировку размеров диаметров вала и втулки, соответствующих непроходному калибру по середине поля допуска. Тогда максимальное значение зазора Δ'_{max} между валом и втулкой при сборке (рис. 3.18) будет равно:

$$\Delta'_{\text{max}} = 0,5 (T_{\text{вал}} + T_{\text{вт}}) + \Delta_{\text{гар}}. \quad (3.14)$$

Суммарные же потери качества среднестатистической пары скольжения составят (при условии равенства допусков вала и втулки и $s=1$) $1,036 \kappa T^2$, что в 2,5 раза меньше, чем по формуле (3.13).

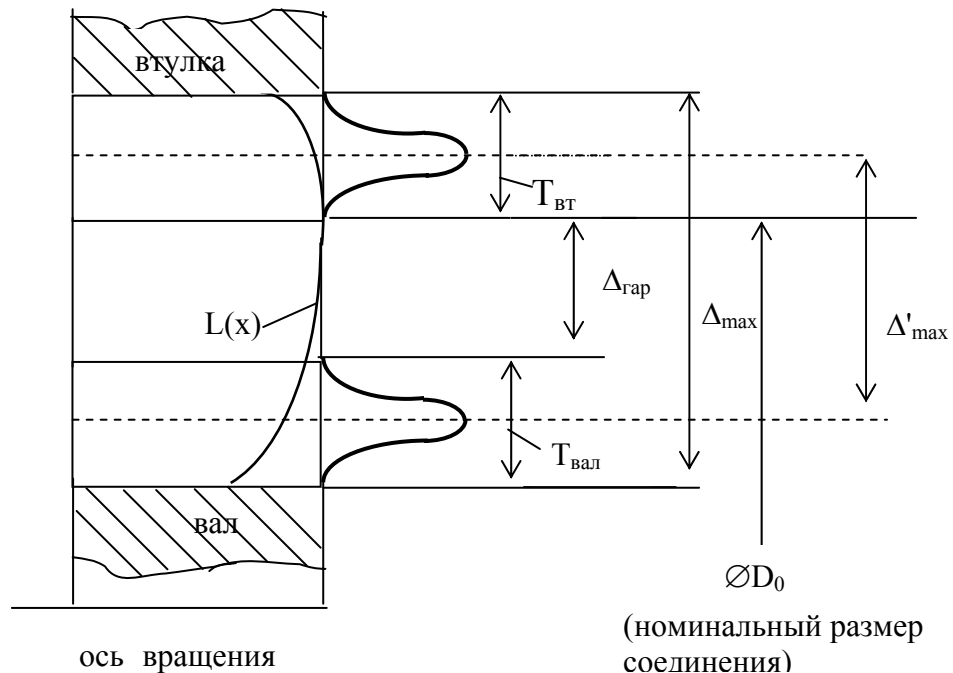


Рис. 3.18. Схема зазора $\Delta'_{\max}$ между втулкой и валом после сборки изделия

При этом, по сравнению со стандартной сборкой, обеспечивается не только величина зазора, близкого к оптимальному, но и значительно снижаются потери качества сборки пары скольжения.

Отсортированные детали (по другую сторону половины допуска) не уходят в брак, потому что полностью соответствуют требованиям технической документации. Конечно, качество сборки пары скольжения из этих деталей будет (по Тагути) значительно ниже, чем сборки этой пары из подобранных деталей. Трудоемкость сортировки деталей по калибрам не представляется большой, что не должно привести к серьезному удорожанию технологических процессов. К тому же стоимость сортировки можно ввести в стоимость сборки пары скольжения с меньшей величиной зазора, как более качественной.

Какие выводы можно сделать на основе выше изложенного:

1. Фактически Г. Тагути предлагает отменить принцип взаимозаменяемости, в основе которого лежит допуск, и вернуться в ремесленное производство, отличающееся индивидуальной подгонкой размеров деталей [33]. Очевидно, что индивидуальная подгонка позволяет получить оптимальные размеры деталей, которые, в свою очередь, обеспечивают точность соединений. С одной стороны, подгонка не способствует повышению производительности работ, но с другой – значительно повышает качество посадок соединения. Подход, предложенный Тагути, может в перспективе привести к резкому повышению точности сборки и созданию высококачественных изделий.

2. Применение функции потерь качества (по Тагути) позволяет получить экономическую оценку качества замыкающего звена сборочной размерной

цепи не только по точности соединения (величине допуска), но и в зависимости от схемы расположения номинального размера замыкающего звена относительно координаты середины поля его (допуска).

3. Величина потерь качества среднего статистического показателя распределения S_{σ} зависит как от вида распределения, так и положения номинального размера параметра относительно координаты середины поля рассеяния.

4. Оценка потерь качества среднестатистического показателя распределения S_{σ} детали должна проводиться не автономно, а с учетом положения этой детали в размерной цепи.

5. На величину потерь качества в большей степени влияет не величина поля рассеяния, а положение координаты середины поля рассеяния относительно номинального размера параметра.

6. Схема расположения поля допуска относительно номинального размера параметра детали влияет на потери качества только замыкающего звена в размерной цепи.

7. Проведение мероприятий по увеличению точности технологической системы с целью уменьшения поля рассеяния случайного значения параметра и сокращения доли брака может оказаться неэффективным, если не будет учтено положение этого поля рассеяния относительно номинального значения параметра в реальной размерной цепи. Это замечание имеет особое отношение к методу «Шесть сигм».

3.5. Внутренняя функция потерь качества

Японский ученый Г. Тагути был первым, кто не согласился с традиционным положением, что попадание значения исследуемого параметра изделия в поле допуска является гарантией обеспечения требуемого качества, и показал, что потери качества не имеют место только в том случае, если значения параметра X совпадают с номинальным значением параметра X_0 . В остальных случаях ($|X - X_0| > 0$) имеют место потери качества, в том числе и в поле допуска.

Г. Тагути считает, что потери качества пропорциональны квадрату разности $(X - X_0)^2$, то есть чем больше отклонение показателя качества изделия от номинального его значения, тем серьезнее могут быть результаты отказа. На наш взгляд, это допущение экономически оправдано, если рассматривать в качестве потерь качества ущерб (значительно больший, чем стоимость затрат на эту деталь или сборку), который может быть нанесен изделию в результате отказа по вине данной детали (сборки).

Нас же в данном разделе интересуют не потери качества в связи с отказом изделия, а внутренние потери качественного состава значений параметра по мере их отклонения от номинала.

Общеизвестно, что с уменьшением допуска на параметр (показатель качества) детали растет его точность, а значит и качество изготавливаемого изделия. Значение точности определяется квалитетом. Если проанализировать

поле рассеяния измеренных значений параметра детали при ее массовом изготовлении в заданный размер по 7-му качеству точности, то можно выделить ряд измеренных значений, которые попали в 7-й, 6-й, 5-й и в другие более точные качества. То есть можно провести селективную выборку из изготовленных деталей по качествам точности и отобрать наиболее качественные. Очевидно, что сборки (узлы, изделия) из этих деталей будут тем качественнее, чем ниже номер качества. Значит, при изготовлении любой детали в заданный размер по какому-то N-у качеству точности всегда можно найти внутри поля допуска более качественные детали, чем те, которые соответствуют именно этому качеству. В этом случае потери качества случайного значения параметра происходят не обязательно в квадратичной степени расстояния до номинального размера, а в какой-то степени от изменения номера качества точности в поле рассеяния.

Таким образом, для определения внутренней функции потерь качества необходимо ответить на два основных вопроса [27,28]:

- какое количество случайных значений параметра (показателя) качества, распределенного по соответствующему закону, попадает в заданный качество точности,

- какой вид должна иметь зависимость стоимости качества случайного значения параметра (показателя) качества от номера качества точности.

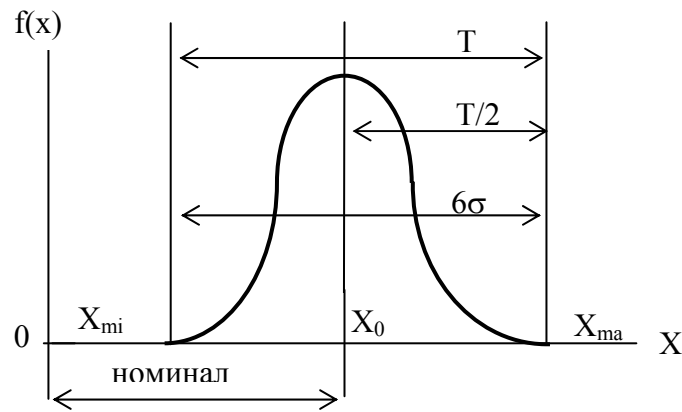
Начнем с решения первой задачи – выявить вероятность $P(X)$ попадания случайных значений параметра при нормальном его распределении в поле интервала соответствующего качества точности значений параметра.

В качестве объекта исследования выбираем нормальное распределение значений параметра X в поле его допуска T , соответствующего 8-му качеству точности. При этом координаты середина поля рассеивания и середины поля допуска совпадают. Номинальное значение параметра $X_0 = 100$ мм, допуск $T = 54$ мкм и симметрично расположен относительно номинального значения параметра. Поле рассеивания, равное 6σ , вписано в поле допуска (рис. 3.19), где σ – среднеквадратическое отклонение параметра X .

Разделим каждую половину поля допуска исследуемого параметра (начиная от номинала) на диапазоны, соответствующие половине допуска всех нижестоящих (а их девять) качеств точности (табл. 3.12). Определим вероятность $P(X_k < X < X_0)$ попадания соответствующих значений параметра X в поле рассеяния в диапазонах $X_k - X_0$, где X_k – граница симметричного поля допуска к-го качества ($k = 1, 2, \dots, 10$):

$$P(X_k - X_0) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{x_0}^{x_k} \exp\left[-\frac{(X_k - X_0)^2}{2\sigma^2}\right] dx.$$

Запишем в табл. 3.12 значения вероятностей $P(X_k - X_0)$ для всех десяти качеств точности. График вероятности $P(X_k - X_0)$ по данным таблицы изобразим на рис. 3.19.

Рис. 3.19. Распределение параметра X в поле допуска T

Если допустить, что самые качественные значения параметра X совпадают с координатой номинального размера параметра, то величина разности между 0,5 и вероятностью $P(X < X_0)$ свидетельствует о потерях качественного состава значений параметра X . Очевидно, что чем больше X , тем меньше осталось значений параметра X с хорошим качеством. Назовем эту разность функцией потерь качественного состава значений параметра $\Phi(X)$:

$$\Phi(X) = 0,5 - P(X < X_0).$$

Вычислим $\Phi(X)$ и занесем результаты вычислений в табл. 3.12, а график функции $\Phi(X)$ отразим на рис. 3.20.

Таблица 3.12

Значения внутренней функции $\Phi(X)$

Номер квалитета	Допуск, мкм	Вероятность $P(X_k < X < X_0)$	Функция $\Phi(X)$
0	$\pm 0,5$	$\pm 0,022$	$\pm 0,478$
01	$\pm 0,75$	$\pm 0,033$	$\pm 0,467$
1	$\pm 1,25$	$\pm 0,055$	$\pm 0,445$
2	± 2	$\pm 0,088$	$\pm 0,412$
3	± 3	$\pm 0,1305$	$\pm 0,370$
4	± 5	$\pm 0,2105$	$\pm 0,290$
5	$\pm 7,5$	$\pm 0,2975$	$\pm 0,203$
6	± 11	$\pm 0,389$	$\pm 0,111$
7	$\pm 17,5$	$\pm 0,474$	$\pm 0,026$
8	± 27	$\pm 0,4985$	$\pm 0,0014$

Вместе с этим функция $\Phi(X)$ не является экономической функцией потери качества, так как отражает не стоимость потерь, а относительное (в %) ухудшение качественного состава значений параметра. Следует также обратить внимание на то, что **внутренняя** функция $\Phi(X)$ на границах допуска T **совпадает с разрывной** функцией потерь. За границами поля допуска внутренняя функция $\Phi(X)$ отвечает традиционным понятиям о потере качества параметра с вероятностью соответствующей положению поля рассеяния в поле допуска (в нашем случае потери качества на границе допуска составляют 99,73 %).

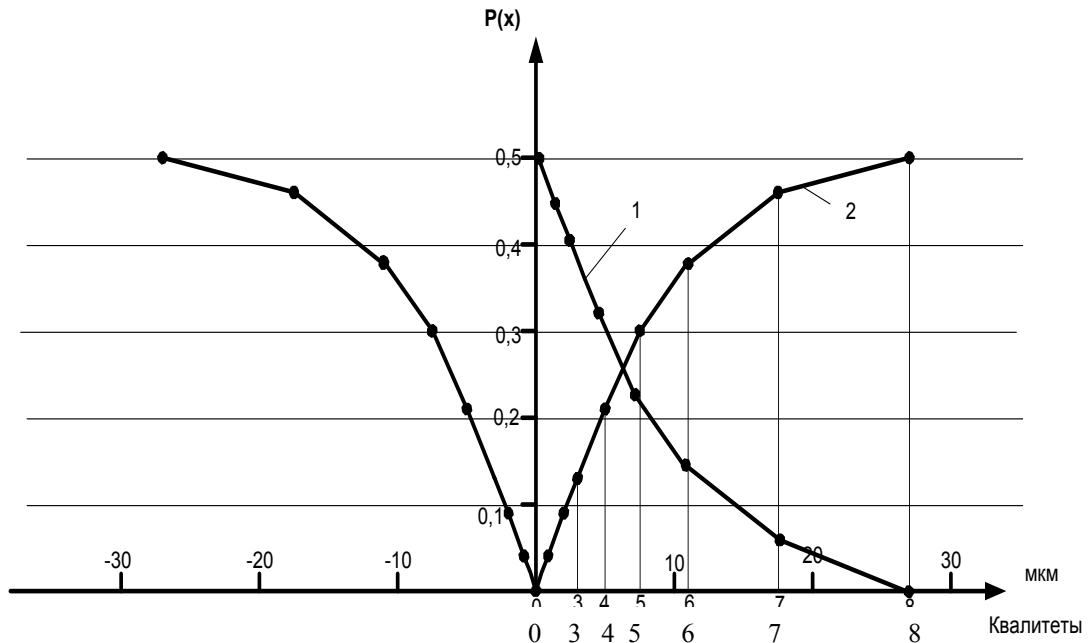


Рис. 3.20. Внутренняя функция потерь качества (кривая 1) и вероятность $P(x)$ (кривая 2)

Перейдем к решению первой задачи: определение стоимости качества случайного значения параметра в зависимости от его положения в поле рассеяния, то есть от номера квалитета точности. Для решения этой задачи необходимо предварительно исследовать изменение трудоемкости изготовления деталей в зависимости от точности изготовления.

Проведем это исследование на **примере** обработки резанием наружной поверхности валика диаметром 32 мм и длиной 100 мм из стального прутка. Очевидно, что при невысоких квалитетах точности обработка будет проводиться точением, а с увеличением требований к точности — шлифованием. Как известно из технологии машиностроения, изготовление деталей высокой точности производится путем последовательного применения более точных операций обработки.

В соответствии с [52] точением можно изготавливать детали с 14 до 8-го квалитета точности в три стадии: черновое точение (14-12 квалитеты), получистовое точение (11 квалитет), чистовое точение (9-8 квалитеты).

Изготовление шлифованием деталей высокой точности проводится так же в три стадии: предварительное шлифование (9-8 квалитеты), чистовое шлифование (7-6 квалитеты), тонкое шлифование (6-5 квалитеты). Далее идет предельно возможная по точности механическая операция — суперфиниш (5-4 квалитеты).

Из справочного пособия по общемашиностроительным нормативам времени [52] выбираем для каждой стадии обработки точением величину неполного штучного времени при обработке цилиндрической поверхности установленного диаметра и длины. Именно неполное штучное время (без вспомогательного и подготовительно-заключительного) характеризует прямые затраты времени на соответствующую точность обработки. Занесем в

табл. 3.13 нормативное время обработки поверхности заданного качества точности и соответствующей шероховатости поверхности.

Таблица 3.13

Неполное и накопленное штучное время обработки точением

Стадия точения	Квалитет точности	Шероховатость поверхности	Неполное шт. время операции, мин	Накопленное шт. время, мин
Черновое	14-12	Rz 80 – Rz 40	0,65	0,65
Получистовое	11	Rz 20	0,54	1,19
Чистовое	9-8	Ra 2,5 – Ra 1,25	0,76	1,95

Характер зависимости затрат накопленного времени на обработку поверхностей соответствующей точности отразим на рис. 3.21.

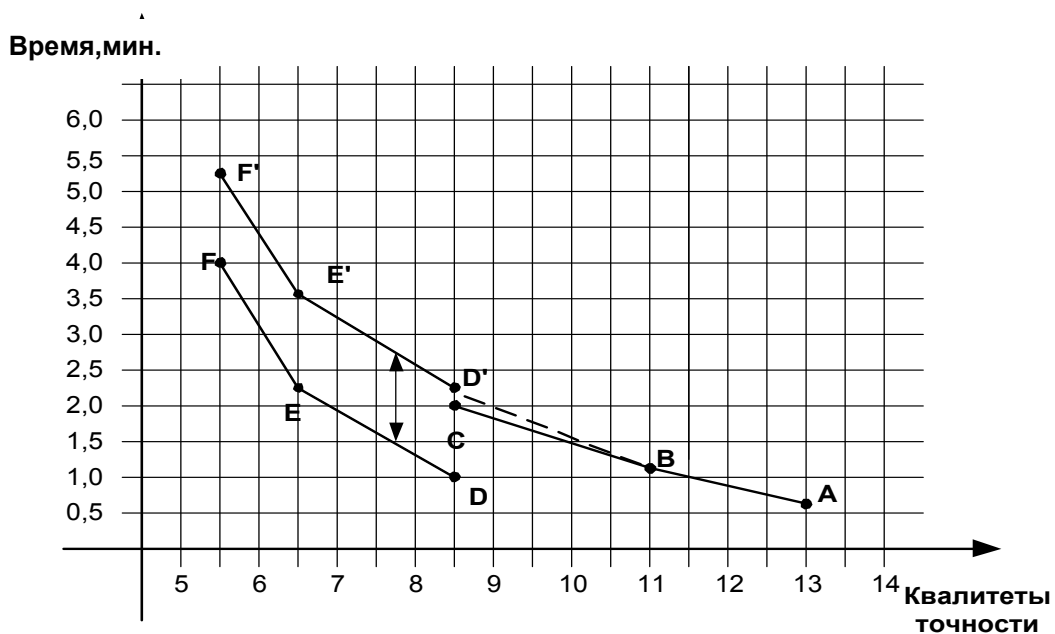


Рис. 3.21. График изменения наклонного неполного штучного времени (в мин) для процессов течения (ABC) и шлифования (DEF) в зависимости от точности обработки деталей

Аналогичные вычисления проведем при оценке накопленного времени шлифовальных операций по обработке наружной поверхности валика по общемашиностроительным нормативам времени на шлифовальных станках [52]. Результаты расчетов занесем в табл. 3.14, а характер зависимости накопленного времени при шлифовании – на рис. 3.21.

Если принять во внимание, что обработка шлифованием в квалитет 9-8 проводилась после получистового точения (накопленное неполное время 1,19 мин), то накопленное неполное штучное время после предварительного шлифования составило 2,22 мин, что незначительно (в пределах 10%) отличается от накопленного времени чистового точения (1,95 мин). С учетом изложенного можно допустить совмещение точек D' и C на графиках накоп-

ленного неполного штучного времени операций точения и шлифования (рис. 3.21). Такое допущение тем более правомерно, что стоимость работ по обработке точением и шлифование практически одинакова [52]: один час работы на токарно-винторезных станках (1К62, 16К20, 1М61) стоит от 515 до 546 руб., а на круглошлифовальных станках (3У102, 3А110В, 3У12) – от 587 до 638 руб.

Таблица 3.14

Неполное и накопленное штучное время при шлифовании

Стадия шлифования	Квалитет точности	Шероховатость поверхности	Неполное шт. время операции, мин	Накопленное шт время, мин
Предварительное	9-8	Ra 2,5 – Ra 1,25	1,02	1,02
Чистовое	7-6	Ra 1,25 – Ra 0,63	1,30	2,32
Тонкое	6-5	Ra 0,63	1,63	3,95

Для выявления зависимости между стоимостью обработки поверхностей деталей и их точностью в диапазоне от 14 до 5-го квалитета сделаем допущение, что стоимость обработки резанием пропорциональна значению накопленного штучного времени. Выразим относительную стоимость механической обработки заданной поверхности в условных единицах (у. е.). Принимаем за одну условную единицу стоимость обработки поверхности по 11-му квалитету точности.

На основании характера изменения зависимостей неполного штучного времени от номера квалитета (рис. 3.21) методами регрессионного анализа было выведено уравнение зависимости стоимости обработки Q_N (в у. е.) от порядкового номера квалитета N (порядковый номер квалитета отличается от истинного номера квалитета точности на две единицы, учитывая, что первые два квалитета имеют номера 0 и 01):

$$Q_N = 102 \exp (-0,36 \cdot N) \text{ у. е.} \quad (3.15)$$

В уравнении (3.15) одной условной единице соответствует стоимость обработки поверхности в 13-й порядковый квалитет (11-й фактический). Стоимость обработки поверхности в расчете на единицу квалитета можно назвать *единичной стоимостью качества*. Таким образом, можно считать Q_N – функция стоимости качества единичного измерения по N (порядковому) квалитету точности.

С целью проверки универсальности предлагаемой математической модели исследована возможность использования зависимости Q_N для других видов обработки. Адекватность выражается в сходимости соотношений накопленной трудоемкости (или относительной стоимости) при одних и тех же квалитетах точности как по уравнению (3.15), так и по нормативным данным. Результаты исследований показали, что уравнение (3.15) является универсальным для всех видов обработки резанием [27].

Уравнение (3.15) справедливо для единичного измерения, в то время как целью настоящей работы является оценка потерь качества (в стоимостном выражении) для всей совокупности значений исследуемого параметра, находящихся в поле допуска.

Очевидно, что стоимость качества распределения значений параметра поверхности (диаметр) деталей, находящихся в поле допуска конкретного качества точности, будет определяться произведением количества значений в поле допуска на стоимость качества (в нашем случае относительную) одной детали данного качества.

Определим относительную стоимость качества деталей разных квалитетов точности. При этом разделим всю совокупность значений исследуемого параметра, находящихся в поле максимального допуска, на группы значений размеров параметра, находящиеся в поле только собственного допуска (без включения в этот допуск значений параметра меньших квалитетов). Результаты вычислений занесем в табл. 3.15 в которой выделим следующие графы: графа 1 – названия (а не номера) квалитетов, графа 2 – симметричные допуски квалитетов, графа 3 – доли значений размеров деталей, входящие в допуск данного квалитета, графа 4 – доли значений размеров деталей, входящие в собственный допуск квалитета, графа 5 – относительная стоимость качества деталей в допуске данного квалитета, графа 6 – относительная стоимость качества деталей в допуске собственного квалитета, графа 7 – накопленная относительная стоимость качества деталей всех предшествующих квалитетов.

Таблица 3.15

Сводная таблица относительной стоимости качества
в разных квалитетах точности

1	2	3	4	5	6	7
0	$\pm 0,5$	$\pm 0,022$	$\pm 0,022$	72,1	$\pm 1,585$	$\pm 1,585$
01	$\pm 0,75$	$\pm 0,033$	$\pm 0,011$	50,2	$\pm 0,55$	$\pm 2,135$
1	$\pm 1,25$	$\pm 0,055$	$\pm 0,022$	35,0	$\pm 0,77$	$\pm 2,905$
2	± 2	$\pm 0,088$	$\pm 0,033$	23,7	$\pm 0,78$	$\pm 3,685$
3	± 3	$\pm 0,1305$	$\pm 0,042$	16,5	$\pm 0,70$	$\pm 4,385$
4	± 5	$\pm 0,2105$	$\pm 0,080$	11,5	$\pm 1,00$	$\pm 5,385$
5	$\pm 7,5$	$\pm 0,2975$	$\pm 0,087$	8,0	$\pm 0,70$	$\pm 6,085$
6	± 11	$\pm 0,3885$	$\pm 0,091$	5,6	$\pm 0,51$	$\pm 6,595$
7	$\pm 17,5$	$\pm 0,474$	$\pm 0,085$	3,9	$\pm 0,35$	$\pm 6,945$
8	± 27	$\pm 0,4985$	$\pm 0,025$	2,7	$\pm 0,065$	$\pm 7,010$

Таким образом, из графы 7 и строки 8 видно, что накопленная относительная среднестатистическая стоимость качества детали в поле допуска 8-го квалитета при нормальном законе распределения значений исследуемого параметра составляет 14,02 у. е. Абсолютная стоимость качества в условных единицах может быть рассчитана при известном общем количестве деталей n , попавших в поле допуска:

$$Q_{\Sigma} = n \cdot Q_N = 14,02 \cdot n.$$

Функция потерь относительной стоимости качества в поле допуска графически изображена на рис. 3.22. Как видно из графика, не наблюдается квадратичной зависимости потерь при отклонении значений параметра от номинального его значения. Такой зависимости и не может быть, так как стоимость качества деталей по мере приближения к границам максимального допуска (в нашем случае допуска 8 квалитета точности) снижается, а не возрастает.

Самые большие потери качества приходятся на допуски точных квалитетов, располагаемых в непосредственной близости от номинального значения параметра. Кривая потерь качества может быть только постепенно убывающей, но не постепенно возрастающей.

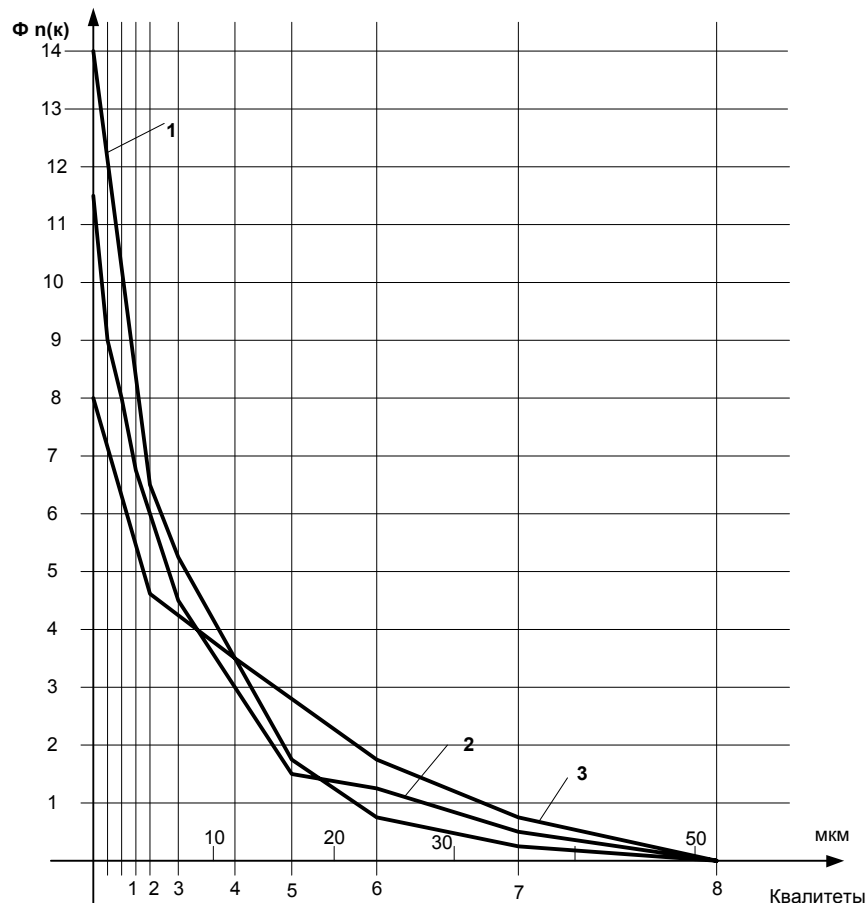


Рис. 3.22. Графики функции потери относительной стоимости качества $\Phi_{п(к)}$ в поле допуска 8 квалитета точности: 1 – нормальное распределение, 2 – распределение по треугольнику, 3 – равномерное распределение

С изменением закона распределения значений исследуемого параметра изменяются доли деталей, располагаемые в допусках внутренних квалитетов, и изменяется функция потерь качества. Нами рассчитаны накопленные относительные среднестатистические стоимости качества детали и при других за-

конах распределения: при треугольном законе распределения $Q_N = 11,76$ у.е., а при равномерном законе распределения $Q_N = 7,86$ у.е.

На рис. 3.22 изображены графики функции потерь относительной стоимости качества Q_N как при равномерном распределении (кривая 3), так и при распределении по треугольнику (кривая 2). Совершенно естественно, что накопленная относительная стоимость качества деталей при этих законах распределения меньше, чем при нормальном законе распределения.

Полученные выше результаты по исследованию внутренней функции потерь качества показывают, что при массовом изготовлении деталей по 8-му качеству точности в поле рассеяния значений распределения параметра можно выделить достаточно многочисленные группы деталей более высоких качеств (например, по 6-му качеству – не менее 77%, по 4-му качеству – не менее 42%).

Может оказаться экономически выгодным при большой вариабельности технологической системы не тратить средства на повышение точности системы, а отбирать детали повышенной точности. Их доработка до требуемой шероховатости обрабатываемых поверхностей не представляет большой технической сложности. Можно провести селективную выборку деталей по группам более высокой точности и собирать ответственные для эксплуатации изделия узлы. Очевидно, что более качественные детали позволят собирать более надежные узлы, которые должны иметь повышенную потребительскую ценность.

Так как каждая группа деталей входит в пределы требуемого допуска, то проблем взаимозаменяемости в группах не должно быть. Следует также отметить, что отходов при селекции не будет, так как все изготовленные детали соответствуют техническим требованиям по точности.

На наш взгляд, общепризнанные достоинства метода «Шесть сигм» связаны не столько с отсутствием брака изготовленной продукции (не такой уж он высок и при традиционной точности технологической системы – 99,73%), сколько с получением групп деталей повышенного качества, из которых собираются узлы повышенной надежности.

3.6. Стратегия «Шесть сигм»

Вариабельность технологической системы является главным фактором отклонений отдельных значений параметра от требований технической документации. В качестве критерия оценки вариабельности технологической системы обычно применяется индекс воспроизводимости процесса C_p :

$$C_p = T / 6\sigma,$$

где T – допуск на параметр,

σ – среднеквадратическое отклонение распределения.

Традиционно в практике производства технологический процесс считается нормальным, если индекс воспроизводимости C_p находится в диапазоне от 1 до 1,33. В то же время новый метод «Шесть сигм» обеспечивает

индекс воспроизводимости более 1,33. Что же скрывается за этим методом [4,11,59,65,69]?

В 1981 году Б. Гелвин, президент фирмы Motorola, поставил перед своими специалистами задачу: достичь десятикратного повышения производительности в течение пяти лет. Специалисты начали искать способы снижения потерь. Одному из инженеров фирмы, Б. Смиту, было поручено изучить корреляцию между поведением изделия в эксплуатации и частотой его отказов в процессе производства. Смит обнаружил следующую закономерность: если изделие отбраковывалось и дорабатывалось в процессе производства до товарного состояния, то вероятность его безотказной работы у потребителя снижалась из-за скрытых дефектов, не обнаруженных во время производства. Если же изделие было собрано с первого раза без отклонений от документации, то вероятность его исправной работы у потребителя возрастала. Одновременно, при изучении опыта ведущих фирм было установлено, что лучшие по надежности изделия создаются на тех фирмах, в которых процессы производства протекают с минимальным числом отказов. То есть надо изготавливать продукцию без отклонений от документации, для чего требуется повысить стабильность и точность технологической системы. Метод «Шесть сигм» впервые был испробован на фирме Motorola и сразу получил большой резонанс.

В начале 90-х годов прошлого столетия группа ведущих американских корпораций с учетом опыта фирмы Motorola провозгласила стратегию «Шесть сигм», направленную на повышение рентабельности продукции и улучшения удовлетворенности потребителей [75]. Стратегия «Шесть сигм» основана на том, что существует прямая корреляция между числом дефектов продукции и уровнем удовлетворенности потребителей. В концепции «Шесть сигм» общим показателем служит число дефектов на единицу продукции, допущенных на всех стадиях ее производства от поставки сырья и материалов, изготовления деталей, процесса сборки и до заполнения финансовых документов, расчета экономических показателей, планирования сроков поставки продукции потребителю и затрат на транспортировку.

В основе концепции «Шесть сигм» заложен постулат, что в установленном допуске T на конкретный параметр A среднеквадратическое отклонение распределения σ составляет $1/12$ допуска. Это означает, что поле рассеяния значений параметра равно половине допуска. Очевидно, что чем больше сигм, тем менее вероятно, что будет допущен дефект, тем реже возникают отказы процесса, выше надежность продукта, ниже потребность в контроле и испытаниях, меньше незавершенного производства, ниже затраты и время производственного цикла и, как результат, – выше удовлетворенность потребителей.

Метод «Шесть сигм», в отличие от первоначальной концепции $C_p = 2$, базируется на том, что удовлетворяющему данному критерию процессы допускают не более 4-х дефектов на миллион изделий. Строго говоря, эта дефектность и условие $C_p = 2$ не соответствуют друг другу, так как последнему условию соответствует уровень дефектности $2ppm$, т. е. два дефекта на мил-

лиард изделий [75]. Такое несоответствие определяется тем, что в рамках метода «Шесть сигм» принимается, что центр распределения значений параметра не совпадает с координатой середины поля допуска, а может смещаться относительно него в ту или иную сторону на $1,5\sigma$ (рис. 3.23). Это означает, что в практических условиях создать технологическую систему с индексом воспроизводимости $C_p = 2$ одновременно с условием нулевого смещения середины поля рассеяния от середины поля допуска невозможно.

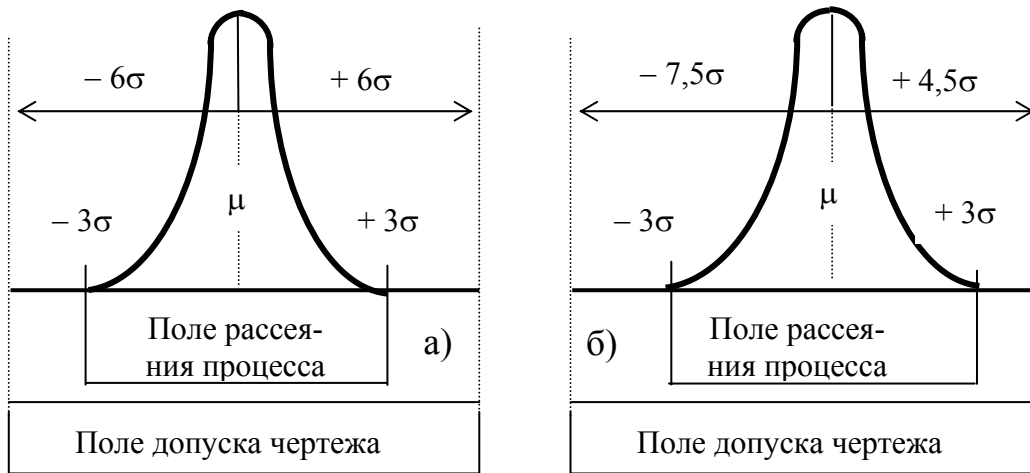


Рис. 3.23. Поле рассеяния по методу 6σ: а) теоретический вариант, б) практический вариант

В табл. 3.16 приведены данные по соответствию числа σ и уровню дефектности.

Таблица 3.16

Зависимость числа дефектов от числа σ

Число σ	Число дефектов на миллион, ppm	Процент возможных издержек на качество	Примечание
6	3,4	10	Мировой класс
5	233	10-15	
4	6210	15-20	Средний уровень
3	66807	20-30	
2	308537	30-40	Недопустимый уровень
1	690000		

Учитывая исключительно редкую практику применения метода «Шесть сигм» на российских предприятиях, рассмотрим на примере опыта обучения (на английском языке) этому методу специалистов ОАО «АВИСМА титано-магниевый комбинат» и «ВСМПО» (г. Верхняя Салда, Свердловская область) основное содержание учебного курса, который состоял из пяти этапов: определение дефектов, измерение, анализ, улучшение, контроль.

В этапы включены известные статистические методы, такие как метод Парето, диаграмма Исикава, распределение Пуассона, функция потерь качества Тагути, метод FMEA и др. Рассматривались схемы процессов типа: DMAIC (определять, измерять, анализировать, улучшать, контролировать),

DVADV (определять, измерять, анализировать, проектировать, проверять), SIPOC (поставщики, входы, проект, выходы, потребители), QFD (развертывание функции качества).

Во время обучения группы разбиваются на команды, с которыми проводят практические занятия и выполняют статистические расчеты. Большое внимание уделяется психологическому климату в команде, умению распределять функции между ее членами и выявлять лидера. В процессе обучения большое внимание уделяется деловым играм по темам: «Планирование эксперимента» и «Анализ рисков». Много игр проводится по статистическим методам.

Философию обучения можно свести к следующим принципам:

- эффективное внедрение метода «Шесть сигм» возможно только при заинтересованности первого руководителя компании,
- этот метод нужен тебе, твоей компании и вашему потребителю,
- результат можно достигнуть, только работая в команде,
- необходимо все измерять и анализировать,
- любой процесс стоит денег.

Кому и что дает стратегия «Шесть сигм»:

- потребителям – обеспечивает более высокое качество и низкие цены,
- акционерам – дает возможность повысить доходы,
- поставщикам – дает возможность получить новые средства достижения успеха,
- сотрудникам – открывает более широкие возможности в работе и дает чувство гордости за выполняемую работу.

В ходе внедрения метода «Шесть сигм» на фирме Motorola были найдены оригинальные способы мотивации персонала: присвоение работникам, прошедшим обучение (по применению принципов «Шесть сигм» на практике), поясов разного цвета по аналогии с мастерами каратэ. Перечень лиц, кого условно можно назвать агентами «6 сигм», выглядит следующим образом: чемпионы, черные пояса, зеленые пояса, желтые пояса. Нас больше интересует перечень учебных курсов, которые преподавали на фирме:

- введение в статистическое управление процессами (SPC),
- идентификация, сбор и визуализация данных,
- гистограммы,
- диаграммы Парето,
- анализ с помощью диаграмм «причина-результат»,
- многомерный анализ,
- статистика I (для инструментов SPC до и после эксперимента: воспроизводимость процессов; контрольные карты; анализ измерительных систем),
- статистика II (для планирования эксперимента и их анализа: сравнительный анализ; факторный анализ; дробный факторный анализ; компонентный анализ; проектирование для обеспечения технологичности).

Полный курс обучения был рассчитан на 112-146 учебных часов, из которых примерно половина времени посвящена программе обучения методам

планирования эксперимента. Следует отметить, что в литературе нет рекомендаций по стандартной программе обучения методу «Шесть сигм».

Многие фирмы в США, внедрившие метод «Шесть сигм» отмечают исключительно высокую рентабельность производства. Но, вместе с этим, в победных реляциях не всегда можно найти причины эффективности результатов. Это вызвало в адрес метода «Шесть сигм» много критических статей в журнале «Европейское качество» («European Quality»), авторы которых не увидели принципиальной новизны новой концепции.

Попробуем разобраться, в чем главные достоинства применения метода «Шесть сигм» и в чем его недостатки. Прежде о *достоинствах*.

1. Практически полное отсутствие дефектов, приводящих к браку продукции или ее доработке до товарного вида; снимает проблему потерь от несоответствующего качества и позволяет снизить себестоимость продукции и повысить ее конкурентоспособность.

2. Нулевая дефектность значительно поднимает рейтинг (имидж) компании в глазах потребителя и увеличивает привлекательность ее продукции.

3. Значительно снижаются потери качества (по Тагути) элементов продукции (см. п. 3.4 «Функции потерь качества по Тагути») при условии отсутствия или небольших смещениях координаты центра поля допуска от центра поля рассеяния параметра.

4. Уменьшение почти в два раза поля рассеяния параметра по сравнению с традиционными методами обеспечения точности позволяет изготавливать детали высоких квалитетов точности (см. п. 3.5 «Внутренняя функция потерь качества»). Более качественные детали обеспечивают сборку высоконадежных изделий.

Первый и второй пункты достоинств метода широко известны, но третий и четвертый пункты в литературе практически не упоминаются. Достоинства метода «Шесть сигм» именно по этим (последним двум) пунктам, на наш взгляд, является причиной получения высоких дивидендов от применения данного способа, так как выигрыш в первом пункте при невысокой дефектности продукции и при традиционных методах обеспечения качества не настолько велик, чтобы добиться значимой экономической эффективности.

Если в любом случае есть достоинства метода по первому пункту, то почему не все фирмы, внедрившие метод «Шесть сигм», получили значительный экономический выигрыш? Это связано с явными и неявными, на сегодняшний день, *недостатками* метода «Шесть сигм».

1. Внедрение метода «Шесть сигм» требует значительных затрат, как на обучение персонала, так и, главным образом, для приведения технологической системы по большому числу важнейших показателей качества к требуемой точности.

2. Потери качества (по Тагути) при изготовлении отдельной детали могут быть достаточно большими даже при малом поле рассеяния параметра, если середина поля допуска не совпадает с координатой номинального размера (см. п. 3.4 «Функции потерь качества по Тагути»).

3. Качество изделия зависит не столько от качества изготовления входящих в него деталей, сколько от качества замыкающего звена размерной цепи изделия. Особенно сложно обеспечить качество замыкающих звеньев малозвенных размерных цепей. При многозвенных размерных цепях, даже при небольшом поле рассеяния замыкающего звена, значительные потери качества могут возникнуть при неблагоприятном положении (несовпадении) номинального размера относительно середины поля допуска звена. При этом потери качества могут быть вызваны попаданием большей части размеров замыкающих звеньев в невысокие квалитеты точности (см. п. 3.5 «Внутренняя функция потерь качества»).

В целом при оценке метода «Шесть сигм» можно согласиться с тем, что ведущие мировые фирмы при внедрении этого метода делают акцент не столько на малое число дефектов на миллион возможностей, сколько на стратегию **системного снижения вариабельности процессов**.

3.7. Новые возможности анализа Парето

Как известно из японского опыта управления качеством, быстрый рост показателей качества продукции японских фирм в первые годы внедрения рекомендаций американских специалистов по качеству Э. Деминга и Д. Джурана был вызван широким применением статистических методов контроля качества. При этом обучение персонала «семи простым методам управления качеством» было проведено на всех уровнях категорий работающих – от руководителей до рабочих. Этот путь необходимо в кратчайшие сроки пройти российским предприятиям, так как применение статистических методов для контроля и регулирования качества производственных процессов является самым экономичным мероприятием по повышению качества продукции на начальном этапе работ по внедрению TQM.

Несмотря на солидный стаж использования «семи простых методов», в периодической российской литературе по качеству системно публикуются материалы по совершенствованию этих методов. Особенно часто специалисты находят новые применения анализа (или диаграммы) Парето [46,50,51]. Рассмотрим несколько примеров применения этого анализа как рекомендацию службам качества предприятий по активному поиску возможностей использования этого метода в различных отраслях экономики.

Применение анализа Парето при проведении мероприятий по повышению надежности. Рассмотрим применение анализа Парето при изменении для одного из свойств надежности – безотказности (или средней наработки на отказ).

Пример. Допустим, что за период годовой эксплуатации (2000 рабочих часов) какого-то восстанавливаемого объекта (техническая система с восстановлением после отказа) зарегистрировано 50 отказов. Распределение отказов по видам дефектов показано в табл. 3.17

Таблица 3.17

Распределение отказов по видам дефектов								
Вид отказа	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	Итого
Число отказов	8	22	4	10	2	3	1	50

Легко подсчитать, что средняя наработка на отказ составляет 40 часов. Очевидно, что для повышения вероятности безотказной работы объекта все равно, какие из причин отказов будут ликвидированы в первую очередь, так как наработка на отказ зависит от числа отказов, а не их вида. Проведем необходимые расчеты по накопленному числу отказов в рамках анализа Парето и нарисуем диаграмму Парето (рис. 3.24). Применяя правило Парето, что 80% всех дефектов вызываются 20% всех причин, получим из диаграммы, что 80% всех дефектов составляют только три вида отказов (Б, Г, А). Поэтому, следуя классическому анализу Парето, необходимо в первую очередь искоренять причины именно этих видов дефектов.

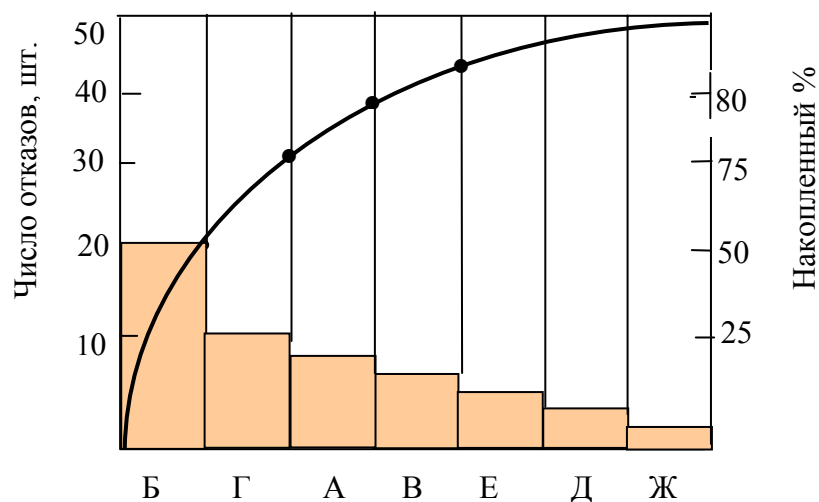


Рис. 3.24. Диаграмма Парето по числу отказов

Но конечная цель повышения надежности не в уменьшении числа отказов, а в сокращении экономических потерь при эксплуатации объекта. На первый взгляд из табл. 3.17 следует, что целесообразно начинать с выявления причин отказов по виду Б, так как количество отказов по этой причине наибольшее. Но, с другой стороны, экономически выгоднее, прежде всего, устранить причины отказов, приносящих самые большие затраты на эксплуатацию объекта.

Поэтому расширим число данных по видам дефектов за счет информации по потерям и затратам.

Рассчитаем и занесем новую информацию в табл. 3.18. При этом в графу 1 заносим вид дефектов; в графу 2 — числа дефектов; в графу 3 — время простоя (в минутах) объекта в связи с заменой отказавшего элемента; в графу 4 — суммарное время простоя объекта за рассматриваемый период эксплуатации

по этому виду дефектов; в графу 5 – потери (в руб.) в связи с простоем объекта (если одна минута простоя наносит ущерб предприятию в 100 руб.); в графу 6 – стоимость (в руб.) отказавшего элемента; в графу 7 – суммарную стоимость отказавших элементов; в графу 8 – суммарные потери (в руб.) по данному виду дефекта; в графу 9 – стоимость одного отказа (в руб.) объекта по данному виду дефекта.

Из данных табл. 3.18 видно, что наибольшие потери возникают при отказах объекта по дефектам вида Б (23110 руб.), а максимальная стоимость одного отказа соответствует дефектам вида В (5250 руб.). Годовые потери предприятия за счет недостаточно надежной работы объекта составляют 61050 руб. При этом средняя стоимость одного отказа объекта составляет 1220 руб.

Таблица 3.18

Гр.1	Гр. 2	Гр.3	Гр.4	Гр.5	Гр.6	Гр.7	Гр.8	Гр.9
А	8	5	40	4000	100	800	4800	600
Б	22	10	220	22000	50	1110	23110	1050
В	4	50	200	20000	250	1000	21000	5250
Г	10	5	50	5000	140	1400	6400	640
Д	2	3	6	600	60	120	720	360
Е	3	5	15	1500	40	120	1620	540
Ж	1	30	30	3000	400	400	3400	3400
Итого	50						61050	

Для проведения мероприятий по повышению надежности объекта с минимальными экономическими потерями для предприятия можно выбрать два направления:

- начать с ликвидации причин дефектов, приносящих в сумме наибольшие потери (дефекты вида Б),
- начать с ликвидации причин дефектов, имеющих наибольшую стоимость единичного отказа (дефекты вида В).

Первое направление целесообразно, если все виды дефектов вызваны одной причиной. Тогда искореняя причину одного дефекта, автоматически ликвидируются все дефекты этого вида.

Второе направление целесообразно, если каждый дефект имеет свою причину возникновения отказа.

Рассмотрим первое направление. Сформируем таблицу данных, в которой виды дефектов расположены не в алфавитном порядке, а по величине потерь (табл. 3.19).

На основании данных табл. 3.19 построим диаграмму Парето (рис. 3.25). Из диаграммы видно, что потери по вине первых трех видов дефектов (Б, В, Г) составляют почти 83%. Эти же виды дефектов приносят 72% всех отказов объекта.

Таблица 3.19

Зависимость накопленных потерь от вида отказов

Вид дефекта	Потери по виду дефекта, руб.	Накопленные потери по виду дефекта, руб.	Потери по виду дефекта, %	Накопленный процент, %
Б	23110	23110	37,8	37,8
В	21000	44110	34,4	72,3
Г	6400	50510	10,5	82,8
А	4800	55310	7,9	90,7
Ж	3400	58710	5,6	96,2
Е	1620	60330	2,6	98,8
Д	720	61050	1,2	100
Итого	61050		100	

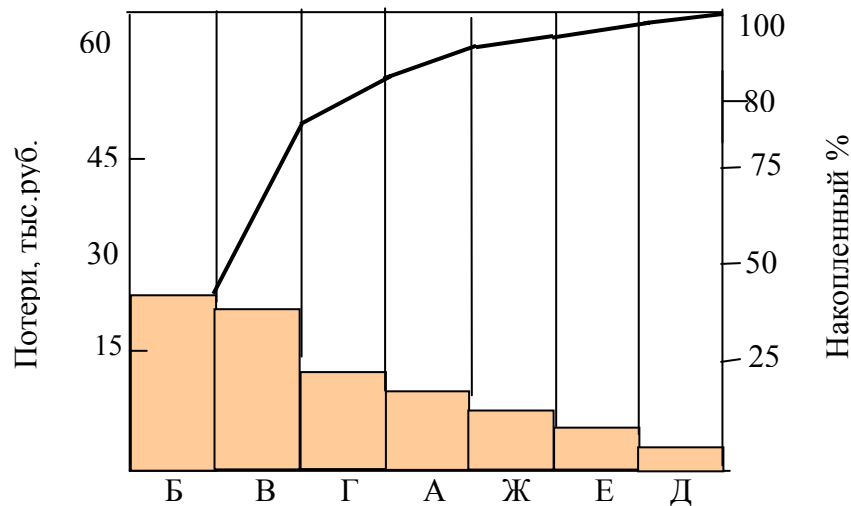


Рис. 3.25. Диаграмма Парето по величине потерь

Сравнивая диаграммы Парето на рис. 3.24 и рис. 3.25, можно отметить, что если бы мы воспользовались диаграммой на рис.3.24, то после ликвидации 80% всех дефектов были бы устранены причины только 56% всех потерь. Экономический выигрыш от применения диаграммы Парето, приведенной на рис. 3.25, очевиден.

Рассмотрим второе направление – по стоимости единичного отказа.

Сформируем еще одну таблицу (табл. 3.20), в которую сведем данные по стоимости отказа объекта по каждому виду по мере их убывания.

Если предприятие захочет провести мероприятия по выявлению и ликвидации причин каждого вида отказа, то экономически выгоднее всего начать с ликвидации причин отказов элемента по виду отказа В, как наиболее затратного. Это подтверждают и расчеты. Допустим, что на следующий год предприятие приняло меры по повышению надежности, и при этом наработка на отказ выросла до 41 часа (то есть, число отказов в год уменьшилось на единицу по сравнению с рассматриваемым годом).

Зависимость стоимости одного отказа от их вида

Вид дефекта	Стоимость одного отказа, руб.	Средняя стоимость одного отказа в следующем году, руб.	Выигрыш от ликвидации одного отказа, %
В	5250	1138	6,7
Ж	3400	1176	3,6
Б	1050	122	0
Г	640	1233	-1,0
А	600	1234	-1,1
Е	540	1235	-1,2
Д	360	1238	-1,4

Занесем в графу 3 табл. 3.20 значения средней стоимости одного отказа объекта по каждому виду дефекта на следующий год (вместо 50 станет 49 отказов). Из данных этой графы видно, что чем больше стоимость одного отказа, тем выгоднее уменьшать отказы по этому виду дефектов. Рассчитаем относительный (в %) выигрыш в средней стоимости одного отказа в новом году (49 дефектов) по сравнению со средней стоимостью одного отказа в текущем году (50 дефектов) и занесем его в графу 4 табл. 3.20.

Таким образом, уменьшение числа отказов по любому дефекту приведет к одной и той же наработке на отказ, но если уменьшение числа отказов произойдет по любому виду из ряда Г, А, Е или Д, то средняя стоимость одного отказа повысится, а не понизится. Ликвидировать причины отказов объекта необходимо последовательно по видам дефектов В, Ж, Б, Г, А, Е, Д.

Вместе с этим последовательность выявления причин отказов может быть изменена, если стоимость выявления и ликвидации причины отказов не зависит от их числа. Тогда необходимо в соответствии с табл. 3.18 искоренение причин отказов начинать с самого затратного (23 110 руб.) вида Б. Что касается причин отказов вида Д и Е, то может оказаться, что потери за счет отказов окажутся меньше, чем затраты на искоренение их причин.

Экономический аспект применения анализа Парето. Рассмотрим использование диаграммы Парето для оценки затрат в случае равноценных и неравноценных причин (в смысле затрат на их выявление) дефектов [50].

Допустим, что имеется диаграмма Парето (рис. 3.26), на которой отражены виды дефектов n (по горизонтали) и частота (в процентах) их повторения K_n (по вертикали). Если не зависимо от вида дефекта (и соответственно от причины его возникновения) дефектное изделие уходит в неисправимый брак, то можно считать, что каждая причина, вызывающая брак, равноценна и имеет одинаковый вес $p_n = p = 1$. Тогда

$$\sum_{n=1}^m p_n K_n = 1,$$

где m – число видов дефектов (или причин).

С учетом этого условия легко показать, что при стоимости партии выпускаемых изделий Q и среднему уровню дефектности партии q , средняя стоимость брака P_n по n -му дефекту (причине) составит

$$P_n = Q \cdot q \cdot p_n \cdot K_n = Q q p_n K_n,$$

а полная стоимость потерь от брака

$$P_{\Sigma} = Q \cdot q \cdot p \cdot \Sigma K_n.$$

В случае неравноценности причин (в смысле затрат на их устранение), при построении диаграммы Парето необходимо учитывать поправки к весу (а, значит, цене) причин, способных изменить результаты представления

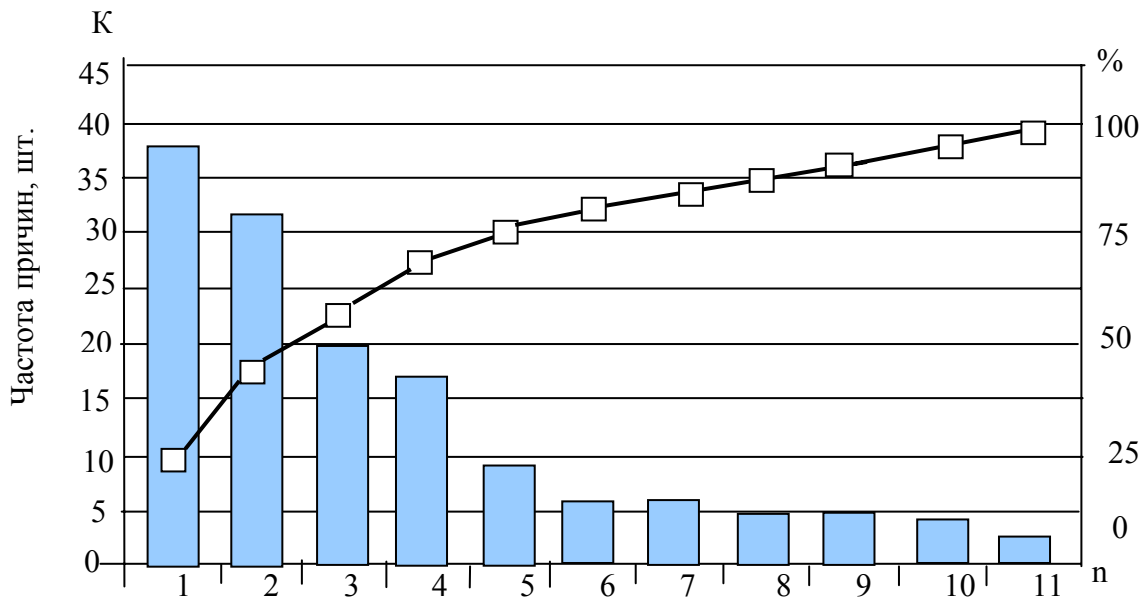


Рис. 3.26. Диаграммы Парето по частоте причине отказов

Для определения приоритетов в порядке устранения причин дефектов целесообразен экономический подход, учитывающий дополнительно два фактора: цену дефекта n -го блока $C_{дп}$ и цену мероприятия по устранению n -го дефекта M_n . В этом случае ущерб от брака составит

$$P_{бр} = Q \cdot q \cdot \sum_{n=1}^m C_{дп} K_n,$$

а с учетом цены мероприятия по устранению возможного появления дефекта получим полную стоимость потерь:

$$P_{\Sigma} = Q \cdot q \cdot \sum_{n=1}^m C_{дп} K_n - \sum_{n=1}^m M_n = Q \cdot q \cdot \sum_{n=1}^m (C_{дп} \cdot K_n - M/Qq).$$

Из последнего выражения следуют критерии:

- целесообразности устранения причины дефекта

$$C_{дп}K_n - M_n/Q_q > 0,$$
- приоритетности устранения причины

$$C_{дп}K_n - M_n/Q_q > C_{дп+1}K_{n+1} - M_{n+1}/Q_q.$$

Построенная по описанному принципу диаграмма Парето, сохраняя наглядность, учитывает экономические показатели и определяет приоритеты устранения причин по условиям максимума экономической эффективности.

3.8. Прогнозирование надежности изделий по уровню качества технологических процессов

Надежность изделия закладывается в период конструкторской проработки его элементов с учетом анализа вероятных отказов и причин их возникновения (метод FMEA), а также в процессе отработки опытных образцов до начала серийного изготовления изделий. Отработка опытных образцов новых изделий направлена на выявление конструкторских дефектов. При этом изготовление опытных образцов производится, как правило, не по серийной технологии, а чаще всего методами индивидуальной подгонки узлов и деталей на основе маршрутных технологий.

В процессе серийного производства изделий происходит отработка качества технологических процессов. В лучшем случае, при идеальном контроле изготовленной продукции, товарные изделия не имеют технологических дефектов, и их надежность целиком определяется качеством конструкторской документации. В то же время практика показывает, что качество технологических процессов влияет на надежность изделий в виде явных (не обнаруженных контролем) и скрытых (связанных со сложностью отбраковки) дефектов или отклонений от конструкторской документации.

Уровень качества процесса изготовления i -й детали $K_{дет}$ можно определить по относительному количеству дефектных деталей $n_{деф}$ на партию $N_{ф}$ фактически изготовленной по этому техпроцессу продукции:

$$K_{дет} = n_{деф} / N_{ф}.$$

Тот же уровень качества $K_{дет}$ можно определить и по экономическим показателям процесса. Допустим, что за определенный промежуток времени (например, за смену) на данном участке необходимо изготовить $N_{тов}$ товарных деталей для комплектования какой-то сборочной единицы. Расчетная (плановая) стоимость изготовления товарных деталей $Q_{рас}$ определится из соотношения

$$Q_{рас} = C_{рас} \cdot N_{тов}, \quad (3.16)$$

где $C_{рас}$ – расчетная (плановая) себестоимость изготовления одной детали.

Если при контроле партии изготовленных $N_{\text{ф}}$ деталей окажется $n_{\text{деф}}$ дефектных деталей, то для комплектования партии из $N_{\text{тов}}$ товарных деталей придется изготовить еще такое же количество товарных деталей, которое было забраковано при контроле. Очевидно, что фактическая стоимость партии товарных деталей $Q_{\text{ф}} = C_{\text{ф}} \cdot N_{\text{тов}}$ будет больше расчетной стоимости партии на стоимость изготовления дефектных деталей. Тогда уровень качества процесса изготовления можно определить из соотношения

$$K_{\text{дет}} = Q_{\text{рас}}/Q_{\text{ф}} = C_{\text{рас}}/C_{\text{ф}}, \quad (3.17)$$

где $C_{\text{ф}}$ – фактическая себестоимость изготовления одной детали.

Вполне возможно, что время изготовления детали увеличено за счет несоблюдения технологической дисциплины, что также приводит к удорожанию изготовленной продукции. Нас, для решения поставленной задачи, интересуют затраты, связанные с качеством исполнения технологического процесса, а не нарушения технологической дисциплины.

Одной из важнейших задач выпуска конкурентоспособной продукции является снижение себестоимости ее изготовления. Поэтому важно оценить, на каком этапе изготовления изделия (узла, агрегата) затраты на обеспечение его качества превышают запланированные нормативы.

Формула (3.17), как и формула (3.16), может быть использована не только для оценки качества процесса изготовления деталей, но так же при выполнении любой другой технологической операции, в том числе сборочной. В последнем случае для оценки уровня качества сборочной операции $K_{\text{сб}}$ можно использовать следующее соотношение:

$$K_{\text{сб}} = C_{\text{сб.рас}}/C_{\text{сб.ф}}, \quad (3.18)$$

где $C_{\text{сб.рас}}$, $C_{\text{сб.ф}}$ – соответственно расчетная (плановая) и фактическая себестоимость сборочной операции.

Оценим качество изготовления сборочной единицы на уровне комплекта. Если известны нормативные показатели по операциям сборки, то, воспользовавшись формулой (3.18), получим для уровня качества сборки комплекта $K_{\text{ком}}$ следующее соотношение:

$$K_{\text{ком.сб}} = C_{\text{ком.рас}}/C_{\text{ком.ф}}, \quad (3.19)$$

где $C_{\text{ком.рас}}$, $C_{\text{ком.ф}}$ – соответственно расчетная (плановая) и фактическая себестоимость сборки комплекта.

Формула (3.19) имеет отношение только к качеству процесса сборки комплекта из деталей, но не является оценкой уровня качества изготовления комплекта в целом. Для этого необходимо учесть уровень качества изготовления всех входящих в комплект деталей. Если комплект входит только две детали с разным уровнем качества изготовления деталей $K_{\text{дет}}$, то качество изготовления комплекта составит

$$K_{\text{ком}} = K_{\text{ком.сб}} \cdot K_{\text{дет.ср}}, \quad (3.20)$$

где $K_{\text{дет.ср}}$ – средний уровень качества изготовления деталей.

Если комплекты состоят из разного количества разных видов деталей, то необходимо определить приведенный уровень качества изготовления деталей $K_{\text{дет. пр}}$, входящих в комплект. При этом

$$K_{\text{ком}} = K_{\text{ком.сб}} \cdot K_{\text{дет.пр}}. \quad (3.21)$$

На примере несложного комплекта выведем формулу для расчета приведенного уровня качества изготовления деталей, входящих в комплект. Пусть комплект состоит из двух видов деталей, при этом имеем первого вида m_1 деталей со средним уровнем качества процесса $K_{1\text{дет.ср}}$, а второго вида m_2 деталей со средним уровнем качества процесса $K_{2\text{дет.ср}}$. Тогда

$$\frac{m_1}{K_{1\text{дет.ср}}} + \frac{m_2}{K_{2\text{дет.ср}}} = \frac{m_1 + m_2}{K_{\text{дет. пр}}}. \quad (3.22)$$

Решаем уравнение (3.21) относительно $K_{\text{дет.пр}}$.

$$K_{\text{дет.пр}} = \frac{K_{1\text{дет.ср}} \cdot K_{2\text{дет.ср}} (m_1 + m_2)}{m_1 \cdot K_{2\text{дет.ср}} + m_2 \cdot K_{1\text{дет.ср}}}. \quad (3.23)$$

Из формулы (3.23) видно, что если уровни качества процесса изготовления всех деталей одинаковы, то приведенный уровень качества изготовления деталей равен уровню качества процесса изготовления любой детали, входящей в комплект.

Аналогично рассчитываются уровни качества процесса изготовления других сборочных единиц, в том числе узлов (агрегатов). Уровень качества изготовления изделия $K_{\text{изд}}$, состоящего из узлов, составит

$$K_{\text{изд}} = K_{\text{изд.сб}} \cdot K_{\text{узн. пр.}}, \quad (3.24)$$

где $K_{\text{узн.пр.}}$ – приведенный уровень качества изготовления узлов,

$K_{\text{изд.сб.}}$ – уровень качества процесса сборки изделия.

На практике при сборке изделия достаточно часто встречаются почти все элементы изделия более низкого уровня (узел, подузел, комплект, базовая деталь). Покажем, как в этом случае определяется приведенный уровень качества изготовления узла $K_{\text{узн.пр.}}$. Допустим, что изделие состоит из двух разных узлов (в количестве соответственно d_1 и d_2) и одной базовой детали. Составляем уравнение по аналогии с уравнением (3.22):

$$\frac{d_1}{K_{1\text{узл.}}} + \frac{d_2}{K_{2\text{узл.}}} + \frac{1}{K_{\text{баз.дет.}}} = \frac{d_1 + d_2 + 1}{K_{\text{узл.пр.}}}.$$

Решая уравнение, получим

$$K_{\text{узл.пр.}} = \frac{K_{1\text{узл.}} \cdot K_{2\text{узл.}} \cdot K_{\text{баз.дет.}} (d_1 + d_2 + 1)}{d_1 \cdot K_{2\text{узл.}} \cdot K_{\text{баз.дет.}} + d_2 \cdot K_{1\text{узл.}} \cdot K_{\text{баз.дет.}} + K_{1\text{узл.}} \cdot K_{2\text{узл.}}}. \quad (3.25)$$

Из уравнения (3.25) видно, что качество процесса изготовления деталей влияет на качество процесса изготовления изделия тем больше, чем на более высоком уровне сборки применяется эта деталь. Это означает, что на качество изготовления и контроля базовых деталей необходимо обращать особое внимание.

Если на каждом этапе (деталь, комплект, подузел, узел) производства качество изготовления элементов изделия одинаковое, то уравнение (3.24) можно переписать в следующем виде:

$$K_{\text{изд}} = K_{\text{изд.сб.}} \cdot K_{\text{узл.сб.}} \cdot K_{\text{подуз.сб.}} \cdot K_{\text{ком.сб.}} \cdot K_{\text{дет.}}$$

Если отдельные элементы изделия поставляются по кооперации, то уровень качества процесса их изготовления при расчете качества изготовления изделия следует принимать за единицу, так как истинное значение уровня их качества неизвестно. При налаженных с поставщиками комплектующих деловых связях можно провести совместную работу по оценке качества изготовления этих комплектующих.

Прогнозирование надежности изделий в процессе эксплуатации возможно при определении коэффициентов связи α между уровнем качества изготовления i -го узла $K_{\text{узл.}}$ и вероятностью безотказной работы этого же узла $P(t)$ в процессе эксплуатации по результатам рекламаций на товарные изделия. В этом случае прогнозируемая вероятность безотказной работы нового изделия $P_{\text{изд}}$ по результатам оценки уровня качества изготовления узлов (агрегатов) изделия имеет вид

$$P_{\text{изд}} = \prod_{i=1}^n \alpha_i \cdot K_{i \text{ узл.}},$$

где n – количество основных узлов (агрегатов) изделия, влияющих на его безотказную работу.

Очевидно, что при анализе значений коэффициентов связи α можно выявить наиболее слабые (опасные) места (узлы) или скрытые дефекты изделия, на которые в первую очередь необходимо обратить внимание при разработке заводской программы повышения качества продукции.

4. УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ

4.1. Новый подход к управлению человеческими ресурсами

Традиционно в сегодняшней экономике организация (предприятие) выступает в роли работодателя (потребителя), а работник (служащий) – в роли поставщика. При этом «трудовые отношения» можно представить как процесс, на входе которого – персонал организации, а на выходе – результаты деятельности (рис. 4.1), которые измеряются в виде:

производительности труда – достижение результатов с минимальными ресурсами,

преданности – поддержка работником ценностей организации,

удовлетворенности в работе – положительное соотношение между вкладом нанятого работника и тем, что он должен получить в качестве награды за свои усилия.

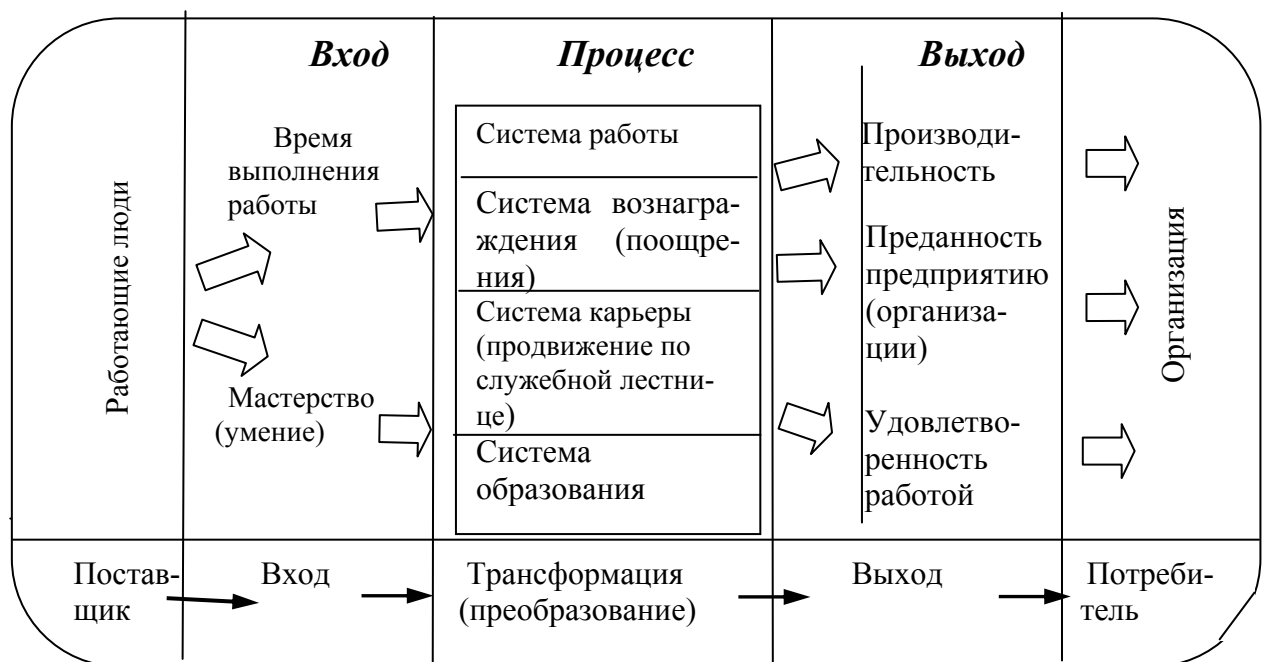


Рис. 4.1. Процесс управления человеческими ресурсами с традиционной точки зрения

При этом в соответствии с контрактом все произведенные работником ценности являются собственностью предприятия.

Соответствуют ли такие трудовые отношения условиям современной рыночной экономики? Очевидно, что когда в промышленности превалирует физический труд и только предприятие, располагающее средствами производства, может дать наемному работнику место работы и соответствующую оплату труда, такие отношения можно признать нормальными.

Жесткая конкуренция на мировых рынках привела производителя продукта к такому положению, что промедление с заменой выпускаемой про-

дукции на новую аналогичного назначения чревато экономическими потрясениями для предприятия. Требования рынка к повышению качества продукта одновременно распространяются и на его ценовые характеристики – потребитель хочет купить хороший товар за приемлемую цену. Новизна, стиль, мода, престиж стали приоритетными факторами конкурентоспособности. При этом резко возрастает роль работников умственного труда, способных на любой стадии жизненного цикла изделия не только улучшить его качество, но и сохранить или снизить затраты на его изготовление в новом качестве (улучшить конструкторскую документацию, сократить трудоемкость процессов, повысить точность оборудования и технологической оснастки, снизить затраты на техническое обслуживание продукта и т.д.). Главным инструментом изменений в качестве продукта становится умственный потенциал работников.

Тенденции последних десятилетий XX века по увеличению роли умственного труда воплотились в соответствующие требования менеджмента качества и международных стандартов серии ИСО 9000. С точки зрения TQM, трудовые взаимоотношения между работником и предприятием должны складываться диаметрально противоположно существующим традиционным отношениям: организация (предприятие) в этом случае выступает в роли поставщика, а работник – потребителя (рис. 4.2) [18, 44].

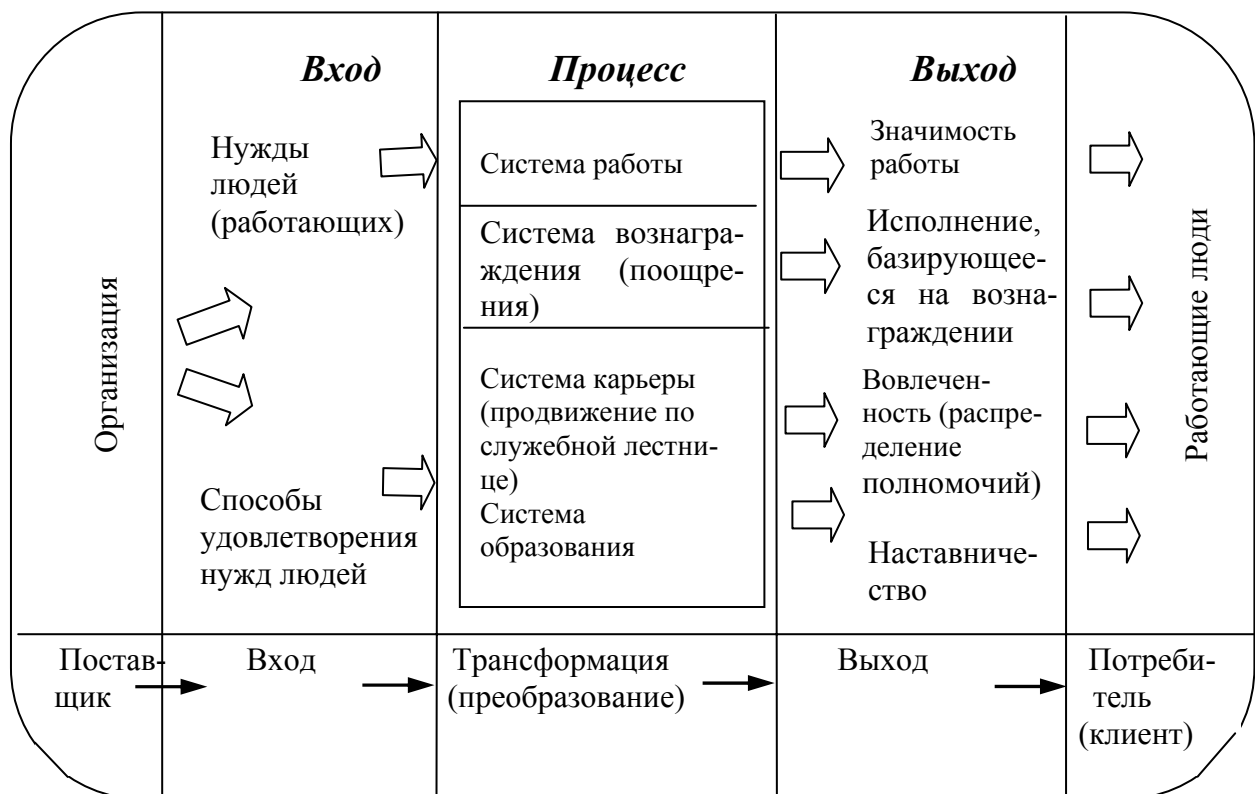


Рис. 4.2. Процесс управления человеческими ресурсами с точки зрения TQM

Организация, работающая в условиях TQM, выступает как организация интенсивного **умственного** труда, базирующегося на интеллектуальных и

творческих способностях работающего и позволяющего организации быть интенсивной в «производстве» идей. Проработав в течение, например, рабочего дня, работник оставляет организации свой интеллект, который не является материальным капиталом. Именно этот невидимый ресурс и является тем фактором, который, как правило, приносит гарантированный успех организации.

Вот почему TQM рассматривает работников организации не просто как рабочую силу, получающую зарплату, а как интеллектуальный потенциал организации, в котором она заинтересована так же, как и во внешнем потребителе. С этой точки зрения каждый работник организации является ее клиентом (внутренним потребителем) и оплачивается организацией за отдаваемый ей интеллектуальный потенциал работника в виде: умственного потенциала, знаний (компетентности), аналитических способностей, опыта, гибкости (способности быстро привыкать к изменениям), прагматизма (придерживаться установленных правил).

Сравнивая традиционный подход к управлению персоналом и подход TQM, можно, на основе проведенных наблюдений, показать, что внутренний потребитель уже не хочет быть простым исполнителем распоряжений руководства и готов выразить:

- потребности в достижении цели, вместо выполнения заданий;
- потребности участия в принятии решений, вместо повиновения приказам;
- потребности значимой и выбранной самостоятельно роли, вместо предписанной роли;
- потребности в наставнике, способствующем развитию личности, вместо обезличенного обучения;
- потребности в оплате, зависимой от прибыли организации, вместо оплаты за проработанное время.

Только в том случае, когда работники будут удовлетворены предложениями организации, они согласятся полностью отдать ей свой интеллектуальный потенциал.

Можно отметить, что неизбежность перехода к новым методам управления человеческими ресурсами отмечает также в своей книге «Задачи менеджмента в XXI веке» известный американский ученый П. Друкер. Он прогнозирует, что наступающий XXI век будет «веком лидерства и повышения производительности умственного труда» [26]. В отличие от принципов TQM, Друкер считает, что особые трудовые взаимоотношения организации и индивидуумов коснутся не всех работников, а только тех, которые большую часть времени будут заняты умственным трудом. Это значит, что концепция TQM, отражающая новый подход к управлению человеческими ресурсами, будет, скорее всего, реализована постепенно, в несколько этапов. Маловероятно, что на первых этапах изменится подход в трудовых отношениях с работниками физического труда, так они, в отличие от работников умственного труда, во многом зависят от средств производства, которыми располагает организация. Деятельность работников умственного труда практи-

чески не зависит от материальной базы предприятия. Поэтому предприятие должно с ними иметь особые трудовые отношения, чтобы они согласились добровольно отдать ему свой интеллектуальный потенциал. На наш взгляд, переход организаций (предприятий) на новые принципы трудовых взаимоотношений с наемными работниками неизбежен.

Новый подход к управлению персоналом, приведенный на рис. 4.2, по-иному трактует и отношение к системе образования работников организации – оно в большей степени должно осуществляться через институт наставничества, рассматривающего руководителя как учителя. Обучение и постоянное повышение знаний работников необходимо для введения новшеств, изобретений, мотивации людей и развития бизнеса. Организация должна постоянно улучшать показатели своей работы, используя для этого квалифицированное обучение.

Особенно трудной задачей организации является определение потребностей внутреннего потребителя (работника организации). Вместе с этим нет сомнения, что чем ближе будут совпадать его «воображаемые» запросы и ожидания с реальными предложениями организации, тем лучше будет работать потребитель. Решение этой задачи требует проведения внутреннего маркетинга.

Внутренний маркетинг. Первоначально (в 80-х годах) термин «внутренний маркетинг» был введен для описания внутренней деятельности компании в процедуре передачи решений руководства компании более низким уровням по иерархии. При работе в условиях TQM внутренний маркетинг рассматривается не просто как план внутренней взаимосвязи руководства с более низкими иерархическими уровнями при выполнении решений руководства, а как новый подход в представлении информации между работником и организацией и как результирующий процесс управления человеческими ресурсами.

Стратегия внутреннего маркетинга опирается на:

- эволюцию взаимоотношений организации со своими работниками, которых она рассматривает как своих потребителей,
- генерирование творческих идей персоналом,
- непрерывное улучшение качества управления человеческими ресурсами.

Качество процесса управления человеческими ресурсами – это уровень соответствия продуктов сервиса (планы вознаграждения и карьеры, программы обучения), представляемых организацией ее внутреннему потребителю для совершенствования его дарований (талантов), требованиям организации к творческому потенциалу внутреннего потребителя.

Новая концепция внутреннего маркетинга предусматривает:

- ответственность первого руководителя за обеспечение каждому работнику необходимых условий для самореализации,
- ответственность руководителя организации за продвижение сверху вниз предложений организации по карьере, обучению, вознаграждению работников и повышению имиджа организации среди коллектива,

- необходимость руководству организации прислушиваться к внутреннему рынку.

С точки зрения внутреннего маркетинга основной проблемой организации является своевременное «прислушивание к голосу внутреннего рынка», т. е. понимание крайних нужд персонала – ключевого фактора, от которого в большей степени зависит успех организации. Идентификация актуальных и потенциальных нужд внутренних клиентов лежит в области, изучаемой дисциплиной **«организационное поведение»**, которая исследует взаимодействия между индивидуумами, группами и внутренними структурами организации. Без учета организационного поведения невозможна практическая реализация TQM.

Удовлетворение нужд внутренних потребителей «организационное поведение» реализует через взаимодействие четырех социальных инструментов управления персоналом: наделение полномочиями, обогащение работой, оплата труда, наставничество (рис. 4.3). Рассмотрим эти инструменты подробнее.



Рис. 4.3. Социальные инструменты управления персоналом

Наделение полномочиями и работа по целям. Программы улучшения качества разрабатывают с целью улучшить взаимопонимание работников, выявить источники проблем, причин дефектов, экономических потерь, причин невыполнения обязательств и т. д. Поиски новых способов улучшения работы зачастую приводят к «простейшему» открытию: люди, которые выполняют в организации целенаправленную деятельность, более компетентны любой группы внешних консультантов. Рабочие целевые группы начинают изучать процесс не только как метод выполнения работы, но и с целью сделать его наиболее эффективным. Такое изучение требует максимальной сосредоточенности, самостоятельности и не терпит командования. В этих условиях необходимо наделять рабочие группы более широкими полномочиями,

особенно в части проведения экспериментальных исследований. Руководитель такой группы должен быть больше наставником, чем начальником. Такие группы целесообразно создавать в разных подразделениях организации с возможностью координации их деятельности для достижения одной поставленной цели. В условиях повышенной творческой напряженности нужен новый стиль руководства. В табл. 4.1 приведены отличия нового стиля руководства от традиционного.

Таблица 4.1

Отличия нового стиля руководства

Традиционный стиль руководства	Новый стиль руководства
Решения принимаются наверху	Клиент (заказчик) находится в центре внимания
Каждое лицо отвечает только за свою работу	Люди работают вместе и делают все, что можно, даже если это находится за пределами их служебных обязанностей
Взаимосвязь медленная и идет сверху	Полномочия и ответственность коллективная
Минимальная связь между подразделениями	Изменения и взаимосвязь постоянны и непрерывны
Внимание сотрудников сфокусировано на начальника	Основное качество сотрудника – уметь работать с коллегами по группе
Руководство определяет, как выполнить задание	Главенствуют знания для убеждения других, а не иерархическая позиция
Руководство не ожидает от сотрудников предложений по улучшению	Количество иерархических уровней управления относительно мало

Распределяя полномочия между работниками, руководство должно быть уверено, что это уменьшит стоимость и увеличит производительность труда. Концепция наделения полномочиями подразумевает непосредственное участие подчиненных в принятии решения. Они совместно с руководством выбирают цели, оговаривают сроки их выполнения и договариваются о критериях приемки. Таким образом, коллективное (совместное) руководство представляет собой процесс, в котором доля участия наемных работников при принятии решения весьма высока и мнение подчиненных имеет значительный вес. Руководители осознанно хотят разделить полномочия при принятии решения по следующим причинам:

- работа становится комплексной,
- взаимосвязь разнородных задач в пределах выполняемого процесса требует многофункциональности для того, чтобы интегрировать разработанные элементы в единое решение,
- совместное руководство дает всем участникам группы большое моральное вознаграждение, делая их работу более эффективной за счет удовлетворения от сознания своей значимости, от ощущения актуальности работы, от важности взятых на себя задач.

Наделение полномочиями усиливает мотивацию к работе за счет четырех основных факторов:

- *осмысленность*, люди осознают свою работу как деятельность, направленную на достижение конечной цели,
- *ответственность*, люди выполняют свою работу тщательно,
- *компетенция*, люди характеризуют свой труд как высококвалифицированный,
- *выбор*, люди чувствуют возможность самоопределения при выполнении работы.

Наделение полномочиями – наилучшая на сегодняшний день концепция для объединения современных теоретических и практических разработок в области управления кадрами. Посредством распределения полномочий общая цель организации трансформируется в частные, локальные цели для каждого уровня, начиная от руководства организации и кончая индивидуальным ее сотрудником. В результате каждый сотрудник предприятия имеет свою локальную цель и обеспечивает конкретный вклад в деятельность своего подразделения и всего предприятия в целом.

При **определении целей** и показателей работы сотрудников (с которым делятся полномочия) руководителю нужно учитывать следующие факторы:

- достижение сотрудником специфических и трудных целей ведет к более высоким его показателям работы,
- сотрудники будут лучше работать, если будет осуществляться обратная связь с результатами работы,
- самостоятельно полученная (разработанная) обратная связь является лучшей мотивацией для сотрудника к качественному труду.

На взаимоотношение цели и показателя работы влияют два основных фактора: самостоятельное решение работника по достижению цели и его уверенность в ее выполнении. На успешное выполнение целей влияют следующие условия: цель должна быть конкретной, каждая цель должна иметь сроки выполнения, должна осуществляться обратная связь по результатам выполнения, к выполнению цели желательно привлечь других сотрудников. Привлечение к выполнению цели является очень важным процессом, так как расширяет круг лиц, ответственных за результаты работы.

Наиболее распространенной формой управления с привлечением к участию сотрудников является *работа в команде*, которая характеризуется тем, что:

- представляет работу, связанную с улучшением ее качества,
- предполагает ответственность каждого сотрудника за конечный результат,
- оцениваются результаты деятельности всей команды,
- сотрудники выполняют функционально зависимые работы.

Успех таких команд зависит от создания им необходимых условий для нормальной работы, систематической поддержки их руководством и ожидания от них не фантастических, а реальных результатов.

Обогащение работой. Модель обогащения работой определяет пять основных понятий, способствующих повышению мотивации к труду:

- *разносторонность* (способность работника к различным видам деятельности, требующей использования различных навыков и проявления многогранного таланта),
- *понимание задачи* (ясность конечных и промежуточных результатов работы, что делает ее «видимой» от начала до конца),
- *значимость задачи* (осознание значимости выполняемой работы повышает самоуважение и мотивирует к труду),
- *самоуправление* (предоставление существенной свободы работнику при выполнении работы),
- *обратная связь* (сравнение результатов выполненных действий с показателями, запланированными на начало работы).

В конечном счете, стратегия обогащения работой должна установить прочную связь между удовлетворением от работы и ее исполнением. Степень обогащения работой должно непрерывно расширяться, чтобы реализовать возможность роста компетентности работника. Характер работы должен позволить сотрудникам повышать свой имидж в организации. Потенциальный уровень предложений организации к сотрудникам зависит от:

- возможности их «перемещения» внутри организации,
- возможности получения ими вознаграждений, увеличивающихся с течением времени,
- возможности повышения их в должности и разумной смены деятельности.

Результаты деятельности коллектива должны регулярно соотноситься с генеральной линией всей корпорации, что вырабатывает «глобальное видение».

Эффективность управления человеческими ресурсами, как правило, оценивается степенью соответствия требований организации уровню способностей работающих. Идеальной ситуацией является вариант, при котором каждый работник получил задание, в максимальной мере соответствующее его возможностям выполнить это задание.

Допустим, что численность персонала по своим возможностям распределяется по нормальному закону распределения. Допустим также, что по такому же закону распределяются требования (задания) организации по выполняемой работе. Если координаты середины этих распределений совпадают, то имеем идеальную ситуацию (рис. 4.4). Если координаты середины распределений не совпадают, возникает рассогласование между требованиями и способностями (заштрихованная часть распределения), что приводит к бесполезной затрате человеческих ресурсов и потере времени.

Аналогичный результат будет иметь место, если закон распределений численности персонала с разными способностями не совпадает с законом распределения требований (заданий) к персоналу (рис. 4.5). Если окажется, что имеет место нехватка людей с необходимыми для решения задач способностями, то значительная часть работ не будет выполнена качественно, что

приведет к непроизводительным затратам. В равной степени будет плохо, если численность персонала с высокими способностями превышает численность задач с требуемыми для них трудностями. Получится простой высокооплачиваемого персонала, что так же приведет к затратам.

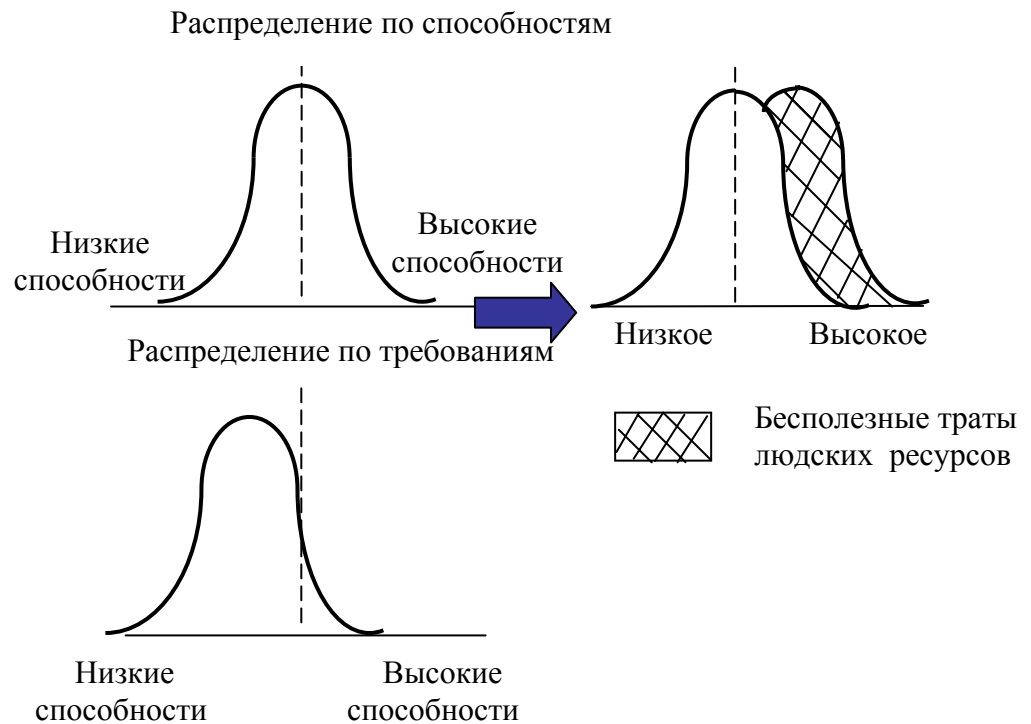


Рис. 4.4. Эффективность способностей персонала

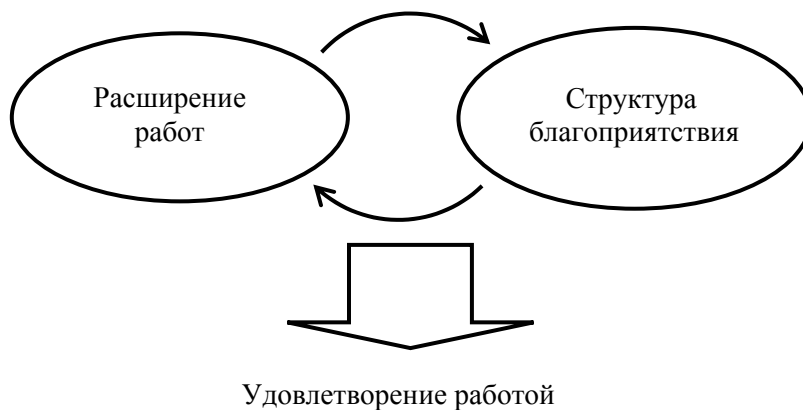


Рис. 4.5. Взаимосвязь благоприятствия и удовлетворения работой

Удовлетворение работой имеет место, если условия и содержание работы совпадают с ожиданиями работника. Можно быть удовлетворенным содержанием работы, но если она не представляет каких-либо перспектив для роста и продвижения по службе, то это понизит мотивацию к труду. Если работа обогащает и работник чувствует приносимую им ценность для организации, но организация неадекватно реагирует уровнем оплаты выполняемой

работы, то возникает состояние неудовлетворенности, которое, если ничего не изменится, в конечном счете приведет к утрате мотивации данного сотрудника к работе.

Поэтому обогащение работой индивидуума требует также непрерывного «обогащения» возможностей организации предоставления сотрудникам более ответственной или престижной работы.

Оплата работы (вознаграждение за труд). Вознаграждение, выплачиваемое работнику по результатам деятельности, означает оплату его труда на основе какого-то критерия вместо оплаты за время его пребывания на рабочем месте. Работник должен ощутить связь между исполнением работы и вознаграждением за нее. Эта связь тем сильнее, чем больше мотивирован работник. Если же вознаграждение зависит от стажа, возраста или должности работника, то оно не будет в должной степени мотивировать исполнителя на повышение результатов труда.

Концепция «оплата – за результат» не нова, и, как правило, реализуется в виде:

- *индивидуального стимула*, когда оплата напрямую зависит от достижения поставленной цели,
- *единовременных выплат*, когда награда связана с разовыми, индивидуальными достижениями,
- *участия в прибылях*, когда единообразные выплаты всем или большинству сотрудников базируются на величине доходов организации,
- *разделения прибыли*, когда вознаграждение делят между работниками пропорционально вкладу их подразделения в общую прибыль,
- *стимулирования малой группы*, когда производится разовое вознаграждение всем членам группы за достижение определенной цели.

Новые тенденции в политике вознаграждения за результат в условиях TQM связаны с новыми факторами, характеризующимися интеллектуальными качествами работников: риск, творчество, улучшение качества работы, кооперация, перспективные решения и др. Эти новые тенденции в политике вознаграждения сотрудников как раз и определяют стратегию организации, в корне отличающуюся от существующих методов поощрения за труд. Рассмотрим подробнее эти новые тенденции.

Награждать за перспективные решения. Когда руководство организации ориентировано в основном на поощрение сотрудников за решения, приносящие сиюминутную прибыль, оно может упустить значительную прибыль в будущем, которую могут принести перспективные, долгосрочные решения. Среди примеров сиюминутных решений можно привести использование устаревшего оборудования с целью экономии средств, политика сокращения затрат при работе со случайными поставщиками в погоне за низкими ценами на сырье и комплектующие и т. д. В противоположность этой стратегии вовлечение организации в достижение глобальных и более эффективных перспектив предполагает выявление долгосрочных целей, связанных с привлечением инвестиций в производственное оборудование, стимулирование перспективной деятельности работников, умелое снабжение и т. д.

Награждать тех, кто идет на риск. Многие организации, в борьбе за снижение затрат любыми способами, награждают работников за консервативное поведение, не связанное с принятием рискованных решений, и карают за творческую активность, которая, как правило, связана с определенным риском. Чтобы в такой организации создать благоприятный климат для безбоязненного принятия творческих решений, нужно принять целый ряд мер, связанных с отказом от наложения штрафных санкций за проявление инициативы в решении производственных вопросов.

Награждать за творческую работу, а не слепое подчинение. Чтобы подвигнуть коллектив на творческий настрой в работе, необходимо создать соответствующие условия для этого. В том числе:

- терпимость к ошибкам,
- постановка творческих целей и задач,
- создание обстановки раскрепощенности и неформальности,
- введение денежных вознаграждений за нововведение,
- стимулирование изобретательства через наставничество и др.

Награждать за обдуманый труд, а не за объем работ. Имеется много примеров, когда поощряется активность вместо продуктивности, эффективность вместо производительности. Почти в каждой организации можно увеличить производительность труда на 50%, предложив ряд простых мероприятий: подбор умелых сотрудников; поощрение усилий, направленных на результат; устранение бюрократических процедур; разъяснение целей и распределение обязанностей внутри подразделения; упрощение работы и др.

Награждать за качество, а не быструю работу. Зачастую чрезмерный акцент делают на быстрое исполнение работы и ее низкую себестоимость, не учитывая, что работа эта выполнена с низким качеством, и потери в цене будут значительно больше, чем экономия в скорости. Если работники знают, как сделать свою работу лучше, и это улучшение достаточно мотивировано, то они в своей работе могут достигнуть высокого уровня качества. И сегодня во многих организациях качественный труд недостаточно стимулируется, что «охлаждает» работников совершенствовать свое мастерство.

Наставничество. Наставничество – не только стиль обучения, характерный для организаций, работающих в условиях TQM, но и стратегия компаний в увеличении интеллектуального потенциала своих сотрудников. Основными особенностями наставничества являются:

- тренировки, на которых обучают работников достигать стандартных (требуемых) характеристик,
- советы, которые помогают работникам улучшать (превышать) стандартные характеристики.

Лица, принятые на работу, обычно приходят с низким (для данной организации) уровнем знаний и навыков. Тренировка, несомненно, повышает этот уровень, но для большинства людей огромная масса знаний и навыков, даже если они достигают хороших результатов, остаются закрытыми (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Айсберг человеческих возможностей

Наставничество, следуя системе тренировок, развивает скрытые навыки обучающихся, чего не могут сделать одни тренировки. Люди тренируются, чтобы сделать качественно работу, а затем их наставляют, как улучшить то, что они сделали. Наставничество помогает людям войти в свою «скрытую» зону, то есть высвободить скрытые возможности своего потенциала. Менеджер, работающий наставником, должен знать, когда надо от тренировок переходить к советам.

Роль наставника состоит в создании условий для улучшения желаемых рабочих качеств подчиненных, сосредотачивая свое внимание на следующем шаге работы, а не на цели организации. Отсюда можно сделать два важных вывода:

- чтобы заставить работника эффективно работать на чужую цель, необходимо убедить его в личной выгоде достижения необходимых результатов,
- менеджер, принимающий наставничество как образ жизни, должен говорить обучаемому, не как нужно сделать эту работу, а помогать ему в достижении поставленной цели.

Обучаемые работают в атмосфере наставничества, где главное внимание фокусируется на развитии персонала, а не на выполнении задания, на поиске стимула, а не на результате эффективного завершения работы. Таким образом, наставник дает своему ученику не методику (инструкцию) выполнения работы, а методологию выполнения многих однотипных работ.

Часто наставника (менеджера) сравнивают с тренером спортивной команды, где тренер не должен игроку объяснять, как тот должен делать тот или иной прием, а мотивировать его на выполнение аналогичных приемов в процессе совместной деятельности (игре) с другими игроками.

Рассмотрим основные качества наставника-тренера: умение слушать, умение наблюдать, умение советовать.

Умение слушать. Установлено, что в среднем люди затрачивают 9% рабочего времени на то, чтобы писать, 16% времени – чтобы читать, 30% – разговаривать, 45% – слушать других. Если в своей работе больше всего времени нам приходится слушать, то почему столько времени в школе, вузе и на производстве мы затрачиваем на обучение письму, чтению, риторике, а не умению слушать. Таким образом, научить работника слушать – ключ к умению лучше понять собеседника и принять правильное решение.

Умение наблюдать. Для новых работников организации, с целью быстрой адаптации к непривычным для них условиям работы, очень большой проблемой является умение наблюдать за рабочими действиями опытных работников. Очевидно, что это связано с индивидуальными качествами работника, но каждый из них должен пройти путь по приобретению стандартных умений и навыков, требуемых на данном рабочем месте. Именно наставник (тренер) должен своими советами и наставлениями, сделанными на основе наблюдений, резко ускорить процесс адаптации; он значительно быстрее своих подопечных должен рассмотреть в каждом рабочем недостатки и причины медленного или неправильного исполнения операций и найти наиболее приемлемый для этого работник путь исправления ошибок. Умение наблюдать является необходимым качеством для хорошего наставника.

Давать совет – это процесс, посредством которого наставник помогает индивидууму в насущной работе, решает как реальные, так и возможные проблемы, помогает работнику принять решения по дальнейшим действиям. Советуя, наставник повышает самоуважение работника, который, как правило, хочет знать мнение наставника о своей работе, о своих результатах и намерениях. Доверие к наставнику значительно сокращает сроки адаптации работника.

Соппротивление изменениям. Внедрение TQM и новых подходов к управлению человеческими ресурсами требует от организации особых усилий для того, чтобы преодолеть структурные и культурные препятствия, барьеры. Соппротивление изменениям может быть открытое, непосредственное, подразумеваемое или отсроченное. Конечно, наиболее легко иметь дело с сопротивлением открытым и непосредственным. Более сложная проблема – столкнуться с сопротивлением подразумеваемым или отсроченным. Под подразумеваемым сопротивлением понимается:

- потеря лояльности к организации,
- потеря мотивации работать,
- увеличение погрешности или ошибки,
- увеличение числа прогулов и т. д.

Источники сопротивления обычно известны: страх неизвестности, необходимость менять привычные навыки работы, нежелание учиться и др. «Организационное поведение» предусматривает следующую классификацию организационных сопротивлений: структурная инерция, групповая инерция,

угроза проверок, перераспределение полномочий, угроза изменения расстановки кадров.

Структурная инерция. Эффективность работы организации построена на механизмах, уравнивающих изменения: процесс отбора, обучение и другие социальные технологии, формализация (процедуры, рабочие инструкции), нормирование работы и т. д.

Групповая инерция. Характеризует влияние устоев группы (формальной или неформальной), которые могут действовать в качестве ограничений, даже если индивидуум хочет что-либо изменить. То есть сложившийся менталитет группы оказывает сильное давление на мнение индивидуальных ее членов.

Угроза проверок. Имеет место, когда изменения в организационной структуре чреваты увеличением числа проверок на рабочем месте.

Перераспределение полномочий. Имеет место, когда возникает угроза перераспределения полномочий руководителей среднего и низшего звеньев.

Угроза изменения расстановки кадров. Если изменения приводят к уменьшению бюджета организации или сокращению штата, то коллектив этой организации будет рассматривать изменения как угрозу своему положению.

Организация обучения. Новый подход к трудовым отношениям между организацией и индивидуумом, несомненно, требует новых форм и методов обучения и повышения квалификации работников организации. Важным для улучшения работы и создания комфортного морального климата в организации является предоставление возможности каждому сотруднику глубже познать интересующее его мастерство, постоянно совершенствуя и обогащая тем самым, с одной стороны, выполняемую работу, а с другой – свой интеллектуальный потенциал в ходе выполнения этой работы. Эффективность этого обогащения зависит от соблюдения основного условия: соответствие индивидуальных способностей работника требованиям, предъявляемым к выполняемой работе.

Поэтому практическая реализация внутреннего маркетинга предусматривает выявление способностей каждого работника организации для более эффективного использования его потенциала в зависимости от требований к проводимой работе. Для выяснения индивидуальных способностей и пожеланий по совершенствованию своего мастерства многие компании в США предлагают своим работникам заполнить специальные анкеты, называемые также в честь автора «Анкета Колба», содержащие (после заполнения) информацию о предпочтительном для данного индивидуума стиле обучения. Вынесем в табл. 4.2 содержание указанной выше анкеты.

При заполнении таблицы 4.2 (анкеты) необходимо в каждой строке (1-9) расставить ранг (1- 4) предпочтительности одного из четырех предлагаемых подходов к методам обучения. Наибольший ранг (4) получает наиболее подходящий (приемлемый, привлекательный) для анкетировемого лица подход при обучении. Например, выбираем строку 7.

7	2	Ориентация на настоящее	3	Размышление	4	Ориентация на будущее	1	Прагматичность
---	---	-------------------------	---	-------------	---	-----------------------	---	----------------

При таком заполнении строки 7 в анкете сотрудник организации выбирает подход «ориентация на будущее» как приоритетный при разработке программы обучения.

После заполнения всей анкеты выбирается профиль стиля обучения. Как понимать термин «профиль»? Четыре столбца (колонки) А, В, С, и D представляют четыре различных стиля (профиля) обучения (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Перечень возможных подходов при обучении (анкета Колба)

	А	В	С	Д
1	Способность видеть мельчайшие подробности	Действовать методом проб и ошибок	Быть сильно вовлеченным (горячо воспринимать)	Видеть практическое применение
2	Воспринимать, беря все на заметку	Способность видеть приоритет	Аналитическое восприятие	Непредвзятость (хладнокровное восприятие)
3	Восприятие на ощущениях	Наблюдательность	Обдумывать свои действия и все происходящее	Сначала делаю, а потом пытаюсь понять
4	Способность воспринимать все новое	Не бояться риска	Давать свою оценку	Желание стать осведомленным в данном предмете
5	Интуитивный подход	Продуктивный подход (с минимальными затратами)	Делать логические заключения	Задавать себе вопросы по данному предмету
6	Абстрактное восприятие	Наблюдение с целью изучения (любопытство)	Конкретизировать для себя	Проявлять активность
7	Ориентация на настоящее	Размышление	Ориентация на будущее	Прагматичность
8	Убеждаться на опыте	Стремление к исследованию	Использование теории перед принятием решения	Стремление к экспериментальной деятельности
9	Интенсивность	Скрытность и необщительность	Целесообразность (рациональный подход)	Ответственный подход к делу

Колонка А. В ней представлены следующие предпочтительные подходы обучения:

- воспринимать, беря на заметку (строка 2),
- восприятие на ощущениях (строка 3),
- способность воспринимать все новое (строка 4),
- интуитивный подход (строка 5)

- ориентация на настоящее (строка 7),
- убеждать на опыте (строка 8).

С учетом номеров строк профиль А записывается в виде А(2,3,4,5,7,8).

Наивысшая оценка в этой колонке означает, что анкетированный хорошо чувствует и вовлечен в те процессы, которые его окружают.

Колонка В. В ней представлены следующие предпочтительные подходы к обучению:

- действовать методом проб и ошибок (строка 1),
- наблюдательность (строка 3),
- наблюдение с целью изучения (строка 6),
- размышление (строка 7),
- стремление к исследованию (строка 8),
- скрытность и необщительность (строка 9).

С учетом номеров строк профиль В записывается в виде В(1,3,6,7,8,9).

Высшая оценка в этой колонке означает, что анкетированный отличается наблюдательностью за ходом процесса, размышлением и планирует на ближайшую перспективу.

Колонка С. В ней представлены следующие предпочтительные подходы к обучению:

- аналитическое восприятие (строка 2),
- обдумывать свои действия и все происходящее (строка 3),
- давать свою оценку (строка 4),
- делать логические заключения (строка 5),
- использовать теории перед принятием решения (строка 8),
- целесообразность (рациональный подход) (строка 9).

С учетом номеров строк профиль С записывается в виде С(2,3,4,5,8,9).

Высшая оценка в этой колонке означает концептуальный стиль обучения, характеризующийся стремлением к пониманию (осмысливанию) происходящего.

Колонка D. В ней представлены следующие предпочтительные подходы к обучению:

- видеть практическое применение (строка 1),
- сначала делаю, а потом пытаюсь понять (строка 3),
- проявлять активность (строка 6),
- прагматичность (строка 7),
- стремление к экспериментальной деятельности (строка 8),
- ответственный подход к делу (строка 9).

С учетом номеров строк профиль D записывается в виде D(1,3,6,7,8,9).

Высшая оценка в этой колонке означает, что анкетированный работник активно использует различные подходы для выяснения последствий. Это подход типа «давайте попробуем, а потом посмотрим, что будет».

При обработке анкеты по каждой колонке складываются только те рейтинги, которые соответствуют номеру строк конкретного профиля. Наибольшая сумма рейтингов по одной из колонок определяет стиль (колонку) обучения.

Для объективной оценки стиля желательно анкетированного до начала анкетирования не знакомить (для его же пользы) с правилами обработки анкет.

Очень вероятно, что суммы рейтингов отдельных стилей совпадают или отличаются незначительно. Так как процесс обучения включает в себя постепенное прохождение всех четырех стадий, то индивидуумы могут усилить свои знания в области, где у них мало опыта. Индивидуум может быть сильно развит в способности создания абстрактных планов, моделей и обобщений, но слабо – в процессе претворения их в жизнь. И наоборот. Выбор в развитии должен побудить индивидуума к изучению различных подходов к обучению.

При выборе стиля обучения следует учитывать естественный процесс познания окружающего мира, которое происходит по непрерывному циклу: чувствовать и наблюдать мир, осмысливать и пытаться его изменить (рис. 4.7).

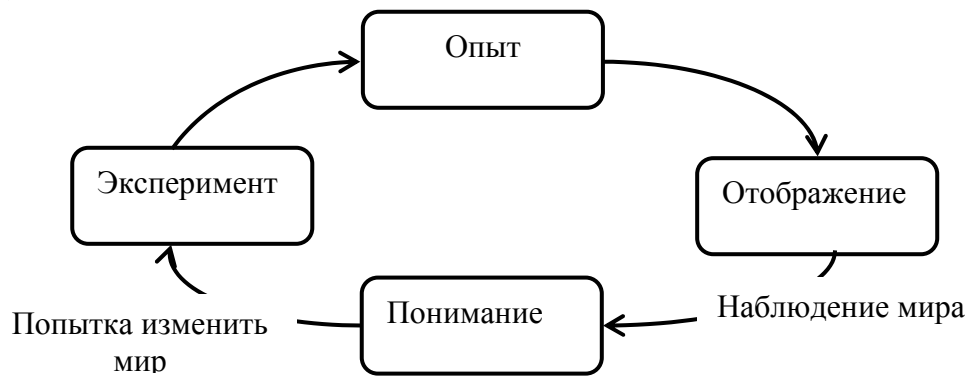


Рис. 4.7. От стилей обучения к процессу обучения

Четыре стиля обучения соответствуют четырем категориям людей, выявленным в результате проведенного анкетирования.

Способ обучения, соответствующий категории людей, входящих в *группу А*, характеризуется тем, что работнику сразу же представляется возможность выполнить конкретную работу в соответствии с его предыдущим опытом. Такой стиль обучения характерен при приеме нового сотрудника в организацию. Успех обучения и адаптации вновь принятого работника в этом случае зависит от его интуиции, ответственности, чувства проблемы и предыдущего практического опыта.

Способ обучения, соответствующий категории людей, входящих в *группу В*, характеризуется тем, что обучающиеся много наблюдают и думают. Такие люди, работающие на сборочных операциях, вначале смотрят на готовое изделие, после чего приступают к работе по сборке. Как правило, обучение в этом случае идет медленно, так как обучающиеся наблюдают, делают пометки для себя и, действуя методом проб и ошибок, пытаются повторить действия, продемонстрированные им мастером. В этом случае очень важно качество людей быстро перестраиваться за счет размышления.

Третий тип обучения С – концептуальный. Категория людей этой группы часто задают себе вопрос: «Почему делается именно так?». Эта группа людей обычно не заинтересована в применении на практике своих знаний.

Четвертый тип обучения D – экспериментирование. Люди, относящиеся к этой группе, хотят сразу все попробовать. При этом они, чаще всего, учатся на своих ошибках. Обычно к этому этапу обучения приходят только после прохождения предыдущих этапов.

Каждая организация, которая занимается улучшением качества, должна пройти все четыре этапа, представленные на рис.4.7.

С учетом изложенного, можно сделать следующие выводы:

- если индивидуумы имеют различные способности к обучению, то программа развития должна включать различные методы обучения, подходящие для данного индивидуума;
- так как процесс обучения включает постепенное прохождение всех четырех стадий, то индивидуумы могут усилить свои знания в области, где у них мало опыта;
- при разработке программы развития для менеджера и его подчиненных важно учесть весь цикл изменений, которые должны пройти сотрудники организации для более эффективного обучения.

4.2. Улучшение поставок

Непрерывно повышающиеся требования рынка к качеству продукции при сохранении стоимости ее изготовления требуют от предприятий, выпускающих товарную (конечную) продукцию, широко использовать фактор кооперации с целью специализации производства элементов продукции и снижения их себестоимости [66,81]. Вместе с этим понятие «качество поставок» («качество закупок») трактуется не одинаково предприятиями-поставщиками и предприятиями-потребителями.

С точки зрения поставщика качество закупок определяется:

- своевременной поставкой требуемого объема изделий,
- соответствием поставленных изделий техническим требованиям, стандартам, чертежам,
- возможностью поставленных изделий нормально собираться в узлы и агрегаты.

С точки зрения потребителя под качеством закупок понимаются уже другие требования:

- поставки должны быть своевременными и равномерными (ритмичными),
- закупки должны производиться по экономически целесообразным ценам (желательно у предприятий, славящихся своим качеством),
- качество закупок не должно подрывать имидж предприятия-изготовителя из-за возможных претензий покупателей к качеству товарной продукции.

Отразим еще и точку зрения покупателей продукции:

- минимальное число отказов комплектующих изделий,
- минимальный вред, наносимый окружающей среде продуктами комплектующих изделий,
- локализация закупок в рамках региона (закупать у региональных предприятий).

Все перечисленные выше показатели качества комплектующих можно условно свести в четыре группы:

- первая группа объединяет следующие традиционные качества: качество закупаемых комплектующих изделий должно удовлетворять чертежной документации, стандартам, техническим условиям и требованиям к сборке товарного изделия;
- вторая группа объединяет составляющие качества закупок, входящих в понятие «проектное качество»: соответствие потребительских свойств закупаемых комплектующих изделий ожиданиям потребителей (рынка), надежность узлов (элементов) изделий как свойство, закладываемое на стадии проектирования продукта, а также экологическую безопасность комплектующих в эксплуатации;
- третья группа включает следующие качества: экономическая эффективность и целесообразность закупок, локализация закупок, необходимость обеспечения соотношения цена-качество;
- четвертая группа включает следующие требования к поставкам: своевременность, регулярность и плановость.

Закупающие организации (предприятия), являясь потребителями комплектующих изделий, должны определять уровень их качества, отвечать перед покупателями, как за качество товарных изделий, так и за качество комплектующих, и участвовать на определенной стадии в формировании перечисленных выше качеств на предприятиях-поставщиках.

Понимание этих условий обеспечения выпуска качественной продукции не дошло еще, к сожалению, до сознания большого числа российских предприятий. Можно, вероятно, выделить четыре этапа, предшествующих пониманию необходимости нести ответственность предприятия-потребителя за качество комплектующих:

- первый этап: купить и *своевременно привезти* необходимое количество комплектующих, проверить их качество и ни при каких условиях не допустить простоя производства,
- второй этап: своевременно купить *по приемлемой цене* и привезти нужное количество комплектующих изделий, проверить их качество и не допустить простоя производства,
- третий этап: своевременно купить по приемлемой цене и привезти нужное количество изделий, *качество которых удовлетворяет ожидания потребителя*,
- четвертый этап: *купить по приемлемой цене* необходимое количество комплектующих изделий *требуемого качества* и своевременно их привести.

Каждый из этапов требует времени для проведения серьезных мероприятий, связанных как с организацией закупок, так и обеспечением их качества. Поэтому «перепрыгнуть» через этап практически невозможно.

Рассмотрим покупки как бизнес-процесс, состоящий из четырех основных процессов, каждый из которых обеспечивает формирование одной из вышеперечисленных групп показателей качества:

- анализ и обеспечение качества проекта в аспекте комплектующих изделий,
- обеспечение экономической эффективности поставок,
- обеспечение качества комплектующих изделий,
- обеспечение своевременности поставок.

Очевидно, что для нормальной работы любого предприятия жизненно важно, чтобы осуществлялась своевременная поставка комплектующих изделий, обеспечивающих ожидания потребителя. Однако, столь же очевидно, что для долгосрочной, успешной деятельности производства необходимо обеспечить эффективное функционирование базисных элементов процесса закупок, требования к которым формируются при разработке стратегии предприятия.

Рассмотрим подробнее каждый из процессов, составляющих компоненты закупок.

Анализ и обеспечение эффективности закупок. Особого внимания требует реализация первого процесса, так как, с одной стороны, он определяет конструктивное, т. е. базисное, качество комплектующих, а с другой стороны, является наименее проработанным для традиционной деятельности службы закупок.

Этапы реализации этого процесса аналогичны этапам процесса создания нового изделия: 1) анализ пожеланий клиентов (потребителей) и формирование технического задания на разработку комплектующих, 2) поиск и оценка технологических и экономических возможностей потенциальных поставщиков, 3) подготовка производства у поставщиков, 4) испытание и утверждение образца к поставке. Рассматривая названные выше этапы реализации процесса, можно отметить, что на первом этапе устанавливаются цели дальнейшей работы, на втором – определяются объекты приложения усилий, на третьем – создаются средства реализации целей, на четвертом – происходит верификация процесса (достигнуты или нет поставленные цели).

Нас больше интересует этап поиска и оценки поставщиков. Из мировой практики поставок известно, что наилучшим вариантом является выбор постоянного (чаще всего одного) поставщика, обеспечивающего качественные и своевременные поставки комплектующего изделия. Однако именно это является главной проблемой многих российских предприятий, особенно производящих автомобильные компоненты. Российская практика показывает, что одним из путей повышения качества поставок является подбор альтернативных поставщиков, что обеспечивает конкурентную борьбу и мотивирует каждого из поставщиков работать лучше.

Новым инструментом в практике выбора поставщика стал **технологический аудит**. В его основе лежит самооценка поставщиком своих возможностей по системе показателей качества, предложенных потребителем продукции. Алгоритм проведения технологического аудита:

- самооценка по вопроснику,
- экспертиза самооценки бригадой специалистов предприятия-потребителя,
- верификация результатов самооценки,
- изменение оценки поставщика (в лучшую или худшую сторону),
- возможное изменение объема заказов.

В качестве еще одного инструмента повышения эффективности взаимодействия с поставщиком отметим ориентированность на сотрудничество с «цивилизованными» поставщиками, способными самостоятельно освоить выпуск качественных комплектующих, что значительно уменьшает длительность отработки нового товарного изделия.

Обеспечение экономической эффективности поставок. Основная задача на этом этапе – выбор (из определенного ранее списка) поставщиков и заключение с ними экономически целесообразного договора поставок на текущий период (или на перспективу). При этом выборе необходимо выдерживать оптимальное сочетание соотношения «цена – качество». С целью повышения эффективности этого этапа применяются (например, на ОАО «ВАЗ») следующие инструменты управления поставками:

- переход на систему прямого заказа от производственных подразделений предприятия-потребителя,
- доработка системы оценки поставщиков с целью включения в нее финансовых показателей,
- оптимизация запасов путем создания консигнационных складов и поставок комплектующих «точно во время» (in time),
- отказ от входного контроля (для предыдущего пункта) при оптимизации методов его организации,
- оптимизация цепочек поставок и отказ, где это целесообразно, от посредников,
- анализ структуры себестоимости продукции поставщика,
- заключение долгосрочных контрактов.

Для анализа эффективности результатов реализации рассматриваемого этапа используются косвенные показатели:

- рост объемов поставок с консигнационных складов,
- появление поставщиков, работающих в режиме поставок «точно во время»,
- уменьшение числа посредников, поставляющих продукцию, и оптимизация цепочки поставок.

Обеспечение качества и своевременности поставок. Объединяем третий и четвертый процессы в один, так как они протекают одновременно и тесно взаимосвязаны. Их цель – наиболее полно удовлетворить ожидания производств-потребителей путем своевременной поставки продукции, соот-

ветствующей установленным требованиям по качеству. Каждый из этих процессов состоит из нескольких взаимосвязанных этапов: формирование целей процесса; определение средств и инструментов для реализации целей; реализация целей; оценка эффективности; улучшение процесса.

Для достижения поставленных целей процесса используются следующие инструменты:

- график поставок металла с привязкой к циклам работы потребляющих производств,
- система оценки дефицита поставок, система поощрения персонала за работу без дефицита,
- процесс мониторинга размера кредиторской задолженности,
- автоматизация сбора и обработки данных значимости отклонений,
- создание базы знаний для оценки значимости отклонений,
- ужесточение требований по качеству,
- внедрение систем идентификации и прослеживаемости как способа эффективного управления процессами,
- аудиты (систем качества, технологические, экономические) поставщиков.

Основной результат процесса – удовлетворение потребителя. В качестве вспомогательных (дополнительных) результатов: оперативность принятия корректирующих мер и их эффективность; удовлетворенность поставщиков работой с потребителем; совершенствование системы качества «поставщик-потребитель».

Описанные инструменты и методы не исчерпывают весь объем работ, которые должны выполнять службы поставок. Но они достаточно убедительно иллюстрируют комплексный подход к деятельности по улучшению качества закупок, основанный на процессном подходе к управлению закупками.

Опыт работы ОАО «АвтоВАЗ» по качеству покупок. На сегодняшний день следует отметить, как одну из наиболее передовых, систему закупок Волжского автомобильного завода, которая может быть ярким примером для большинства российских предприятий, выпускающих товарную продукцию. В связи с этим целесообразно подробнее остановиться на политике закупок комплектующих изделий ОАО «АвтоВАЗ» и «озвучить» его девиз: «Своевременно купить по разумной цене и привезти нужное количество изделий, качество и функциональные свойства которых удовлетворяют ожиданиям потребителя» [14].

Работе по улучшению качества поставок на автозаводе уделяется особое внимание, она развивается в двух направлениях: анализ системы качества ОАО «ВАЗ» и анализ деятельности поставщиков [82].

Первое направление – анализ системы качества – осуществляется с целью повышения эффективности служб предприятия в области качества поставок:

- улучшение структуры системы качества поставок,
- оптимизация состава процессов подразделения,
- улучшение процессов.

В рамках первого направления в структурах Дирекции по закупкам и Дирекции по техническому развитию автозавода были организованы службы управления качеством. Это позволило оптимизировать внутренние процессы системы качества. Подразделения обеих дирекций стали действительными участниками процесса формирования оценки поставщиков, разработки и реализации корректирующих мер, а также аудиторских проверок поставщиков на плановой основе.

В результате круг заинтересованных и профессионально подготовленных людей, которые занимаются качеством поставок, был расширен, что позволило прогнозировать повышение эффективности работы. Заводом принимаются меры по повышению оперативности реализации корректирующих действий с использованием электронных средств коммуникации.

Второе направление – анализ деятельности поставщиков – включает в себя следующие мероприятия:

- одобрение продукции и производства потенциальных поставщиков,
- оценка дефектов автомобильных компонентов и их последствий,
- оценка уровня качества поставок,
- оценка уровня технологии поставщиков.

Сложности второго направления связаны с отсутствием в стандартах ИСО серии 9000 требований по обязательной проверке и оценке подготовленности поставщика к производству комплектующих. В то же время эти требования прописаны в стандарте QS – 9000 (качество в автомобилестроении). Требования к системе качества по этому стандарту обязывают поставщика при выполнении каждого нового требования от предприятия-потребителя выйти на совершенно иной уровень осознания необходимости совершенствования своих процессов. Одновременно резко возрастает объем информации о качестве производства комплектующих изделий.

Новым документам в рамках анализа деятельности поставщика является введение оценки дефектов его автомобильных компонентов и их последствия. При разработке методики оценки дефектов использованы принципы FMEA (анализа видов и последствий отказов). На базе этой методики появилась возможность определить рейтинг комплектующих изделий по их влиянию на качество автомобиля в эксплуатации и обоснованно направлять ресурсы на устранение тех дефектов, которые приносят наибольшие убытки.

Создание на заводе банка данных по качеству поставок (ежедневно объем информации возрастает на 20 тыс. регистраций) и его систематический анализ показал, что зачастую плохие результаты по качеству связаны с большой номенклатурой поставок от одного поставщика. В связи с этим завод перешел на оценку поставщика по относительным, а не абсолютным, показателям качества. Методика оценки качества поставщиков была разослана самим поставщикам и на основании их замечаний скорректирована.

Следующим нововведением является методика оценки уровня технологии поставщика. Специалисты «АвтоВАЗ» считают, что технология является одним из самых важных факторов, определяющих уровень качества поставок. Планируется проведение периодического аудита технологии поставщи-

ков, что позволит осуществить мониторинг уровня технологии и обоснованно сделать выводы о целесообразности расширения сотрудничества с данными поставщиками.

Интегральная оценка технологического уровня поставщика рассчитывается на основании структурированной системы оценок, содержащей несколько уровней:

- оценка ресурсных показателей поставщика, обеспечивающая технологический уровень,
- оценка технологической системы поставщика,
- совокупная оценка технологических процессов производства продукции.

Оценка ресурсных показателей рассчитывается на основе оценок комплексных показателей конструкторского ресурса, кадрового ресурса и общих технико-экономических показателей (до 20 элементарных ресурсных показателей).

Оценка технологической системы поставщика рассчитывается на основе оценок десяти комплексов показателей, характеризующих возможности технологической службы, системы по технологическому оборудованию, технологической оснастке, инструменту и др. (до 48 элементарных показателей технологической системы).

Совокупная оценка технологического процесса производства рассчитывается на основе оценок комплекса показателей: эффективность процесса, технико-экономические показатели, используемое оборудование, инструмент, квалификация персонала и др. (до 40 элементарных показателей технологического процесса).

Одновременно разработана экспертная система по информационной поддержке технологического аудита, которая апробирована на 15 заводах-поставщиках и показала достаточную точность и оперативность получения оценок.

Можно отметить, что целенаправленное и постоянное развитие методов и средств управления качеством поставок в ОАО «АвтоВАЗ», осуществляемое на основе требований стандарта ИСО серии 9000:2000, способствовало быстрому росту числа поставщиков, получивших сертификаты на систему качества, и привело к снижению числа «ненадежных» поставщиков (при непрерывном росте доли «отличных» и «надежных» поставщиков).

На основании своих разработок и опыта их реализации руководство автозавода планирует разработку **проекта государственного стандарта** по качеству закупок. На наш взгляд, государственный стандарт скорее стеснит возможности роста качества конечной продукции, учитывая невозможность учета в государственном стандарте всей специфики выпускаемой продукции, как поставщиками, так и потребителями.

4.3. Аутсорсинг

Под термином «аутсорсинг» (outsourcing) понимается передача процессов, признаваемых непрофильными для предприятия-потребителя, поставщикам, которые специализируются на выполнении именно этих процессов. Следовательно, при аутсорсинге предприятие часть своих забот перекладывает на плечи своих поставщиков, что обеспечивает первому определенные конкурентные преимущества за счет сокращения издержек на ведение непрофильных процессов, повышения качества профильных процессов и использования освободившихся площадей для развития производства, а второму – увеличение объемов бизнеса [7].

Опыт отдельных предприятий показывает, что аутсорсинг позволяет сократить на 20-50% издержки предприятия. Следует подчеркнуть разницу между аутсорсингом и работой по договору (контракту). Первый вариант взаимодействия предприятий предполагает довольно тесное сотрудничество между ними, второй – формальное взаимодействие в рамках договора.

На Западе, особенно в США, имеется много примеров успешного применения аутсорсинга, при которых выигрывают обе стороны [12]. Вместе с этим возникает опасение, не приведет ли передача части процессов на сторону к ухудшению, и более того, к разрушению собственного бизнеса. Таким образом, для осознанного и выгодного решения по аутсорсингу целесообразно выявить достоинства и недостатки этого мероприятия.

Несомненно, к преимуществам аутсорсинга для предприятия можно отнести следующие факторы:

- значительное сокращение складских запасов,
 - снижение издержек, связанных основными фондами и складскими расходами,
 - уменьшение численности управленческого аппарата,
 - снижение затрат на закупки комплектующих,
 - возможность больше внимания уделять качеству продукции профильных производств,
 - возможность укрепления квалифицированными кадрами профильных направлений производства продукции,
 - возможность реализации части или всего производственного процесса по модели «точно во время»,
 - снижение продолжительности производственного цикла изделия и др.
- Самый главный выигрыш – снижение себестоимости товарного изделия. Какие преимущества поставщиков? Можно назвать наиболее очевидные:
- увеличение объема производства позволяет повысить специализацию производства и снизить затраты на единицу выпускаемой продукции,
 - увеличить свою долю на рынке, что укрепляет конкурентные позиции поставщика,
 - увеличить прибыль и получить возможности совершенствования материальной базы.

Более того, поставщик имеет возможности передать часть своих непрофильных производств своим поставщикам и получить вышеприведенные преимущества для предприятия.

Вместе с этим цепочка аутсорсинга имеет и подводные рифы, так как стоит одному из предприятий в цепочке в силу каких-либо причин нарушить обязательства, и все предприятия, включенные в цепочку, окажутся в проигрыше. Даже та компания, которая находится перед поставщиком-нарушителем, тоже может оказаться в проигрыше, так как обычно основной объем прибыли обеспечивается конечным поставщиком. Таким образом, модель последовательного аутсорсинга достаточно уязвима.

Еще одна опасность подхода заключается в том, что предприятие-аутсорсер, которому передали часть непрофильных процессов, может прекратить партнерские отношения с предприятием-донором. Типичный пример такого рода – формирование предприятием дистрибьюторской сети. Предприятие-поставщик полагает, что передача процессов дистрибуции специализированному предприятию позволяет увеличить сбыт продукции, так как дистрибьютор (аутсорсер) обладает необходимой инфраструктурой (складами, транспортом, рекламной службой и т. п.). Дистрибьютор, в свою очередь, может иметь другие намерения, связанные, например, с резким увеличением прибыли, и переключиться на доставку продукции других производителей. В итоге – предприятие-поставщик теряет свою дистрибьюторскую сеть.

Есть и практически беспроигрышные варианты аутсорсинга. Например, предприятие продает экологически опасные производства (литейные и др.) другим владельцам. При таком подходе первый владелец освобождается от значительных издержек, связанных с необходимостью обеспечения безопасности производства, страховыми выплатами и т. п. Такой вариант скрытого аутсорсинга, с точки зрения общества, оправдан тогда, когда новый владелец может обеспечить более эффективное ведение бизнеса. В противном случае аутсорсинг может только усугубить экологическую ситуацию.

Еще один вариант аутсорсинга для промышленных предприятий связан с необходимостью преодоления дефицита ресурсов. В этой ситуации продажа части непрофильных процессов и соответствующих мощностей (промышленные объекты, оборудование и т. п.) позволяет получить, в первую очередь, финансовые ресурсы, необходимые, например, для модернизации профильного производства.

Риск аутсорсинга связан еще с особенностью российской действительности, когда аутсорсер вовсе не обязан или просто не может обеспечить, например, требуемый уровень качества сырья, материалов, комплектующих, необходимых предприятию-заказчику, который вместо ожидаемой прибыли несет убытки.

Возникает проблема обоснованного выбора аутсорсера, которая может быть решена в рамках менеджмента качества, когда поставщик и потребитель связаны взаимовыгодными партнерскими отношениями, подтвержденными соответствующими гарантиями в виде систем менеджмента качества.

Разновидностью аутсорсинга можно назвать *передачу внутренних услуг или интеллектуальных технологий*. Например, предприятие может поручить вывоз мусора со своей территории специализированной службе.

Что касается передачи интеллектуальных (например, информационных) технологий, то вряд ли какое-либо российское предприятие сегодня это сделает, так как это может нанести вред информационной безопасности самого предприятия. Цивилизованный бизнес этого не чурается.

В сфере *информационных технологий* аутсорсинг классифицируют следующим образом:

- профессиональный (у аутсорсера квалифицированные специалисты, чем у предприятия- заказчика),
- технологический (аутсорсер располагает необходимыми мощностями),
- административный (аутсорсер может эффективнее управлять отдельными проектами),
- географический (в некоторых регионах работа может стоить дешевле).

Однако следует отметить, что приведенная классификация информационного аутсорсинга достаточно условна и может быть применена для других видов бизнеса. Например, часто применяется аутсорсинг информационных технологий, при этом вместо формирования собственного подразделения предприятие закупает специализированное программное обеспечение. К недостаткам этого аутсорсинга можно отнести необходимость введения в штат предприятия специалистов, ответственных за поддержание программного обеспечения в работоспособном состоянии и внесение в него изменений. Также возможен вариант аутсорсинга внутренних услуг, когда предприятие сосредотачивает в одном подразделении все специализированные процессы, например, разработку программного обеспечения для нужд предприятия. Достоинство такого варианта в упрощении горизонтальных процессов предприятия, что повышает эффективность деятельности.

Можно привести еще одну ситуацию аутсорсинга, при которой целесообразно ограничить рост бизнеса предприятия для того, чтобы обеспечить требуемое качество продукции или услуги. Например, доля рынка московской компании МТС упала на 2%, связано это с тем, что операторы связи не всегда справляются с быстрым ростом числа клиентов. Это обстоятельство вызвало переход части потребителей к конкурентам. Было принято решение – ограничить рост бизнеса за счет аутсорсинга, связанного с отказом от реализации части процессов и передачи их другому предприятию.

Вместе с этим некоторые компании на Западе, наоборот, практикуют подход, связанный с укрупнением компаний за счет их слияния. При этом исходят из того, что им важно сохранить свои технологии, долю рынка, и т. д. за счет формирования многопрофильной деятельности. Например, корпорация General Electric (США) при создании нового образа многопрофильной компании считает, что если даже какие-либо области деятельности ока-

жуются неэффективными, то другие направления могут быть более прибыльными.

Таким образом, можно отметить, что однозначно охарактеризовать эффективность аутсорсинга для бизнеса не представляется возможным. Такие угрозы, как передача важных функций бизнеса в чужие руки, отрыв менеджеров от бизнес-практики, обучение чужих специалистов вместо своих, утечка информации, заставляют руководителей российских предприятий хорошо подумать, прежде чем пойти на аутсорсинг. Многое, конечно, при принятии решения зависит от конкретных условий работы данного предприятия.

И все же, учитывая многопрофильность большинства российских предприятий, что связано с большими издержками в работе, громадными накладными расходами и высокой себестоимостью продукции и услуг, стратегическая линия развития предприятий должна проходить на пути максимальной специализации работ, исключения непрофильных производств, сокращения длительности производственного цикла продукции, улучшения качества процессов и конструктивных характеристик изделий.

5. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

5.1. Совершенствование систем менеджмента качества

Улучшение как фактор, даже важнейший, непрерывного совершенствования продукции, тем не менее не может быть реализован без соответствующей системы менеджмента качества. Само содержание улучшения и его значимость также зависят от уровня системы. Чтобы правильно, с минимальными погрешностями, прогнозировать динамику развития методов улучшения качества, необходимо рассмотреть динамику развития систем управления качеством, обеспечивающих соответствующие уровни улучшения.

Следует, прежде всего, отметить, что общепризнанной систематизации, а тем более классификации, систем менеджмента качества пока не существует. Многие и зарубежные, и отечественные авторы работ по качеству предлагают свои методы систематизации, с которыми можно соглашаться или предлагать собственные. Практически все признают, что каждая новая система менеджмента качества не создается на новом месте, а в результате накопления новых средств и методов управления реформируется в новую систему, в максимальной степени соответствующую действующей на тот момент экономике ведущих стран мира. В результате образуется система работ по качеству более высокого типа. Совершенно естественно, что новая система менеджмента качества окончательно складывается практически на пике действующих форм экономики.

Проследивая историю развития экономики, можно выделить несколько этапов организации работ по качеству [22].

Первый этап – **индивидуальная форма организации работ**. Она характеризуется тем, что один работник решает самостоятельно все вопросы создания, изготовления и реализации продукции, неся при этом всю ответственность за ее качество. Такая форма соответствует домашнему ремесленному производству, а также характерна для современной индивидуальной трудовой деятельности, когда масштабы производственного процесса не требуют глубокого разделения труда.

Эта начальная форма труда при внимательном рассмотрении обнаруживает все элементы современного процесса управления качеством:

- выявление потребности,
- соответствие продукции потребностям,
- требуемая последовательность и точность изготовления задуманной продукции,
- периодический контроль своей работы,
- внесение корректировок в процесс (обратная связь) и т. д.

Второй этап – **цеховая форма работ**. Эта форма работ вызвана переходом к мануфактурной организации производства. Для нее уже характерно разделение функций и ответственности за качество.

Руководители или владельцы цеха определяли так называемую политику в области качества, определяли вид продукции, который пользуется наибольшим спросом, и требования к ней. Мастер организовывал производство, устанавливал последовательность и содержание (т. е. технологию) работ. За качество работы ответственность нес работник, а мастер – за организацию работ.

С ростом масштабов производства формируется самостоятельная служба контроля, а при производстве оружия – еще и «государев надзор». Под влиянием развития контрольной функции стало формироваться впечатление, что контроль – главное, если не единственное средство достижения высокой качества продукции. Происходит некая фетишизация роли контроля в механизме управления качеством.

Цеховая форма контроля существует и в наше время на многих предприятиях малого бизнеса.

Третий этап – **индустриальная форма работ**. Эта форма связана с дальнейшим ростом масштаба производства, углублением его концентрации и специализации.

На этом этапе происходит выделение функции разработки и проектирования новой продукции в самостоятельные профессиональные подразделения или организации. Для третьего этапа характерно усиление роли и значения таких звеньев производства, как проектирование, испытания, технологическая подготовка. Вместе с этим эти направления работ еще не рассматриваются как звенья единой цепи в общей системе работ по качеству.

В области работ по качеству происходит процесс большего углубления в техническом разделении труда на ряд частных функций, выполняемых различными в профессиональном отношении группами подразделений и людей.

Техническое разделение труда – это не только дифференциация, но и интеграция производственного, трудового процесса.

Усиливаются контакты с поставщиками сырья, материалов и комплектующих изделий. В работу по качеству втягивается все большее число служб и участников.

Вместе с этим индустриальной форме работ также присуще несогласованность, нечеткое взаимодействие между конструкторскими и технологическими службами, производством и службой технического контроля и т. п., что служит причиной многих недоразумений при обеспечении качества, прямо ухудшая его, замедляя темпы создания и освоения новых видов продукции, снижая эффективность работ по качеству.

Эта форма работ по качеству превалировала в первой половине прошлого столетия. Однако за рубежом с середины 60-х годов под влиянием усиливающей конкуренции на рынке проблемы качества стали обсуждаться не только в производственных подразделениях, но и на уровне руководства фирм, которое стало понимать решающее значение качества в благополучии фирмы. В ряде работ А. Фейгенбаума (США) просматривается обеспокоенность, что забота о качестве, разложенная на всех, обезличивается, может стать ничьей [72].

В Японии складывается новый подход к качеству, основанный на идее участия всего персонала в контроле собственной деятельности, изучении и развитии методов улучшения качества.

В России на многих предприятиях разрабатывались новые подходы к организации работ по качеству, отличные от традиционных (БИП, НОРМ, КАНАРСПИ и др.).

Развитие производства и возрастающая роль качества продукции требовали сделать следующий шаг в развитии форм организации работ по качеству с целью усиления взаимодействия всех подразделений и служб, обеспечивающих качество.

Четвертый этап – **системная организация работ по качеству**. К 80-м годам 20-го столетия и у нас, и за рубежом все явственнее ощущалось, что контроль качества даже при всемерном его усилении и расширении масштабов, увеличении числа объектов и участников не может существенным образом изменить в лучшую сторону состояние дел с качеством продукции. Контроль, даже всеобщий, не мог обеспечить решения многих вопросов, которые все острее ставила практика: как меняются требования к качеству с развитием технического прогресса, как качество зависит от платежеспособного спроса, как добиться непрерывного обновления качества и др.

Для того чтобы объединить все возможности улучшения качества в единый комплекс, нужно было глубже проникнуть природу качества, понять, какие силы и в каком порядке участвуют в процессе создания, изготовления и обновления продукции, найти закономерности создания системы менеджмента гарантирующей непрерывное изменение качества.

Так постепенно, с середины 80-х годов формировалась всеобщая система управления качеством (TQM), вобравшая себя все лучшее, что было в предшествующих системах менеджмента качества, и обогащенная стандартами ИСО серии 9000 и новыми подходами, изложенными в принципах менеджмента качества [80].

В отдельных работах [53] создание систем управления качеством отсчитывается от конца 19-го века, когда в производстве началось применение стандартов, метрологии, появилась конвейерная сборка. К этому же периоду относятся работы Ф. Тэйлора по внедрению допусков в конструкторскую документацию, которые заложили научные основы управления.

Польский ученый К. Лисецки в 1997 году предложил интересную графическую схему эволюции подходов к управлению качеством (рис. 5.1). В этой схеме полностью отсутствуют разработки советских специалистов и ученых в период 1955-1978 годов. Исторически было бы правильно схему Лисецки дополнить этими разработками, что и было сделано А. Гличевым в работе [22].

Какие дополнения в приведенной схеме появятся в дальнейшем? Уже сегодня можно выделить два перспективных фактора: методы робастного планирования Тагути и управление знаниями (резкое увеличение доли умственного труда персонала предприятий). На наш взгляд, именно в этих направлениях будут развиваться системы управления качеством.



Рис. 5.1. Эволюция подходов к управлению качеством

Практика ведущих фирм и предприятий показывает, что единый комплекс требований к качеству продукции должен обеспечиваться на всех этапах жизненного цикла продукции с непрерывным ее обновлением. В работе

[22] приведена интересная схема механизма управления качеством (рис.5.2, сплошные линии связи), в который входят следующие блоки:

- сфера производственного и личного потребления,
- исследование характера и объема новых потребностей рынка,
- маркетинг,
- конструкторская и технологическая подготовка производства новой продукции,
- план по качеству,
- качество изготовленной продукции,
- информация о фактическом качестве,
- сравнение информации,
- выработка мероприятий по устранению причин отклонений качества,
- реализация мероприятий по поддержанию качества или его повышению.

Вместе с этим, по нашему мнению в рассматриваемую схему целесообразно внести самостоятельный блок «Улучшение качества», под которым понимаются **идеи** любых сотрудников предприятия по улучшению продукции или процессов. В этом механизме (рис. 5.2, пунктирные линии) предложения по улучшению качества подаются в виде идей в блок «Конструкторская и технологическая подготовка», где они или отвергаются, или в виде **технических предложений** попадают в блоки «Исследование ...» и «Маркетинг». В этих блоках оценивается интерес к улучшениям потребителей и вносятся возможные коррективы по предложению. В блоке «Конструкторская и технологическая подготовка» эти скорректированные предложения преобразуются в **технико-экономические решения** и поступают в блок «План по качеству», откуда направляются в блок «Производство (качество изготовленной продукции)» в виде **изменений** в конструкторской и технологической документации. Далее – по схеме сравнения фактического и запланированного качества.

5.2. Выбор инструментов улучшения качества

Подавляющее большинство как западных, так и отечественных предприятий прекрасно понимает, что без улучшения качества практически невозможно остаться в рынке. Вместе с этим достаточно много примеров, когда в инновации вложены значительные финансовые и человеческие ресурсы, а планируемое качество не достигнуто. Даже один такой неудачный опыт надолго отбивает у руководителей предприятий желание рисковать, хотя выгоды видны «невооруженным глазом».

Исследования подобных ситуаций, выявляют, как правило, отсутствие у предприятий четкой всеобъемлющей **стратегии** улучшения. Выбор структуры менеджмента качества, подходящей конкретному предприятию, – первый шаг на пути к успешному внедрению инициатив (предложений) по улучшению качества деятельности.

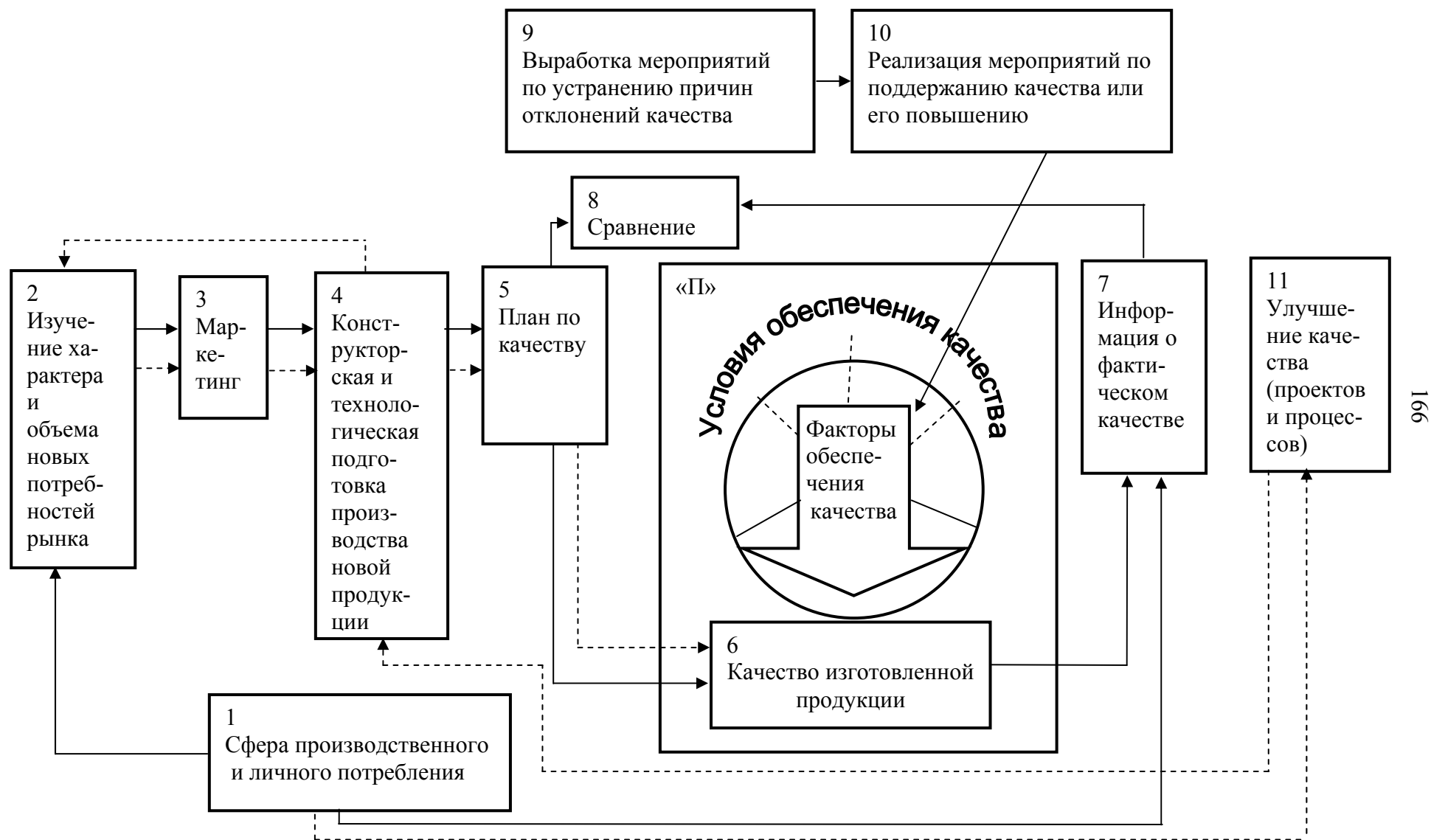


Рис. 5.2. Схема механизма управления и улучшения качества

Стратегия, план и инструменты улучшений. Инструменты (методы, подходы, способы) улучшения качества следует выбирать, исходя из возможностей предприятия собственными силами добиться выполнения поставленных целей и задач. Иными словами, эти инструменты должны позволить закрыть или сократить разрыв между фактическим состоянием объекта улучшения и тем, которое определяется требованиями выбранной структуры менеджмента качества. Приверженность коллектива поставленной цели позволит предприятию также избежать разочарования персонала, которое может иметь место при метаниях руководства по реализации установленных планов.

Ясность цели и области каждой инициативы по улучшению должны быть такими, чтобы их вклад в общую стратегию улучшения был максимальным. Какова конкретная цель улучшения? Что представляет собой область применения инициативы по улучшению? Как увязать инициативу с планом предприятия? Имеются ли для характеристик объекта инициативы четко идентифицированные показатели в единицах распределения ресурсов, ключевых этапов работ, поставок, возвратов на инвестиции?

Критический обзор пригодности и выгоды каждой из инициатив по улучшению в рамках общего плана улучшения должен гарантировать их соответствие и поддержку планов предприятия. Каждая инициатива должна быть также проанализирована на предмет ее приоритетности по времени. Следует также учитывать, что в зависимости от уровня корпоративной культуры предприятия какие-то инструменты улучшения могут в данное время восприниматься лучше, с меньшим сопротивлением, чем другие. Чувствительность персонала к таким временным соображениям значительно усиливает вероятность успешной реализации инициативы.

Выбор инструментов улучшения предопределяется текущими потребностями и традициями предприятия. Конкретные сроки и настроение коллектива также влияют на степень достижения успеха.

Конкретный выбор и последовательность применения инструментов в отдельных подразделениях определяется планом улучшения и согласуется со стратегией улучшения всего предприятия.

Рассмотрим подробнее отдельные составляющие менеджмента качества и присущие им инструменты улучшения.

Менеджмент процессов (управление процессами). Рассматривая в числе первых инструментов улучшения управление процессами, мы исходим из того, что на практике именно в процессах производства продукции проявляется инициатива персонала, направленная на их улучшение [62,73,76]. Как правило, улучшение процессов не требует значительных (относительно других инструментов) затрат, и содержание самого процесса обычно наиболее доступно работнику. При этом изменения в технологии можно провести быстрее, чем в проектировании или эксплуатации, что сокращает сроки получения вознаграждения. Например, в Японии менеджмент процессов рассматривается как краеугольный камень ее успешной экономики и глобального присутствия на рынках в большинстве отраслей.

К наиболее эффективным и перспективным инструментам менеджмента процессов можно отнести цикл Шухарта – Деминга, на базе которого жидется улучшение; метод «Шесть сигм», позволяющий дефектность продукции свести практически к нулю; функцию потерь качества Тагути, удивительные достоинства которой еще недостаточно оценены и практически не используются на практике.

Вместе с этим российские предприятия значительно отстают от западных фирм по применению реинжиниринга и ТРМ, внедрение которых позволит значительно сократить затраты по многим статьям себестоимости продукции.

С сожалением необходимо отметить все еще недостаточное развитие и применение на российских предприятиях статистических методов регулирования технологических процессов, тем более, что степень применения статистических методов во многом и раньше, и сегодня характеризует уровень качества выпускаемой продукции.

Управление затратами (менеджмент затрат). Качество продукции и ее цена являются главными «действующими лицами» конкурентоспособности товара. Если качество товара закладывается в конструкторской документации, то затраты на его изготовление (то есть себестоимость) целиком определяются затратами на все виды деятельности предприятия, связанные с превращением документации на товар в материальную конструкцию.

В течение почти всей второй половины 20-го века управление затратами являлось управлением затратами на качество. Если в старой версии стандарта ИСО серии 9000 основной упор при улучшении был сделан на качестве **продукции** (без учета ее экономических характеристик), то в новой версии стандарта упор сделан уже на качестве **менеджмента**. При этом экономические показатели продукции стали объектом постоянного внимания служб качества [29].

Новая концепция управления затратами на продукцию ориентируется на то, что цели создания эффективной системы менеджмента качества направлены на обеспечение конкурентоспособности продукции в целом. А увеличение конкурентоспособности **не всегда требует снижения всех затрат на качество**, а только тех затрат, которые способствуют увеличению числа продаж продукции с целью достижения максимально возможной прибыли от деятельности предприятия.

В этом случае цели управления качеством и управления предприятием смыкаются, а следовательно, надо перейти от управления затратами на качество к управлению всеми затратами в рамках единой экономической системы предприятия, то есть к системе **управленческого учета затрат**.

Как показывает экономический анализ, затраты на качество, то есть на процессы, непосредственно связанные с изготовлением изделия, могут значительно уступать размерам затрат, связанных с логистическими процессами (маркетинг, снабжение, транспортировка, хранение, дистрибьюция, сбыт и др.) и управлением предприятия.

Таким образом, главным объектом внимания менеджмента затрат становятся не затраты на качество, а величина **себестоимости** продукции, как база для проведения соответствующей ценовой политики предприятия.

Менеджмент затрат должен быть сфокусирован на мобилизацию каждого работника предприятия на сокращение затрат на своем рабочем месте, на создание эффективной структуры управления, обеспечивающей наименьшие накладные расходы, на внедрение современных концепций сокращения длительности производственного цикла («Точно в срок», «Планирование потребностей», «Тощее производство», «Реагирование на спрос» и др.).

Управление проектированием (менеджмент проектов). Учитывая тот факт, что сегодня эффективность продаж целиком зависит от удовлетворенности потребителя покупаемой продукции при эксплуатации, вопросы маркетинга и проектирования при создании новой продукции стали определяющими в ее успехе. Уже очевидно, что если даже продукция изготовлена без единого дефекта, спрос на нее в первую очередь будет определяться наличием в ней тех ценностей, которые ожидает потребитель, а не отсутствием дефектов при эксплуатации. Управление проектированием должно обеспечить как подбор, так и возможность воплощения в реальной конструкции тех показателей качества, которые превышают соответствующие показатели конкурентов.

На сегодняшний день основным инструментом высокой гарантии создания успешной продукции является применение метода «Структурирование функции качества (QFD)». Этот инструмент улучшения качества, к сожалению, практически не используется на российских предприятиях, что во многом связано как с недостаточной рекламой этого метода, так и отсутствием необходимой квалификации специалистов по его реализации.

В отличие от Японии, правительство России не проводит национальной политики по улучшению качества отечественной продукции. Одного конкурса на премию по качеству Правительства РФ, участие в котором предприятий является добровольным, недостаточно для серьезной подвижки предприятий к лучшему качеству отечественной продукции, тем более, что наша страна собирается войти в ВТО. Без принятия и проведения эффективной промышленной политики допустить без ограничений на российский рынок экономических «зубров» США, Японии и Европы было бы неразумно.

В последние годы резко возрос на Западе интерес к партнерскому бенчмаркингу, который позволяет значительно сэкономить время на поиск информации по показателям качества и экономическим показателям изделий, аналогичных по назначению с выпускаемыми на предприятии. И здесь государство (в виде соответствующих структур) могло бы облегчить поиск партнеров и сократить до минимума организационные препоны.

Использование метода QFD еще не гарантирует отсутствие в конструкции нового изделия конструктивных дефектов, которые могут не только привести к непредвиденным затратам (при их обнаружении и ликвидации), но, что значительно хуже, к потере имиджа этой марки продукции и резкое сокращение участия предприятия в рынке.

Чем более высокой технологичности конструкция, тем больше вероятность появления конструктивных дефектов. На западе ни одна программа по качеству не применяется без обязательного включения в нее метода FMEA-конструкция (анализ причин и последствий отказов элементов конструкции), а многие российские предприятия даже не знакомы с аббревиатурой этого метода.

Эффективный менеджмент проекта не мыслим без экономического его обоснования. Чаще всего для этого ведущие предприятия, особенно на Западе, используют метод «Функционально-стоимостного анализа (ФСА)». Этот метод достаточно трудоемок и требует высокой квалификации специалистов в равной мере разбирающихся как в технике вопроса, так и в экономике. В результате проведения ФСА, при выделенных на реализацию проекта финансовых средств, получим оптимальное распределение этих средств по элементам изделия в зависимости от их важности при обеспечении требуемой надежности функционирования изделия.

Несмотря на то, что к разработке основ ФСА были приложены усилия и российских ученых, практика применения этого метода на отечественных предприятиях оставляет желать лучшего.

Управление ресурсами (менеджмент ресурсов). Самый важный ресурс предприятия – люди, объединенные в формальное понятие «персонал». Качество управления человеческими ресурсами имеет решающее значение в результатах деятельности предприятия. Это доказали японские фирмы своим многолетним опытом приобщения каждого работника к убеждению, что высокое качество именно его работы имеет исключительное значение для успеха всей фирмы. Корпоративная культура японских фирм до настоящего времени остается недостижимым идеалом почти для всех корпораций, организаций и предприятий остальных стран мира. Понимая невозможность повторения результатов японских менеджеров, авторы многочисленных статей по менеджменту и качеству, как правило, ссылаются на особый менталитет японского народа.

Тем не менее основные положения TQM, а также стандартов серии ИСО версии 9000, разработанные во многом на базе японского опыта, нацеливают на новый подход к управлению персоналом, в котором само предприятия из потребителя переходит в статус поставщика, а работники предприятия из рабочей силы – в потребителей. И это правильно. Народ каждой страны имеет свой менталитет, но необходимость изменения отношений между работодателем и персоналом – веление времени и связано с растущей конкуренцией на мировых рынках. В 21-м веке будет резко возрастать роль умственного труда, и старые трудовые отношения должны уступить новым, более эффективно раскрывающим творческие возможности работников.

Также должны меняться и отношения предприятий-поставщиков и предприятий-потребителей. Тенденция развития партнерских отношений между прежними конкурентами вызвана целесообразностью объединения усилий, и даже средств, по еще более эффективному удовлетворению ожиданий покупателей продукции. Опыт налаживания новых отношений со своими постав-

щиками ОАО «АвтоВАЗ» обнадеживает, что ведущие предприятия России подхватывают мировые тенденции развития бизнеса.

Управление знаниями (менеджмент знаний). В принципе знание – один из ресурсов, обеспечивающих качество продукции, процессов, услуг и, в конечном случае, качества жизни. Управление им можно было бы рассматривать в подразделе управление ресурсами. Вместе с этим знание – особенный ресурс, который нельзя добыть или эксплуатировать без согласия самого человека. В предыдущие годы традиционно создание знаний являлось прерогативой в основном научных и образовательных учреждений.

Новым подходом к созданию и управлению знаниями является то, что в течение последних десятилетий внимание многих исследователей в разных странах все более сосредотачивается на том, как знания создаются, используются и воспроизводятся внутри самих предприятий (организаций, корпораций, фирм). И в этом есть логика. Если предприятие является генератором новых идей, в результате которых создается новое качество и новое изделие, то способность познавать быстрее своих конкурентов уже становится серьезным конкурентным преимуществом.

Предприятие, заинтересованное в создании высококачественных изделий, создает сегодня достаточно выгодные условия для привлечения к решению сложных научных задач вузовскую и академическую науку, остро нуждающуюся в средствах, но еще более нуждающуюся в информации с «переднего края» науки и техники. Многие ученые все более охотно становятся консультантами на предприятиях. Конструкторские бюро ведущих предприятий (зарубежных и отечественных) имеют научный потенциал, не уступающий многим научным институтам. Таким образом, предприятие становится «храмом», в котором создаются и новые знания, и новые изделия. Практика показывает, что идея, созданная на предприятии, наиболее быстро воплощается в конструкцию.

Если российские предприятия возьмут изложенный подход на «вооружение», то есть будут создавать так называемую «заводскую науку» (что имело место в СССР в 1950-60-х годах), то, очень вероятно, что их выход на мировые рынки значительно ускорится.

В чем же проблема? Генерирование новых идей или решение проблем является напряженным интеллектуальным трудом. Созидательный труд требует соответствующей мотивации. Следует также отметить, что большинство сложных интеллектуальных задач решается в команде, то есть коллективно. Лично допустить, что трудовые взаимоотношения предприятия и творческой команды должны быть взаимовыгодными, так как каждая сторона в равной степени зависит от другой: если не будет спроса, то не будет и предложений, и никакая команда не будет «напрягаться» без соответствующих стимулов.

Таким образом, непрерывно растущий спрос на творческий, интеллектуальный труд потребует новых трудовых отношений между предприятием и работниками. Новые подходы к управлению персоналом на базе принципов

TQM уже заложены в стандарте ИСО 9004:2000. Можно быть уверенными, что этот процесс со временем будет иметь весьма интенсивное развитие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нет предела желаний в улучшении качества жизни, что позволяет допустить, что материальные (товарные) потребности индивидуума будут непрерывно расти и усложняться. Несложно предвидеть так же, что жизненный цикл каждого нового товара или изделия будет сокращаться до тех пор, пока потребитель не будет замечать отсутствие новой модели необходимой ему продукции.

Технологических проблем наладить непрерывное поступление на рынок новых изделий (при значительном числе производителей аналогичной продукции) на сегодняшний день не видно. Гораздо сложнее будет наладить конвейер непрерывного обновления идей для новых конструкций изделий. Это потребует серьезных усилий по совершенствованию наработанных и созданию новых методов творческого поиска новых решений.

Вместе с этим следует отметить, что достижение поставленных целей невозможно при сегодняшнем уровне производительности труда работников, занятых в сфере творческой или проектной деятельности. Все более очевидно, что высказанное П. Друкером (США) предположение, что «XXI век будет веком интенсивного увеличения производительности умственного труда» является наиболее вероятным прогнозом развития технического прогресса в обозримом будущем.

Надо думать, что сегодняшние успехи промышленности и науки в создании новых инструментов улучшения качества продукции являются началом нового промышленного расцвета мировой экономики.

ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ И КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Улучшение качества – важнейший фактор конкурентоспособности.
2. Философские аспекты перехода постоянного улучшения качества в радикальное улучшение.
3. Тенденции улучшения качества за счет улучшения управлением знаний.
4. Основные принципы и подходы к созданию новых идей.
5. Выбор методов, способствующих выявлению причин отклонений.
6. Психологические отличия решения проблем в группах и индивидуально.
7. Принципиальные отличия структурирования функции качества от традиционных методов проектирования изделий.
8. Управление рисками как методология снижения дефектности продукции процессов.
9. Основные отличия внутреннего бенчмаркинга предприятия от партнерского.
10. Реинжиниринг как способ радикального улучшения структуры производства.
11. Принципы процессного подхода на примерах (пошив одежды, приготовление супа, удаление зуба, замена колеса автомобиля, приватизация квартиры и т. д.).
12. Принципиальные отличия подхода к назначению допуска по Тагути и Тэйлору (традиционный подход).
13. Оценка величины потерь качества (по Тагути) в трехзвенной размерной цепи «цоколь-лампочка».
14. Оценка потери качества внутренней функции качества для распределения случайной величины по треугольнику.
15. Прогноз надежности работы редуктора по уровню качества изготовления его элементов (шестерен). (Данные для расчета взять по собственному усмотрению).
16. Разницу в потерях качества при изготовлении группы деталей традиционным способом и с использованием метода «Шесть сигм».
17. Условное анкетирование виртуального сотрудника по методике Колба и выбор наиболее подходящего метода его обучения.
18. Принципиальные отличия управления персоналом, когда предприятие является потребителем или поставщиком.
19. Отличия в методах выбора поставщика комплектующих изделий традиционным способом и с учетом принципа менеджмента качества о взаимовыгодном сотрудничестве.
20. Анализ изменения основных требований по улучшению качества в стандартах ИСО серии 9000 в старой и новой версий.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1. Основы управления знаниями

Как понимать знания в виде «запаса» и в виде «потока»?

Что такое кодифицированное и неявное знание?

Перечислите составляющие понятия «управление знаниями».

Раскройте содержание идеи «спираль знаний» японского специалиста И. Нонака.

Как обеспечить доступ к ценным знаниям, находящимся за пределами предприятия?

Что значит «воплотить знания в процессы, продукты и услуги»?

Как можно стимулировать рост знаний?

1.2. Методы поиска новых идей и решений

Расскажите об истории научно-технического творчества в России.

Назовите наиболее распространенные группы методов, используемых для поиска и генерирования идей и предложений.

Покажите, в чем отличие группы методов, основанных на психологической активации, от группы методов направленного поиска.

Покажите, в чем отличие группы методов на основе проб и ошибок от группы методов систематизированного поиска.

Опишите структуру алгоритма решения изобретательских задач.

2.1. Структурирование функции качества

Сделайте экскурс в историю развития метода QFD.

Что такое «профиль качества»?

Назовите этапы технологии QFD.

На каких этапах технологии применяется корреляционный анализ?

Какой порядок формирования технического задания на проект?

Что такое «профиль компании»?

Назовите возможные объекты структурирования функции качества.

Нарисуйте «дом качества» и расставьте в нем все этапы технологии.

2.2. Бенчмаркинг

Дайте объяснение понятию «бенчмаркинг».

Назовите пять ступеней развития бенчмаркинга.

Нарисуйте схему проведения типового проекта бенчмаркинга.

Дайте описание и принципы кодекса партнерского бенчмаркинга.

Покажите, в чем отличие стратегического бенчмаркинга от глобального.

2.3. Управление проектными рисками

Объясните понятие «проектный риск».

Что такое идентификация рисков событий?

Дайте краткую классификацию рисков событий.

Назовите этапы FMEA-анализа.

Как рассчитывается параметр (PRZ) риска потребителя?

Раскройте содержание FMEA-анализа при ремонтах оборудования.

Как проводится анализ критичности технологических процессов?

2.4. Функционально-стоимостный анализ

Расскажите об истории создания метода ФСА.

Из каких трех основных составляющих сформирован метод ФСА?

Что такое «функциональный анализ»? Из каких разделов он состоит?

Раскройте процедуру «выявление и определение функций».

Назовите правила определения и формулирования функций.

Изложите классификацию функций.

Что такое «функциональное моделирование»?

Назовите стадии функционального моделирования.

Что такое методика FAST?

Объясните понятие «функционально-идеальная модель».

Раскройте назначение и дайте краткое содержание понятия «стоимостный анализ».

Как определяется относительная значимость функций?

Что такое «оправданные затраты» и как они определяются?

3.1. Непрерывное улучшение процессов

Объясните назначение цикла Шухарта-Деминга .

Назовите ряд простых методов непрерывного улучшения качества.

Назовите этапы алгоритма процесса непрерывного улучшения качества.

Что такое Kaizen-процессы?

Нарисуйте график цикла Kaizen-активности.

3.2. Реинжиниринг

Перечислите принципиальные положения реинжиниринга.

Назовите различия между постоянными улучшениями и реинжинирингом.

Назовите принципы переосмысления действующих процессов.

Приведите примеры успешного реинжиниринга.

3.3. ТРМ – эффективность оборудования

Выделите три аспекта проблемы управления оборудованием.

Объясните, почему возникла проблема эффективного использования оборудования?

Назовите направления и цели ТРМ.

Перечислите виды потерь производственных систем.

За счет чего достигается «нуль дефектов» ТРМ?

3.4. Функции потерь качества

Объясните причину возникновения потерь качества по Тагути.

Рассчитайте по уравнению функции потерь потери качества на границах допуска.

Сравните величину потерь качества при поле рассеяния равном полю допуска и по методу «Шесть сигм».

Рассчитайте функцию потерь качества на границе допуска при несимметричном допуске относительно номинала.

Определить суммарные потери качества равномерного распределения случайной величины.

3.5. Внутренняя функция потерь качества

Объясните понятие «внутренняя функция потерь качества».

От чего зависят потери качества при определении внутренней функции потерь?

Рассчитать стоимость изготовления деталей по 11-му качеству точно-сти, используя соотношения внутренней функции потерь.

Сравните величину потерь качества при разных законах распределения случайной величины.

3.6. Стратегия «Шесть сигм»

Какие достоинства связаны с использованием метода «Шесть сигм»?

Какие сложности при изготовлении деталей могут иметь место при использовании метода «Шесть сигм»?

Сформулируйте возможные недостатки метода «Шесть сигм».

3.7. Новые возможности анализа Парето

Постройте диаграммы Парето по частоте причин отказов и величине потерь в связи с отказами.

Постройте диаграмму Парето по стоимости единичного отказа.

3.8. Прогнозирование надежности изделий

Выведите уровень качества изготовления деталей $K_{дет}$ из стоимостных показателей.

Оцените качество изготовления сборочной единицы из качества изготовления деталей.

4.1. Новые подходы к управлению человеческими ресурсами

Покажите различия в процессах традиционного подхода к управлению человеческими ресурсами и управления с точки зрения TQM.

Раскройте содержание внутреннего маркетинга предприятия.

Назовите четыре социальных инструмента управления персоналом.

Раскройте содержание инструмента «наделение полномочиями».

Что такое наставничество, чем оно отличается от традиционного обучения?

Расскажите о новом походе (с позиции TQM) к вознаграждению за труд.

Раскройте пять основных факторов модели «обогащение работой», способствующих эффективной мотивации к труду.

Опишите технологию заполнения анкеты Колба и ее назначение.

Расскажите о четырех стилях обучения с позиции TQM.

4.2. Улучшение поставок

Чем определяется качество закупок с точки зрения поставщика, потребителя и покупателя товарной продукции?

Назовите четыре этапа (стадии) развития системы закупок.

Раскройте содержание процесса анализа и обеспечения эффективности.

Что лежит в основе технологического аудита поставщика?

Какие инструменты используются для достижения качества и своевременности поставок?

Раскройте содержание двух направлений улучшения качества поставок из опыта ОАО «АвтоВАЗ».

5.1. Совершенствование систем менеджмента качества

Опишите четыре исторических этапа организации работ по качеству.

Чем отличаются этапы организации работ от научных систем управления качеством?

Выделите на схеме К. Лисецки подходы к управлению качеством, связанные с японской системой управления качеством.

Опишите схему механизма управления качеством.

Дайте объяснение необходимости выделения самостоятельного блока «Улучшение» в схеме механизма управления качеством.

5.2. Выбор инструментов улучшения качества

Опишите назначение стратегии и плана улучшения качества.

Дайте характеристику каждого из инструментов улучшения качества.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Улучшение качества как важнейший фактор конкурентоспособности предприятия.
2. Пути улучшения качества.
3. Понятие и процессы «управления знаниями».
4. Воплощение, представление и стимулирование знаний.
5. Основные методы поиска новых идей и решений.
6. Основные понятия и назначение метода QFD.
7. Модель и три составляющих «профиля качества».
8. Технология метода QFD.
9. Выбор характеристик для технического задания на проектирование изделия.
10. Понятие, назначение и ступени «бенчмаркинга».
11. Партнерский бенчмаркинг.
12. Общий подход к исследованию рисков. Идентификация рисковых событий.
13. Оценка риска на примере метода FMEA.
14. Применение метода FMEA при ремонтах оборудования.
15. Применение метода FMEA при оценке критичности технологического процесса.
16. Понятие о методе ФСА. Исторический экскурс.
17. Функциональный анализ объекта.
18. Классификация функций в методе ФСА.
19. Функциональное моделирование.
20. Стоимостный анализ. Оценка значимости и относительной важности функций.
21. Непрерывное улучшение процессов. Методы и фазы непрерывного улучшения процессов.
22. Постоянное улучшение на примере системы «Kaizen».
23. Реинжиниринг. Основные понятия. Принципы переосмысления процессов.
24. ТРМ – эффективность оборудования. Основные понятия. Назначение и содержание ТРМ.
25. Функция потерь качества (по Тагути). Основные понятия.
26. Расчет потерь качества для равномерного распределения.
27. Суммарные потери качества для нормального распределения с симметричным (относительно номинала) допуском.
28. Оценка потерь качества (по Тагути) для метода «Шесть сигм».
29. Суммарные потери качества при нормальном распределении с несимметричным допуском.
30. Суммарные потери качества для замыкающего звена трехзвенной размерной цепи.

31. Внутренняя функция потерь качества. Основные понятия.
32. Вывод уравнения зависимости стоимости обработки от номера качества точности.
33. Закономерности изменения суммарных потерь качества от вида закона распределения случайной величины.
34. Метод «Шесть сигм». Основные понятия. Достоинства и недостатки метода.
35. Применение анализа Парето при повышении надежности объекта (с восстановлением после отказа).
36. Прогнозирование надежности изделий по уровню качества техпроцессов.
37. Основные понятия о новом подходе к управлению человеческими ресурсами.
38. Четыре социальных инструмента управления персоналом. Содержание.
39. Цель и назначение наставничества. Сопротивление изменениям.
40. Новые принципы организации обучения. Сущности анкеты Колба.
41. Анализ и обеспечение эффективности закупок сырья, материалов и комплектующих изделий.
42. Опыт работы ОАО «АвтоВАЗ» по обеспечению качества закупок.
43. Аутсорсинг. Основные понятия. Преимущества и недостатки аутсорсинга.
44. Совершенствование систем менеджмента качества.
45. Выбор инструментов улучшения качества. Управление процессами и ресурсами.
46. Выбор инструментов улучшения качества. Управление затратами и проектированием.
47. Выбор инструментов улучшения качества. Управление знаниями.
48. Требования по улучшению качества в стандартах ИСО серии 9001 и ИСО серии 9004 новой версии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адлер Ю. П., Щепетова С. Е. Качество: все выше, и выше, и выше...// Стандарты и качество. – 2002. – №8. – С.64-67.
2. Адлер Ю. П., Черных Е. А. Управление знаниями: новые акценты поиска источников конкурентных преимуществ // Стандарты и качество. – 2002. – №5. – С.48-55.
3. Адлер Ю. П.. Сколько ни развертывай, а структурировать все равно придется // Методы менеджмента качества. – 2002. – №3. – С.16-18.
4. Адлер Ю. П., Шпер В. Л. «Шесть сигм»: еще одни ворота, ведущие к храму // Методы менеджмента качества. – 2000. – №10. – С.15-23.
5. Алешин А. В. Методы проектных рисков // Методы менеджмента качества. – 2002. – №10. – С.13-18.
6. Аронов И. З., Панкина Г. В. Анализ безопасности услуг на основе FMEA // Методы менеджмента качества. – 2001. – №5. – С.27-29.
7. Аронов И. З. Аутсорсинг: «за» и «против» // Методы менеджмента качества. – 2002. – №9. – С.14-171.
8. Андерсен Б. Улучшение через упрощение // Методы менеджмента качества. – 2003. – №7. – С.22-26.
9. Бабанский А. В. Системы непрерывного улучшения продуктов и процессов. – Мн.: ИП «Экоперспектива», 1999. – 237 с.
10. Балашова Е. А.. Менеджмент знаний: подход к внедрению // Методы менеджмента качества. – 2002. – №7. – С.24-29.
11. Бенделл Т., Марра Т., Сиверанс Д. Модернизация методики «Шесть сигм» – ориентация на потребителей // Европейское качество. – 2002. - №5. – С.4-8.
12. Бендор-Самюэль П. Отсутствие альтернативы или мечта алхимика // Европейское качество. – 2002. – №2. – С.4-18.
13. Бенчмаркинг и оценка его методов экспертами Европейского фонда управления качеством (EFQM) // Европейское качество. – 2002. – №6. – С. 32-41.
14. Васильчук А.В., Резников Р.Л. Концепция обеспечения качества закупок в АО «АвтоВАЗ» // Методы менеджмента качества. – 2003. – №4. – С.28-34.
15. Ванденбранд В. Метод FMEA в системах менеджмента окружающей среды // Стандарты и качество – 2003. – №2. – С.98- 100.
16. Волчков С. А., Балахонова И. В. Инструменты совершенствования деятельности предприятия // Методы менеджмента качества. – 2002. – №3. – С.11-14.
17. Всеобщий менеджмент качества / Под общ. ред. С. А. Степанова. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001. – 200 с.

18. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / О. П. Глудкин, Н. М. Горбунов, А. И. Гуров и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 600 с.
19. Гарднер Р. Десять уроков по улучшению процессов для руководителей // Методы менеджмента качества. – 2003. – №7. – С.16-21.
20. Глазунов А. В. Постоянное улучшение. Экскурс в историю // Методы менеджмента качества. – 2003. – №1. – С.17-21.
21. Глазунов А. В. Постоянное улучшение. Подходы, методы и приемы // Методы менеджмента качества. – 2003. – №2. – С.30-36.
22. Гличев А. В. Основы управления качеством продукции. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2001. – 424 с.
23. Гудков А. Г. Оценка рисков при реализации высокотехнологического наукоемкого проекта // Машиностроитель. – 2002. – №5. – С.45-49.
24. Голубева Т. Г. Бенчмаркинг как инструмент достижения успеха // Качество. Инновации. Образование. – 2002. – №4. – С.21-25.
25. Джордж С., Веймерскирх А. Всеобщее управление качеством: стратегии и технологии, применяемые сегодня в самых успешных компаниях. – СПб.: «Виктория плюс», 2002. – 256 с.
26. Друкер П. Задачи менеджмента в 21 веке: Учебное пособие./П.Друкер. – М.: Изд-во «Вильямс», 2000. – 272 с.
27. Ефимов В. В. Экономическое обоснование функции потерь качества // Вестник машиностроения. 2003 – №1. – С.47-53.
28. Ефимов В. В. Спираль качества/ В. В. Ефимов, В. М. Князев. – Ульяновск: УлГТУ, 2002. – 232 с.
29. Ефимов В. В. Экономика качества: Учебное пособие / В. В. Ефимов. – Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 123 с.
30. Епишин И. Г. Анализ критичности технологического процесса // Методы менеджмента качества. – 2002. – №9. – С.48-50.
31. Жарнецки Э., Схробер Б. Д., Адамс М. и др. Непрерывное улучшение процессов на этапе, когда это имеет особое значение // Стандарты и качество. – 2001. – №3. – С.79-83.
32. Каменнова М. С., Громов А. И., Гуслистая А. В. Процессно-ориентированное внедрение ERP-систем // Методы менеджмента качества. – 2002. – №3. – С.4-10.
33. Карепин П. А. От погрешности к допуску, от допуска к погрешности // Методы менеджмента качества. – 1999. – №№7,8. – С.24-33; С.44-51.
34. Кларк Э. Управление знаниями: польза от применения опыта в области качества // Стандарты и качество. – 2001. – №11. – С.116-120.
35. Кузьмина Е. А., Кузьмин А. М. Методы поиска новых идей и решений // Методы менеджмента качества. – 2003. – №1. – С.22-25.
36. Кузьмина Е. А., Кузьмин А. М. Интеллектуальные средства создания инновационных идей // Методы менеджмента качества. – 2003. – №5. – С.22-28.

37. Кузьмин А. М., Барышников А. А., Кузьмина Е. А. Функциональный анализ: выявление, определение и классификация функций // Машиностроитель. – 2001. – №9. – С.33-39.
38. Кузьмина Е. А., Кузьмин А. М. Функциональное моделирование // Машиностроитель. – 2002. – №2. – С.40-47.
39. Кузьмин А. М., Кузьмина Е. А. Определение функционально оправданных затрат // Машиностроитель. – 2002. – №10. – С.39-45.
40. Конти Т. Возможности и риски при использовании деловой модели совершенства / Материалы семинара «TQM. Процессный подход. Новый взгляд // Стандарты и качество. – 2003. – №1. – С.76-80.
41. Коханенко И. К., Пищик В. И. Методы Тагути: приложения для экономических систем // Методы менеджмента качества. – 2002. – №11. – С.4-6.
42. Мазур И. И., Шапиро В. Д. Управление качеством: Учебное пособие / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро. – М.: Высшая школа, 2003. – 334 с.
43. Макэлрой Дж. СФК. Построение дома качества. Почему и как структурирование функции качества распространяется в автомобильной промышленности // Курс на качество. – 1992. – №1. – С.67-73.
44. Менеджмент систем качества /М. Г. Круглов, С. К. Сергеев, В. А. Такташов и др.. – М.: ИПК, Изд-во стандартов, 1997. – 368 с.
45. Михайлова М. Р. Бенчмаркинг – универсальный инструмент управления качеством // Методы менеджмента качества. – 2003. – №5. – С.18-21.
46. Михайлова М. Р., Поздеев Н. С. Диаграмма Парето: новые возможности // Методы менеджмента качества. – 2002. – №9. – С.36- 39.
47. Михайлова М. Р., Поздеев Н. С. Техника поуровневого поиска причин проблем качества // Методы менеджмента качества. – 2002. – №1. – С.11-15.
48. Мнения экспертов EFQM о лучших практических методах бенчмаркинга. Стратегический бенчмаркинг // Европейское качество. – 2002. – №6. – С.35-41.
49. Мора Э. Стоимость внедрения ТРМ // Методы менеджмента качества. – 2003. – №3. – С.45- 47.
50. Микульчик А. А. Диаграмма Парето: экономический аспект // Методы менеджмента качества. – 2003. – №3. – С.32-34.
51. Нетес В. А. Применение анализа Парето для повышения надежности // Методы менеджмента качества. – 2002. – №11. – С.35- 39.
52. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Части I,II,III. – М.: Экономика, 1988. – 378 с.
53. Окрепилов В.В. Управление качеством: Учебник для вузов / В. В. Окрепилов. – М.: ОАО Изд-во «Экономика», 1998. – 639 с.
54. Опыт применения всеобщего менеджмента качества в области управления знаниями /Беседа с Р. Кроссом (Херох UK) // Европейское качество. – 2002. – №4. – С.56-60.

55. Попов М. Е., Попов А. М. Разработка и постановка продукции на производство на основе структурирования функции качества // Вестник машиностроения. – 2000. – №7. – С.52-58.
56. Попов М. Г., Попов А. М. Применение функции потерь качества для оценки и выбора проектных решений // Вестник машиностроения. – 2002. – №9. – С.73-78.
57. Пшенников В. В. ТРМ в Германии // Методы менеджмента качества. – 2003. – №3. – С.41-44.
58. Пшенников В.В. Качество ТРМ, или о предельной эффективности промышленного оборудования // Методы менеджмента качества. – 2001. – №10. – С.5-11.
59. Применение метода «Шесть сигм» / Обзор материалов журнала «Quality Digest», выполненный Франко В. Р. // Европейское качество. – 2002. – №3. – С.27-31.
60. Розно М. И. Как научиться смотреть вперед? Внедрение FMEA-методологии // Методы менеджмента качества. – 2000. – №6. – С.25-28
61. Розно М. И. Проектирование с FMEA или без? // Стандарты и качество. – 2001. – №9. – С.74-78.
62. Репин В. В. Опыт внедрения системы управления бизнес-процессами // Методы менеджмента качества. – 2003. – №5. – С.12- 17.
63. Сенге П. Пятая дисциплина. Искусство и практика самообучающейся организации / П. Сенге. – М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 1999. – 312 с.
64. Сурнин В. И.. Деятельность мозга и мышление // Стандарты и качество. – 2003. – №1. – С.30-32.
65. Стаматис Д. Х. Кому действительно нужен метод «Шесть сигм»? // Европейское качество. –2002. – №3. – С.21-25.
66. Самуэльссон А. Выбор поставщиков как реализация проекта // Методы менеджмента качества. – 2002. – №6. – С.22-25.
67. Технология машиностроения: В 2 т. Т.1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов / В. М. Бурцев, А. С.Васильев, А. М. Дальский и др. – М.: Изд-во МГТУ, 2001. – 564 с.
68. Топольницкий А. Г. Метод парных сравнений // Методы менеджмента качества. – 2003. – №6. – С.51-52.
69. Уорд Э. Leyland и «шесть сигм» // Европейское качество. – 2002. – №4. – С.23-27.
70. FMEA: новое применение / Обзор по материалам статей, подготовил В.Алексеев // Методы менеджмента качества. – 2002. – №12. – С.32-36.
71. FMEA при проектировании и совершенствовании продукции и процессов: Методическое пособие. Выпуск 12, 2001.– М.: НТК «Трек»,2002, 24 с.
72. Фейгенбаум А. Контроль качества продукции / А. Фейгенбаум. – М.: Экономика, 1986. – 235 с.
73. Фидельман Г. Н., Дедиков С. В. Бизнес-процессы и изменение организации // Методы менеджмента качества. – 2002. – №№1,2. – С.11-14; С.14-18.

74. Хаммар М. Реинжиниринг корпорации: манифест для революции в бизнесе / М. Хаммар, Д. Гампи. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997. – 224 с.
75. Хэри М. «Шесть сигм»: стратегия прорыва в рентабельности // Методы менеджмента качества. – 2000. – №6. – С.8-14.
76. Цугель Т. М. Десять шагов на пути к процессной структуре организации // Методы менеджмента качества. – 2003. – №2. – С.16-21.
77. Чуа Р. К. Х., Янсен У. А. «Шесть сигм» в погоне за более высокими показателями деятельности компании // Европейское качество. – 2002. – №3. – С.15-19.
78. Швец В. Е. Измерение процессов в системе менеджмента качества: опора на стратегию и структуру // Сертификация. – 2003. – №1. – С.17-21.
79. Швец Е. А. ТРМ – эффективность оборудования в XXI веке // Методы менеджмента качества. – 2002. – №12. – С.29-31.
80. Шадрин А. Д. Пять потребностей, восемь принципов, десять заповедей // Стандарты и качество. – 2002. – № 2. – С.54-59.
81. Щербаков Н. А., Панасюк В. Н., Кузин С. М. Система улучшения цепочек поставок // Методы менеджмента качества. – 2002. – №9. – С.30-35.
82. Юнак Г. Л. и др. Совершенствование методов оценки и руководства качеством поставок в ОАО «АвтоВАЗ» // Стандарты и качество. – 2002. – №9. – С.50-53.

Учебное издание
Ефимов Владимир Васильевич

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ
Учебное пособие

Редактор Н. А. Евдокимова

Подписано в печать 30.01.2004.

Формат 60x84/16. Бумага писчая. Печать трафаретная.

Усл. п.л. 10,93. Уч.-изд. л. 10,00. Тираж 400 экз. Заказ

Ульяновский государственный технический университет,

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32.

Типография УлГТУ. 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32.