

ПЕРМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Е. Б. Никитина

ФУНКЦИОНАЛЬНО-
СТОИМОСТНЫЙ
АНАЛИЗ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е. Б. Никитина

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНЫЙ АНАЛИЗ

*Допущено методическим советом
Пермского государственного национального
исследовательского университета в качестве
учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению подготовки бакалавров
«Экономика»*



Пермь 2021

УДК 658(075.8)
ББК 65.290-86
Н624

Никитина Е. Б.

Н624 Функционально-стоимостный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Б. Никитина ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2021. – 2,01 Мб ; 100 с. – Режим доступа: www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/nikitina-funktionalno-stoimostnyj-analiz.pdf. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-3681-5

Описаны основные этапы, методы и инструменты функционально-стоимостного анализа. Раскрыты современные тенденции его развития. При подготовке пособия использованы материалы отечественных и зарубежных исследователей по вопросам функционально-стоимостного анализа.

Предназначено для студентов, аспирантов, преподавателей экономических вузов, специалистов по экономическому анализу, управленческому учету, менеджменту, контроллингу.

УДК 658(075.8)
ББК 65.290-86

*Издается по решению ученого совета экономического факультета
Пермского государственного национального исследовательского университета*

Рецензенты: кафедра бухгалтерского учета и финансов Пермского государственного аграрно-технологического университета (зав. кафедрой – канд. экон. наук, доцент **Л. В. Шалаева**); директор департамента экономических, финансовых и бухгалтерских экспертиз Пермской торгово-промышленной палаты, канд. экон. наук **Д. В. Орлов**

ISBN 978-5-7944-3681-5

© ПГНИУ, 2021
© Никитина Е. Б., 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1. Суть функционально-стоимостного анализа и его применение	7
1.1. Понятие и история функционально-стоимостного анализа.....	7
1.1.1. Основоположники функционально-стоимостного анализа.....	13
1.1.2. Порядок применения функционально-стоимостного анализа.....	17
1.2. Этапы проведения функционально-стоимостного анализа....	20
1.2.1. Подготовительный этап.....	20
1.2.2. Информационный этап.....	23
1.2.3. Аналитический этап.....	35
1.2.4. Творческий этап.....	45
1.2.5. Исследовательский этап.....	57
1.2.6. Разработка рекомендаций по внедрению результатов...	64
Контрольные вопросы и тесты для самостоятельной работы....	68
Глава 2. Метод разворачивания функций качества	74
2.1. Основная идея и примеры применения.....	74
2.2. Основные понятия и принципы.....	77
2.3. Последовательность QFD и источники информации.....	83
2.4. Применение метода разворачивания функций качества.....	88
Контрольные вопросы.....	97
Список литературы	98

ВВЕДЕНИЕ

Размышляя о том, каким образом некоторые компании достигают успеха, снова и снова убеждаешься в правоте Майкла Портера, ведущего специалиста в области конкурентной стратегии, который высказал мысль о том, что великое множество лидеров бизнеса пользовались весьма ограниченным набором конкурентных стратегий. Действительно, «продавай дешевле, чем другие», «сделай продукт, отличный от других», «сконцентрируйся на качестве» – вот основные рецепты успеха, актуальные как вчера, так и сегодня для предприятий практически всех отраслей. Правда, даже самый лучший рецепт еще не гарантия успеха. Для того, чтобы воспользоваться мудрым советом, скажем, продавать свой продукт дешевле, чем конкуренты, надо сначала сделать этот продукт более дешевым, а это уже искусство, ведь наивно полагать, что конкуренты не попытаются сделать то же самое.

Конкуренция в рыночной экономике обязывает уделять постоянное внимание проблемам качества как важнейшему фактору повышения уровня жизни населения, его социальной и экологической безопасности. Управление качеством на предприятии – это такой вид руководящей деятельности, который обеспечивает проектирование, изготовление и реализацию товаров, обладающих высокой степенью полезности и удовлетворяющих запросы потребителей.

Еще один вопрос состоит в том, чтобы решить, когда начинать удешевлять свой продукт. В большинстве случаев предприятия начинают реально бороться за сокращение затрат лишь тогда, когда продукт разработан и передан в производство. Именно в это время часто приходит понимание того, что себестоимость продукта оказалась слишком высокой, чтобы он был прибыльным. Почему происходят подобные ошибки? Можно ли их предвидеть заранее и, предусмотрев, избежать?

В данном учебном пособии речь пойдет об отечественных и зарубежных наиболее перспективных подходах в управлении качеством продукции, создании новых инновационных продуктов. Некоторые методы известны в нашей стране, другие успешно используются на мировом рынке, но являются пока экзотическими для российского рынка, особенно те из них, которые ведут к повышению качества продукции при снижении ее цены.

Долгое время производство в нашей стране рассматривалось само по себе, не обращалось внимание на такую «деталь», как

потребитель. В современных условиях развития экономики такая позиция несостоятельна. Говорят, что потребитель всегда прав. Более того, именно он платит собственные деньги за продукцию производителя и позволяет тем самым ему существовать. Было бы просто странным пренебрегать им. Поэтому существует такая область человеческой деятельности, которая называется анализом рынка, или маркетингом. С возникновением новых идей рекомендуется заняться изучением рыночных возможностей их реализации. Любое маркетинговое исследование на предприятии не может быть целенаправленным без уточнения того, какой товар производить и с какими затратами. Для решения этой задачи целесообразно применять специальные инструменты и методы.

В отечественной литературе наиболее полно описан метод функционально-стоимостного анализа (ФСА), направленный на системное исследование функций объекта, с целью минимизации затрат при сохранении (повышении) его качества и полезности. В нашей стране накоплен как теоретический, так и практический опыт применения этого метода (в машиностроении, электронной, электротехнической промышленности и других отраслях). Однако развитие отечественной методологии и обобщение практики метода ФСА происходило в условиях отсутствия рыночной экономики, в то время как в экономически развитых странах он был ориентирован на потребителя и находил свое воплощение в крупнейших корпорациях Японии, США и других стран, постоянно совершенствовался, принося высокий экономический эффект. До сих пор на большинстве отечественных предприятий вопросы снижения затрат рассматриваются в отрыве от объекта анализа, его ценности для потребителя, поэтому большая часть завышенных затрат оказывается за пределами исследования.

В настоящее время новые международные стандарты качества в мировой экономике ориентированы на процессные подходы к управлению, что подчеркивает важность мониторинга и тщательного измерения процессов, возникающих в организации. Особое значение приобретает снижение времени на проектирование и минимизацию переделок.

К сожалению, энтузиазм многих организаций в отношении усилий, принятых в области в отношении качества, через год-другой сменяется полным разочарованием. Почти всегда это связано с тем, что царящая в организации эмоциональная атмосфера не способствует переменам. Критическим фактором успеха является готовность

высшего менеджмента всеми силами поощрять и поддерживать принятую политику качества. Программа улучшения качества, основанная на анализе затрат, не имеет никаких шансов, если не задействовано руководство организации. Именно высшее руководство должно способствовать распространению идеологии качества на всех уровнях предприятия. Компании, которая открыта для межфункциональной командной работы, свободного общения и поощряет персональную ответственность за поиск и внедрение новых форм организации бизнеса, будет обеспечен успех.

В представленном учебном пособии также описан зарубежный метод, касающийся оптимизации затрат и качества, – метод развертывания функций качества. Часто возникает вопрос о практическом применении таких подходов на отечественных предприятиях. Совсем не обязательно копировать чужой опыт, а иногда даже вредно, но идеи, положенные в основу этих методов, могут быть весьма полезны.

Данное учебное пособие подготовлено в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта, рекомендовано не только студентам экономических вузов, но и практическим работникам. Оно нацелено на широкий подход к освоению материала и предполагает активную самостоятельную работу учащихся.

ГЛАВА 1. СУТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

1.1. Понятие и история функционально-стоимостного анализа

Функционально-стоимостный анализ (ФСА) – метод системного исследования функций отдельного изделия или технологического, производственного процесса, организационной структуры, ориентированный на повышение эффективности использования ресурсов путем оптимизации соотношения между потребительскими свойствами объекта исследования и затратами на его разработку, производство и эксплуатацию. Кроме технических объектов, в поле деятельности ФСА включаются организационные и управленческие процессы, производственные структуры предприятия. Метод ФСА представляет собой *технологию* анализа затрат на выполнение изделием его функций. Он проводится как для существующих продуктов и процессов, так и для вновь создаваемых. Относится к перспективным методам анализа.

Цель ФСА состоит в достижении предприятием максимальной реализации поставленных целей при рациональном использовании ресурсов. Данный метод направлен на максимизацию потребительской стоимости. В основе концепции потребительской стоимости лежит взаимосвязь самых разных потребностей и используемых при этом возможностей. Чем меньше расход ресурсов и полнее удовлетворение потребностей, тем выше потребительская стоимость объекта (продукта). Важно понять, что потребительская стоимость может быть повышена путем более полного удовлетворения потребностей, даже при этом увеличивается расход ресурсов, при условии, что удовлетворение потребностей растет более высокими темпами, чем увеличение используемых ресурсов.

*Совокупность потребительских
свойств объекта*

Потребительская стоимость = _____

*Издержки на достижение
необходимых потребительских
свойств*

Приведенное выше соотношение хорошо иллюстрирует принципиальное различие между ФСА и традиционными методами снижения издержек. Основная цель функционально-стоимостного анализа не просто снижение издержек и повышение качества, а минимизация потребительской стоимости объекта.

Рассматривая различные характеристики продукта (затраты, надежность и др.), необходимо соизмерять их влияние на его потребительскую стоимость. Например, решения по усовершенствованию продукта, расширяющее его функциональные возможности, но увеличивающее затраты настолько, что продукт теряет конкурентоспособность, столь же неприемлемы, как и решения, снижающие затраты за счет ухудшения качества.

Потребительская стоимость – это затраты на создание потребительских свойств.

Потребительская стоимость уменьшается, если добавочные затраты не способствуют адекватному повышению потребительских свойств объекта, и, напротив, потребительская стоимость объекта возрастает, когда добавочные затраты направлены на усовершенствование, придающее объекту такой уровень качества, за который потребитель согласен понести дополнительные расходы.

В связи с этим потребительская стоимость определяется с помощью двух основных элементов: *характеристик объекта* и *затрат потребителя*. Затраты потребителя при этом включают цену продукта и, как правило, издержки, связанные с его использованием. Характеристики продукта должны соответствовать требованиям определенной группы потребителей. Продукт получит конкурентное превосходство, если затраты потребителя окажутся ниже, чем у конкурентов. Отсюда видно, что сделать продукт привлекательным в глазах потребителя можно, совершенствуя его характеристики, а также снижая затраты потребителя.

Направления работ по повышению конкурентоспособности продукта выбираются на основе данных, полученных в ходе проведения ФСА. Могут использоваться следующие варианты:

- одновременное повышение качества продукта и снижение затрат;

- повышение качества продукта при сохранении уровня затрат;

- сохранение уровня качества продукта при уменьшении уровня затрат;

- обоснованное снижение функциональных параметров продукта до их необходимого уровня при сокращении уровня затрат.

Согласно ФСА, *полезность любой вещи* – это ее способность удовлетворять ту или иную потребность пользователя. Иногда некоторые авторы используют вместо понятия «полезность» термин «функциональность». Оценка затрат на создание и использование объекта обеспечивается на основе всестороннего изучения функций, выполняемых объектом, и затрат, необходимых для их проявления. ФСА не только определяет и учитывает затраты по функциям, но и решает задачу оптимизации потребительских свойств и издержек.

Метод функционально-стоимостного анализа начал активно применяться в промышленности с 1960-х гг., прежде всего в США. Его использование позволило снижать себестоимость многих видов продукции без снижения их качества. Развитие теории ФСА нашло применение в электротехнической промышленности, в отраслях машиностроения. Это связано с системностью метода, ставящего своей задачей в каждом конкретном случае выявить структуру рассматриваемого объекта, разложить его на простейшие элементы, дать им двойственную оценку – со стороны потребительской стоимости (интегральная оценка качества) и со стороны стоимости затрат на разработку, производство и эксплуатацию. В силу своей системности ФСА позволяет выявить в каждом изучаемом объекте причинно-следственные связи между качеством (эксплуатационно-техническими характеристиками) и затратами. Данный подход дает возможность исключить механический метод планирования затрат от достигнутого уровня, устанавливать нормативы на основе сложившегося уровня трудоемкости и расхода материалов.

Основными принципами ФСА являются:

- функциональный подход к объекту исследования;
- системный подход к анализу объекта и выполняемых им функций;
- исследование функций объекта и их материальных носителей на всех стадиях жизненного цикла;
- соответствие качества, полезности функций объекта затратам на них;
- коллективное творчество;
- универсальность применения.

Кроме принципов, выделяют также сферы применения ФСА:

1. *Проектирование*. Используется на стадии создания объектов, на этапе НИОКР. Цель – поиск оптимальных технических решений, создание новых модифицированных объектов.

2. *Производство.* В данной сфере осуществляется обработка освоенных продуктов. Цель действий – сосредоточение внимание на тех функциональных частях объекта, в которых имеются диспропорции между важностью выполняемых функций и затратами на их осуществление. Выявляются излишние затраты, причины их появления, определяются резервы снижения затрат и повышения качества исполнения функций. После диагностики осуществляются поиск наилучших решений и выбор оптимального.

3. *Применение.* В этой сфере ФСА используется как для новых объектов, так и для существующих. Целью анализа являются ответы на вопросы: как? как иначе возможно? использовать данный объект. ФСА принципиально отличается от обычных способов снижения производственных и эксплуатационных затрат, так как предусматривает использование функционального подхода. Его суть – рассмотрение объекта (продукта) не в конкретной форме, а как совокупность функций, которые он должен выполнять. Каждая функция анализируется с позиции возможных принципов и способов исполнения с помощью совокупности специальных приемов. Оценка вариантов построения объекта производится по критерию, учитывающему степень выполнения функций и их важность, а также размер затрат, связанных с реализацией на всех этапах жизненного цикла. Функциональный подход заставляет изучать не только конкретные потребности клиентов, заказчиков, но и глубже анализировать количественную и качественную стороны этих потребностей, перестраивать под них производство.

Функциональный подход является альтернативным традиционным подходом к анализу. В исследовании стоимости материальных объектов основным считается предметный подход. При его использовании специалисты заняты только проблемой снижения затрат, т.е. они формулируют задачу следующим образом: как снизить затраты на данное изделие? Таким образом, все внимание аналитиков концентрируется на поиске самых лучших способов изготовления объекта в рамках уже существующего конструкторского решения. Однако предпринимаемые меры не всегда приводят к желаемым результатам, поскольку большая часть завышенных затрат оказывается за пределами исследования.

Специалисты, использующие функциональный подход, наоборот, должны отвлекаться от реальной конструкции анализируемого объекта и сосредоточить внимание на его функциях, так как

исследуемый объект представляется как совокупность функций. Такой подход меняет направление поиска снижения затрат.

Функция (от лат. «осуществление») – это цель создания объекта. Чтобы выявить функцию, необходимо ответить на вопрос: что должен делать объект в определенных условиях? Конкретное исполнение (способ реализации заданной функции) – это лишь один вариант из большого числа возможных вариантов исполнения функции и, соответственно, осуществления затрат на ее обеспечение. Функции и затраты на них могут быть как необходимые, так и дополнительные. Дополнительные функции могут не иметь прямого отношения к цели создания объекта и часто бывают связаны с несовершенством его конструкции. Определяя функции анализируемого объекта, специалисты формулируют следующие вопросы: необходимы ли имеющиеся функции? если необходимы, то целесообразны ли для них предусмотренные количественные характеристики? каким наиболее экономичным путем можно достичь выполнения необходимых функций?

Основные положения функционального подхода:

1. Потребителям необходимы функции объектов, а не сами объекты, поэтому целесообразно исследовать не столько сам объект, сколько его функции – сущность объекта.

2. Любой объект имеет недостатки. Выявить и ликвидировать их проще, если анализировать функции. Следовательно, любой объект может быть усовершенствован.

3. Любой объект может выполнять множество функций, кроме главной функции, т.е. имеется неограниченное количество различных функций. Так, например, в живой природе нет объектов, выполняющих только одну функцию.

4. Любую функцию можно выполнить большим количеством различных способов. Оперативность и качество результатов будут разными.

Функциональный подход позволяет изменить сложившийся стереотип мышления и добиваться более высокого экономического эффекта, которого не удастся достичь другими методами. Людям, привыкшим иметь дело с объектами, а не с функциями, данный подход кажется нестандартным, поэтому при его внедрении возникают трудности.

Функция в широком понимании – это деятельность, обязанность, работа, назначение, роль. Осуществляя анализ функций, используют следующие их классификации:

1. По области проявления функции подразделяются на внешние и внутренние. *Внешние* функции выполняются объектом в целом и определяют его назначение при взаимодействии с внешней средой. *Внутренние* функции определяются составом действий и взаимосвязей внутри объекта и выполняются его элементами.

2. По роли в удовлетворении потребностей среди внешних функций различают главные и второстепенные. *Главная* функция отражает главную цель создания объекта, *второстепенная* – побочную цель, но она может способствовать увеличению спроса на изделие.

3. По роли в рабочем процессе внутренние функции делят на основные и вспомогательные функции. *Основные* функции подчинены главной и обуславливают работоспособность объекта, создание необходимых условий для осуществления главной функции. С помощью *вспомогательных* функций реализуются основные функции. В ходе оценки функций часто обнаруживается, что именно во вспомогательных функциях заложены основные резервы снижения себестоимости объекта.

4. По характеру проявления все перечисленные функции делятся на номинальные, потенциальные и действительные. *Номинальные* функции создаются при формировании и создании объекта и обязательны для выполнения. *Потенциальные* функции отражают возможность выполнения объектом каких-либо функций при изменении условий его эксплуатации. *Действительные* функции – фактически выполняемые функции.

5. По характеру получаемого результата все функции разделяют на полезные и бесполезные, а последние делят на нейтральные и вредные.

ФСА отличается от других методов анализа и управления тем, что объединяет приемы, которые обычно не применяются вместе. Различные методологии, используемые в настоящее время, предназначены каждая для достижения определенных целей, однако их совокупность можно встретить в методологии ФСА. Они могут включать выявление и удовлетворение требований потребителей, установление показателей, описывающих эти требования, моделирование затрат, усовершенствование бизнес-процессов, их непрерывное совершенствование, организацию и обучение персонала и др. Методология ФСА уделяет большое внимание интегрированным процессам и позволяет применять различные методологические

приемы как единую систему в зависимости от постановки конкретной цели анализа.

Достоинством функционально-стоимостного анализа является наличие достаточно простых расчетных и графических методов. В ходе него определяют функции элементов объекта как системы и осуществляют оценку затрат на реализацию функций, выполняемых элементами объекта, проводят оценку затрат на реализацию этих функций, с тем чтобы эти затраты оптимизировать.

1.1.1. Основоположники функционально-стоимостного анализа

Основы ФСА в нашей стране были заложены в конце 40-х гг. XX в. Юрием Михайловичем Соболевым – инженером-конструктором Пермского телефонного завода. Исходя из положения, что резервы имеются на каждом производстве, Ю.М. Соболев использовал системный анализ и поэлементную отработку каждой детали конструкции. Он рассматривал каждый конструктивный элемент детали (материал, размер, допуски, отверстия, параметры поверхностей и т.д.) как самостоятельную часть конструкции и в зависимости от функционального назначения включал в *основную* или *вспомогательную* группу. Элементы *основной* группы должны были отвечать эксплуатационным требованиям, предъявляемым к детали или изделию. Элементы *вспомогательной* группы служили для конструктивного оформления детали, изделия. «Поэлементный экономический анализ конструкций» показал, что затраты, особенно по вспомогательной группе элементов, как правило, завышаются и их можно сократить без ущерба для качества изделия. Именно в результате рассмотрения детали по элементам излишние затраты стали заметнее. Индивидуальный подход к каждому элементу, выявление избыточных затрат на реализацию каждого элемента и составили основу метода Ю.М. Соболева. В период своего зарождения метод ФСА рассматривался только как инструмент поиска излишних затрат в существующих изделиях.

Работы Ю.М. Соболева нашли широкий отклик в печати в 1948–1952 гг. и привлекли внимание зарубежных специалистов. После ознакомления с этим методом и под влиянием идей, заложенных в его основу, на предприятиях ГДР началось использование одной из модификаций ФСА – «поэлементного экономического анализа».

Примерно в те же годы, когда Ю.М. Соболев разрабатывал метод поэлементной отработки конструкций изделий, аналогичные

исследования проводил инженер Лоуренс Д. Майлс – сотрудник отдела снабжения американской электротехнической компании «Дженерал электрик». В период Второй мировой войны перед компанией стоял вопрос о том, как решить проблему нехватки некоторых видов стратегического сырья, в особенности поставляемых из других стран, в связи с возросшей потребностью в военной технике. Инженеры были вынуждены искать замену дефицитных материалов и, соответственно, изменять технические условия, технологические параметры и т.д.

Проведенный впоследствии анализ данных о работе изделий показал, что все замены, как правило, благоприятно сказывались на стоимости изделий, причем в ряде случаев это приводило к получению «сверхэффекта»: улучшалось качество изделий, повышалась их надежность. Это послужило толчком к проведению исследований по замене материалов на более дешевые и получению от этого соответствующей прибыли. Более того, возникла идея распространить новый подход на изделия в целом путем пересмотра классических решений и замены их экономически более выгодными. В 1947 г. группа под руководством Л. Майлса приступила к созданию нового метода снижения издержек производства, основанного на отыскании более экономичных способов осуществления тех или иных функций изделия, и внедрению его в производство. В конце 1947 г. был разработан функциональный подход – основа анализа стоимости. Специалисты группы, руководствуясь функциональным подходом, за четыре года усовершенствовали ряд изделий, получив экономию в 10 млн долл.

В 1952 г. Л. Майлс разработал методику, получившую название стоимостный анализ (value analysis, VA). Он определил предложенный им метод снижения издержек производства как «прикладная философия». Согласно Л. Майлсу, «анализ стоимости – это организованный творческий подход, цель которого заключается в эффективной идентификации непроизводительных затрат или издержек, которые не обеспечивают ни качества, не полезности, ни долговечности, ни внешнего вида, ни других требований заказчика». Первоначально ФСА не встретил в США широкой поддержки. И лишь практика подтвердила его высокую реальную эффективность, привлекла к нему внимание специалистов, в первую очередь поставщиков и заказчиков компании «Дженерал электрик».

В западной практике в начале 50-х гг. XX в. стоимостный анализ впервые стал использоваться на стадии проектирования

изделия. У него появилось новое название – «стоимостное проектирование», или «стоимостный инжиниринг» (value engineering). По мере освоения и распространения ФСА его стали применять как средство предупреждения возникновения неэффективных решений уже на стадии проектирования и производства изделий, в сфере организации и управления различными работами. Дальнейшее его развитие привело к появлению комплексного метода – стоимостного менеджмента, или управления стоимостью (value management). Эти и другие модификации методов управления стоимостью были приняты и широко вошли в употребление в нашей стране под общим термином «функционально-стоимостный анализ».

В 1959 г. было создано Общество американских инженеров – специалистов по ФСА (Society of American Value Engineers, SAVE), первым президентом которого с 1960 по 1962 гг. был Л. Майлс. В 1975 г. SAVE International (к тому времени общество SAVE имело статус международного) утвердило премию «За создание и содействие в деле продвижения методов ФСА (VA/VE)» и назвало ее именем Л. Майлса. Применение нового метода, не защищенного статусом военного секрета, не могло долго ограничиваться рамками только одной американской промышленности. В результате после 1960 г. метод получил признание в Европе, а позднее – в Японии.

В 1965 г. было основано Общество японских инженеров-специалистов по ФСА (Society of Japanese Value Engineering, SJVE), которое активно занялось пропагандой данного метода, проводя ежегодные конференции с участием представителей крупнейших промышленных фирм и государственных организаций. И уже в 1970-е гг. в Японии метод ФСА начал применяться в 10 раз чаще, чем в ФРГ. В целом ФСА получил значительно меньшее распространение в Западной Европе, чем в Японии. В процессе производства новых изделий японские фирмы используют ФСА в 80–90 % случаев, а при совершенствовании и модернизации продукции – в 50–85 % всех случаев.

Бурное развитие функционально-стоимостного анализа в Японии объясняется несколькими обстоятельствами. Данный метод хорошо реализуется при коллективном творческом мышлении, командной работе. Японские фирмы, работающие по «семейному принципу», традиционно подготовлены к такому стилю работы. По сравнению с западноевропейскими, они уделяют больше внимание решению перспективных вопросов и долгосрочным программам, крупным проблемам с общесистемных позиций.

Л. Майлс стал популярным в Японии, и в 1982 г. с его согласия SJVE была учреждена премия Л. Майлса, присуждаемая компаниям, которые добиваются больших успехов в удовлетворении потребителей благодаря эффективному использованию знаний и распространению идеологии ФСА. Среди компаний, подразделения которых уже неоднократно получали премию Майлса и продолжали широко использовать ФСА, стали проводить конкурсы на лучшую компанию года. Комитет при SJVE присуждал победителю высшую премию Майлса. В 2000 г., в свою 35-ю годовщину, SJVE наградило такой премией компанию Canon. В период с 1965 по 1980 гг. Л. Майлс ежегодно проводил обучающие семинары, участвовал в симпозиумах в различных странах. Если изначально метод ФСА предназначался для снижения производственных затрат, то в дальнейшем он начал применяться для воздействия на потребительские свойства изделий (например, для снижения весовых характеристик в аэрокосмической промышленности, повышения надежности в атомной энергетике и т.д.).

Первый обзор по работам Л. Майлса был сделан Евгением Александровичем Грапом, который в 1970 г. опубликовал статью на эту тему. В данной статье Е.А. Грамп впервые использовал термин «функционально-стоимостной анализ». В 1970–1971 гг. Е.А. 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 использованию. Эти публикации в нашей стране широко использовались при освоении метода на предприятиях электротехнической отрасли.

Метод ФСА стали применять в ПО «Электроруч», «ВНИИэлектроаппарат», ПО «Уралмаш», на Чебоксарском электроаппаратном заводе, Свердловском машиностроительном заводе им. Воровского и на других предприятиях. Усилиями специалистов предприятий были достигнуты определенные успехи в использовании метода при ликвидации непроизводительных затрат на производство. Появились публикации по ФСА, обобщающие отечественный и зарубежный опыт. К концу 1970-х гг. данный метод представлял уже объединение наиболее эффективных правил и приемов работы, проверенных практикой.

С начала 1980-х гг. в нашей стране начался качественно новый этап в развитии ФСА, характеризующийся планомерным внедрением метода в различных отраслях, расширением сфер его применения. Разрабатывались межотраслевые положения его проведения,

аккумулирующие опыт Минэлектротехпрома, Минлегпищмаша, Минэлектронпрома. Среди них: превращение нескольких объединений и предприятий в показательные по использованию ФСА; включение работ по ФСА в целевые научно-технические программы; изучение возможностей учета требований ФСА при утверждении цен, проектов, смет, определении размеров финансирования и кредитовании объекта; разработка стандартов по ФСА, подготовка специалистов, выпуск литературы, дальнейшая пропаганда метода и т.п.

В дальнейшем в ходе реформ начала 1990-х гг. достигнутые в стране позиции по применению ФСА были утрачены.

1.1.2. Порядок применения функционально-стоимостного анализа

Один из основополагающих принципов ФСА – определенная последовательность его проведения. Она включает взаимосвязанные этапы, каждый из которых состоит из несколько отдельных работ.

1. Подготовительный этап.

1.1. Выбор объекта и определение цели ФСА.

1.2. Подбор и утверждение состава исследовательской рабочей группы.

1.3. Обучение специалистов основам ФСА.

2. Информационный этап.

2.1. Сбор и получение информации об объекте, его недостатках.

2.2. Определение списка основных показателей, характеризующих объект, требований к нему.

2.3. Построение структурно-функциональной модели объекта.

3. Аналитический этап.

3.1. Анализ функций объекта.

3.2. Определение значимости и стоимости функций объекта, их сравнение.

3.3. Выявление функциональных зон с превышением затрат над значимостью функций.

3.4. Постановка задач поиска более рациональных и оптимальных решений.

4. Творческий этап.

4.1. Поиск оптимальных параметров улучшения моделей.

4.2. Поиск улучшенных структурно-функциональных моделей объекта.

5. Исследовательский этап.

5.1. Выбор наилучшего из предлагаемых вариантов усовершенствования объекта.

5.2. Экспериментальное испытание усовершенствованного объекта.

5.3. Оформление результатов ФСА, их согласование с заинтересованными лицами, подразделениями и утверждение.

6. Разработка рекомендаций по внедрению результатов.

6.1. Составление и оформление необходимой информации для внедрения результатов исследования.

6.2. Согласование предложений по п. 6.1 с заинтересованными подразделениями и их утверждение.

6.3. Организация работ по реализации предложений.

6.4. Материальное и моральное вознаграждение участников разработок и внедрение рекомендаций по ФСА.

6.5. Оформление отчета о выполненной работе с предложениями по улучшению проведения ФСА.

Многие предприятия пытаются копировать действия (методики) по разработке новых товаров у успешных предприятий, но терпят неудачи. Новые товары создаются не методиками и не системами, а людьми, которым дают возможность реализоваться. Таким образом, важными факторами при внедрении ФСА являются организационная структура предприятия и мотивация работников.

Специалисты, исследовавшие фирмы-новаторы, отмечали, что у них были различные организационные структуры, но общая черта этих фирм – отлично налаженная коммуникация между функциональными службами. В этих компаниях отмечается очень высокая интенсивность информационного потока между отделами. Постоянные связи действуют как внутри отделов, так и между ними. Эти взаимосвязи осуществляются параллельно, а не последовательно. Благодаря межфункциональной коллективной работе почти в два раза сокращались сроки разработок, цикл производства, снижались объемы товарно-материальных запасов, что также становится одним из ключевых факторов предпринимательской деятельности.

Различают открытую и закрытую организационные структуры предприятия. К чертам *закрытой* организационной структуры относят:

– четкое разграничение сфер ответственности, деление отделов по функциональному признаку (финансовый отдел, отдел сбыта, служба разработок и т.д.);

- наличие правил, предписывающих круг обязанностей для каждого отдела и ограничивающих вторжение других в его дела;
- изолированность руководителя.

Структурная схема большинства таких предприятий пирамидально-иерархическая (вертикальная).

Современные же предприятия добиваются высоких результатов благодаря *открытой* организационной структуре: когда встает вопрос о создании новых товаров, то необходимо привлекать людей из всех отделов. Творческую атмосферу на предприятии необходимо культивировать, так как идеи могут развиваться лишь в определенной атмосфере. Одним из путей достижения этого является создание «штурмовых команд».

Мотивация работников также имеет большое значение, особенно при разработке новых товаров. Разработчиков необходимо обязательно вознаграждать в случае успеха и не критиковать в случае неудач, поскольку неудачи – неотъемлемая часть таких проектов. Фирмы с хорошей историей инноваций пользуются особыми методами управления в процессе разработки новых идей и не жалеют усилий для привлечения и мотивирования лиц, способных к мотивационной деятельности, а также учитывают вклад каждого отдельного работника. Так, например, на японских фирмах при мотивировании работника учитывают индивидуальные производственные достижения каждого, от этого зависит заработок, при этом стандарты качества постоянно повышаются. Вознаграждения и стимулы должны быть не только финансовые. В результате исследований было выявлено, что движущими стимулами для творческих людей в порядке значимости являются: независимость, признание, богатство. Обычно система вознаграждения состоит из показателей краткосрочной деятельности. Но чтобы заинтересовать работника в перспективных товарных разработках необязательно ждать момента завершения проекта, могут применяться «авансы» в различных формах.

Возникает вопрос: в состоянии ли мелкие фирмы вести конкурентную борьбу, заниматься инновациями? По результатам исследований было выявлено, что инновации и перемены крупным предприятиям даются труднее. Во-первых, они менее мобильны, им труднее изменить организацию управления, технологию, оборудование, на любые перемены они смотрят как на риск. Во-вторых, приступая к инновациям, крупные предприятия чрезмерно заботятся об управлении ими. Большие капиталовложения на

инновацию приводят к необходимости постоянного контроля за ними, что может подорвать творческий дух, не стимулирует его.

Многие небольшие предприятия действуют по принципу ориентации на нужды потребителей, они чаще используют обратную связь с потребителем, стараются мыслить перспективно. Мелким компаниям присуща гибкость: если какая-то идея не срабатывает, они могут быстро переключиться на другую. Более того, они часто могут работать над несколькими идеями сразу.

Итак, мелкие предприятия имеют многочисленные преимущества перед крупными и в состоянии вести конкурентную борьбу. Крупные компании иногда пытаются перенять опыт работы у мелких. Так, зарубежные исследователи пришли к выводу, что крупные фирмы, достигшие успехов в новаторстве, действуют по принципу поведения мелких фирм.

1.2. Этапы проведения функционально-стоимостного анализа

1.2.1. Подготовительный этап

Для проведения ФСА необходимо создать исследовательскую рабочую группу, в состав которой входили бы специалисты различных профессий: инженеры, конструкторы-технологи, дизайнеры, производственники, финансисты, товароведы-эксперты, маркетологи, менеджеры, а также представители заказчиков (покупатели), поставщиков и смежников. Необходимо, чтобы члены исследовательской рабочей группы были знакомы с ФСА, позитивно относились к коллективной работе и к коллегам, были творчески настроенными людьми. Состав группы может быть из 5–8 человек. Для успешного проведения анализа необходимо, чтобы исследовательская группа подчинялась какому-либо руководителю организации. Как правило, это главный инженер предприятия. Исследовательская группа должна уточнить цели и задачи анализа, разработать детализированный план проведения ФСА, который утверждается руководством предприятия. В процессе деятельности, особенно при исследовании сложных объектов, план может меняться.

На подготовительном этапе необходимо определить и уточнить объект анализа – носителя затрат. Это особенно важно при ограниченности ресурсов производителя.

Часто при выборе объекта ФСА прибыль связывают с объемом производства данного продукта. Например, разработка нового или

усовершенствование существующего продукта, выпускаемого в массовом порядке, могут принести предприятию больше выгод, чем разработка или усовершенствование более дорогого продукта, но выпускаемого мелкими сериями. Тогда в первую очередь ФСА подвергаются объекты с низкими прибылями и высокими объемами их выпуска. Далее рассматриваются продукты с низкими прибылями и выпускаемые в небольших количествах и в последнюю очередь – прибыльные, выпускаемые в больших количествах.

Если критерием выбора продукта является его рентабельность, то рассматривается рентабельность всей номенклатуры изделий, выпускаемых предприятием. Данную справку готовят экономические службы предприятия. Изделия, имеющие наименьшую рентабельность, оцениваются как неблагоприятные и подвергаются ФСА. Данный принцип не рекомендуется рассматривать как догму, так как в условиях конкурентной борьбы с целью расширения рынка сбыта и вытеснения конкурентов фирма может пойти на искусственное снижение рентабельности, т.е. может быть снижена цена изделия.

Часто руководители все свое внимание сосредотачивают на получении быстрых прибылей. Так, сравнительное исследование деятельности американских и японских директоров показало, что для американских руководителей первоочередной целью является прибыльность предприятия, для японских – на первом месте стоят показатели доли рынка. Исследователи отмечают, что слишком большое внимание к прибылям, как ни парадоксально, сдерживает их получение. Доля рынка зависит от качества выпускаемых товаров и в конечном счете приводит к долгосрочной прибыли.

Признаками годности изделия для ФСА являются длительность его изготовления в неизменном виде, а также сложность изделия. Считается, что чем дольше изделие выпускается в неизменном виде, тем легче его рационализировать. Чем сложнее объект, т.е. содержит большое количество составных частей, тем результативнее должен быть ФСА. Например, или это обычный нож, состоящий из малого числа деталей, или это кухонный комбайн, состоящие из десятка деталей. В комбайне заложен более высокий потенциал для снижения себестоимости.

Если имеется несколько изделий, претендующих стать объектами ФСА, то возможен выбор объекта по совокупности показателей. В этом случае может использоваться экспертный анализ. Определяется набор критериев и выбирается несколько экспертов.

Каждый критерий (показатель) оценивается экспертами, и далее находится комплексный показатель по каждому изделию. Комплексные показатели сравниваются по изделиям, для ФСА выбирается изделие с наилучшим комплексным показателем.

Таблица 1

Пример системы оценки конкурентоспособности товара
(на основе исследований компании «Дженерал электрик»)

Критерии оценки конкурентоспособности товара	Коэффициент взвешивания	Оценка по 5-балльной шкале	Оценка с учетом коэффициента взвешивания
Относительная доля рынка	3,5		
Качество продукта	1,5		
Технический уровень	0,5		
Уровень производства	0,5		
Уровень организации труда	0,5		
Процессы распределения	0,5		
Технологии сбыта	0,5		
Организация и эффективность маркетинга	0,5		
Финансовый результат	1,0		
Общее число баллов	9,0	До 45 баллов	

Предметом анализа необязательно должно быть все изделие целиком. Часто в качестве объекта исследования (особенно, если изделие имеет сложную конструкцию) берут его составные части. В таком случае основой для выбора служит себестоимость производства составных частей. С помощью АВС-анализа выделяют те составные части, которые содержат основную долю в массе издержек всего изделия. Все компоненты изделия делят на три группы:

- «А» – дорогостоящие,
- «В» – средней стоимости,
- «С» – дешевые.

Компоненты группы «А» становятся объектами рационализации и разработки направлений снижения издержек производства.

Далее определяются цель ФСА. Важно учитывать вид инновации:

1. *Адаптивная.* Это наименее сложный вид инновации, он предполагает минимальные изменения в продукте или услуге. В то же время такая инновация является самой простой с точки зрения возможности ее копирования конкурентами (например, комбинирование уже известных потребителю услуг).

2. *Функциональная.* В этом виде инновации сохраняется функция продукта, но характер ее реализации меняется. Покупатели получают возможности удовлетворить свои потребности новым, улучшенным способом. Таким образом, этот тип инновации требует определенных изменений в привычках покупателей (например, появление банкоматов, самообслуживание в супермаркетах).

3. *Фундаментальная.* Это наиболее сложный вид инновации, в котором реализуется новая концепция или идея, в результате чего возникает новое фундаментальное качество. Внедряемый продукт является абсолютно новым (ранее неизвестным), и удовлетворяется потребность, которая ранее не замечалась и не удовлетворялась в полной мере (например, в банковской сфере – внедрение банковских карт, дистанционное обслуживание клиентов и др.).

В распоряжение рабочей группы необходимо предоставить всю информационную документацию об изделии: стандарты, технические условия, комплект конструкторской и технологической документации, данные об аналогах (проспекты, образцы), данные по рекламациям и браку, экономические показатели по изделию, отзывы покупателей о качестве выпускаемой продукции и др. Вся информация поступает несколькими потоками по принципу открытой информационной сети: от конструкторских, экономических подразделений предприятия, потребителей к руководителям соответствующих служб. Оценки и пожелания потребителей должны аккумулироваться в маркетинговом отделе. В процессе работы исходные данные должны обрабатываться, преобразовываясь в соответствующие показатели качества и затрат, проходя все задействованные в проекте подразделения, и поступать к руководству проекта.

1.2.2. Информационный этап

Цель информационного этапа состоит в изучении всех особенностей рассматриваемого объекта. На этом этапе собирают и обрабатывают всю информацию об исследуемом объекте. Данный этап часто называют фундаментальным этапом ФСА, так как от полноты и достоверности полученных сведений зависит успех

последующей работы. С целью составления комплексного взгляда на объект необходимо изучение как внешней (рыночной) информации, так и внутренней, характеризующей состояние объекта.

Изучение рыночных сведений об объекте включает:

1) изучение потребностей покупателей, данных об эксплуатации объекта;

2) изучение имеющихся аналогов объекта (товаров-конкурентов);

3) изучение специальной литературы об объекте, имеющихся стандартов, различных показателей.

Изучение информации, характеризующей состояние объекта, согласно функциональному подходу включает:

– изучение структуры объекта;

– выявление и формулировку функций объекта;

– построение функциональной модели объекта;

– построение функционально-структурной модели (матрицы) объекта.

Исследуя объект, аналитики должны составить как можно более полный перечень его характеристик. Далее исследовательской группе необходимо определить, какая из выделенных характеристик, будучи усовершенствованной, обеспечит анализируемому объекту наибольшее конкурентное преимущество. Достижение конкурентного преимущества не должно стать самоцелью, оно прежде всего должно отвечать потребностям покупателя. Улучшение же сразу всех функциональных возможностей объекта может привести к повышению общих эксплуатационных достоинств, но если показатели по какой-то наиболее важной функции окажутся ниже, чем у товаров-конкурентов, то фирма может проиграть. Поэтому разработчикам важно правильно выбрать, на чем сконцентрировать свои усилия. Часто важным для достижения успеха может оказаться какой-то один аспект деятельности. Им может быть, например, система распределения, обеспечение доступности товара, уровень послепродажного обслуживания и др. Каким бы ни оказался этот самый необходимый фактор, он должен быть востребован клиентами.

Итак, очень важным моментом для успешной деятельности по ФСА является выяснение потребностей покупателей. Собрать такую информацию можно разными способом и за различные промежутки времени.

По времени поступления информация может быть:

– постоянно поступающая, по заранее составленной программе;

- периодически поступающая, путем обследования через определенные промежутки времени;
- поступающая в разовом порядке.

По способам сбора информацию разделяют следующим образом:

- изучение учетных документов предприятия (листы о рекламациях, жалобы покупателей);
- проведение экспериментов в условиях эксплуатации, исследование качественных характеристик объекта;
- проведение опроса покупателей, дилеров.

Предприятия могут собирать необходимую внешнюю информацию сразу из нескольких источников и делать это как систематически, так и по специальным поводам.

Получение информации о необходимых потребителю характеристиках объекта должно быть направлено на выявление, с одной стороны, недостаточности ресурсов по отдельным характеристикам, а с другой – избыточности ресурсов по отдельным характеристикам.

Сведения от потребителей чаще всего собирают путем анкетирования, рассылки опросных листов. Различают открытые и закрытые схемы составления вопросов в анкетах.

Закрытые вопросы – это вопросы, которые предполагают варианты ответов на выбор. Например, после вопроса «имеет ли данный товар гарантированное качество?» приводятся варианты ответов: «да», «нет», «не всегда».

Открытые вопросы – это такие вопросы, которые предполагают объяснение ответа (например, «что Вы включаете в определение “качество данного изделия”?»).

Открытые вопросы позволяют найти какие-либо скрытые, новые потребности покупателей. Закрытые вопросы полезны для сбора статистических данных. Открытыми вопросами необязательно опрашивать одну тысячу людей, достаточно опросить сто человек. Сочетание открытых и закрытых вопросов может дать наиболее эффективный результат обследования.

Существуют и другие подходы к изучению потребностей покупателей. Так, некоторые исследователи рынка считают, что нужно не спрашивать потребителей, что они хотят, а изучать их образ жизни. Следуя этому положению, предлагается психологическое сегментирование потребителей, при этом их разделяют, например, на три группы:

1) консервативные потребители, которые привыкли к определенному укладу жизни и им трудно изменить свои привычки;

2) демонстративные потребители, т.е. потребление таких людей нацелено на внешнее окружение;

3) потребители, нацеленные на саморазвитие, думающие о целях и пользе потребления.

Такая классификация потребителей может объяснять покупательское поведение, производители могут выявлять возможные ниши на рынках.

Существуют также и другие подходы выявления потребительских нужд. Некоторые фирмы при разработке новых товаров основываются на концепции «очеловечивания товаров» (например, техника, по их мнению, должна быть более «разумной», легко приспосабливаться к различным нуждам пользователей). Другие компании стараются опробовать каждую свою новинку на будущих потребителях, так как считают, что идеи о необходимых товарах могут дать только люди, ближе всего стоящие к нуждам потребителей, в том числе по возрасту, наклонностям, опыту.

Итак, традиционные методы изучения спроса уже не соответствуют современности, поэтому производители стараются приблизиться к потребителям. Массовое производство совершенно одинаковых изделий ведет к снижению доли рынка. Производители, разрабатывая новые товары, должны ориентироваться на конкретные группы потребителей, различные сегменты рынка. Так, существует следующее утверждение, что «если фирма не сумеет разбить рынок на сегменты, то рынок разобьет фирму». Практика наращивания ассортимента позволяет сразу заполнить большое количество «ниш» рынка и выходить на потребителей с различными предпочтениями и уровнем доходов. С целью удовлетворения разнообразных потребностей покупателей производители внедряют гибкие производственные системы, благодаря которым они достигают гибкости производства и при полной его автоматизации имеют возможность выпускать сотни видов разнообразных изделий. Например, такие гибкие производственные системы используются в автомобильной промышленности, что позволяет выпускать автомобили партиями.

Большие возможности при разработке товаров дает также анализ товаров-конкурентов. Так, на некоторых фирмах принята практика под названием «конструирование наоборот», т.е. когда в фирмах-производителях производится разборка товара-конкурента

(применялась в компании «Форд»). В ходе такого изучения товара-конкурента составляются подробные описи на все детали. Детали оцениваются по стоимости, разнообразию, степени унификации. Важной является информация о количестве и разнообразии деталей, сборочных единиц. Все эти данные позволяют составить общую картину применявшего технологического процесса у конкурента. Аналитики также имеют возможность судить об издержках на изготовление товара-конкурента. Данная информация позволяет определить, до какой степени конкурент может снижать цену на товар. Информация об издержках соотносится с объемом выпуска, численностью персонала и т.д. Кроме оценки издержек товара-конкурента, аналитики также оценивают их эксплуатационные характеристики, например: простоту в использовании, время работы без поломок, причины поломок, дизайнерские усовершенствования и др. Также необходимо присматриваться к таким сферам конкурента, как маркетинг, сбыт, сервис.

Известно, что успех предприятия зависит не только от ориентации предприятия на текущие потребности, но и от ориентации на перспективный спрос. Поэтому производители должны принимать во внимание различные внешние факторы (развитие отрасли, прогноз запросов рынка, изменение в законодательстве и др.).

Далее приступают к изучению информации, характеризующей состояние объекта. Выделяют правила формулировки функций. Выявить функцию означает определить действие, которые совершают объект или его составные части, а также найти прямой или косвенный результат этих действий, направленных на достижение цели объекта. В связи с этим процедура выявления функций сводится к установлению целей применительно к созданию рассматриваемого объекта. В ФСА под функцией понимается внешнее проявление свойств какого-либо объекта с его способностью удовлетворить потребности. Следовательно, происходит совпадение функций и целей объекта. Термин «полезный» может совпадать с понятием «функциональный».

Процедура выявления функций может вызывать затруднение, в связи с тем что общедоступные и простые, на первый взгляд, окружающие нас объекты во многих случаях являются многофункциональными. Например, стекло используется для рам в окнах, выполняет одновременно по меньшей мере три функции: пропускает свет, защищает от холода и шума. При исследовании относительно простых объектов (электрическая лампа, письменный

стол и т.д.) рекомендуется выявлять как можно большее количество выполняемых функций. Если анализируются более сложные функции (холодильник, автомобиль и т.д.), ограничиваются количеством тех функций, взаимосвязи которых возможно проследить в процессе анализа. Процедура формулирования функций объектов предусматривает выполнение следующих правил:

1. Формулировка функций должна выражаться крайне лаконично, по возможности двумя словами: глаголом и существительным. Данное правило вытекает из необходимости использования в процессе анализа возможно большего количества функций, что требует формулировать их максимально кратко. Иногда функция не может быть описана в лаконичной форме, поскольку это может привести к искажению содержания, точности формулировки функций, поэтому прибегают к дополнительным описаниям функций. Например, если функцию прожектора «освещать удаленные объекты» можно сформулировать по правилу «двух слов» – «освещать объекты», то такая формулировка будет характеризовать другой тип объекта – светильник, который, в отличие от прожектора, освещает близко расположенные объекты. Если формулируются функции технических объектов, то рекомендуется использовать существительные, которыми обозначают понятия, имеющие физическую размерность (напряжение, ток, мощность, световой поток, сила, масса и т.п.). Это облегчает установление уровня качества функций и выявление функционального резерва или недостаточности функций.

2. Точность в формулировке функций отражает действительное содержание процесса, для выполнения которого предназначен исследуемый объект (например, проводник – проводить ток, трансформатор – преобразовывать энергию и т.д.).

3. Принцип обобщенности формулирования функций имеет большое значение. Чем в более обобщенной форме определяется функция, тем меньше ограничивающих условий накладывается на варианты ее исполнения. Следствием этого является создание больших возможностей для появления новых решений. Излишняя же конкретизация в формулировках функций ведет, наоборот, к ограничению вариантов исполнения функций. Например, функция холодильника – сохранять продукты при пониженной температуре. Если же взять более общую формулировку «сохранять продукты», то это могло выполняться необязательно в условиях пониженной температуры, т.е. у исследователя появляется выбор средств для

реализации данной функции, но функция «охлаждать продукты» может оказаться для потребителя не менее важной.

4. Принцип полноты подразумевает выявление всех реализуемых функций, даже тех, для осуществления которых он не предназначен, так как это помогает в дальнейшем выявить потенциальные функции, найти возможности их применения.

Трудность в формулировании функций может иногда состоять в логическом противоречии между требованиями точности и обобщенности. Данное противоречие рекомендуется преодолевать, используя «двойную формулировку», содержащую в первой части обобщение, а во второй части – конкретное, уточняющее определение функции. Следуя системному подходу, необходимо вначале давать формулировку функции объекта в целом, а затем делить его на составные части и составные элементы и формулировать их функции. Наряду с этим необходимо выявлять функции, в которых нуждается или будет в перспективе нуждаться потребитель. Четкое представление о функциях может открывать новые возможности в конструировании, технологии, организации и управлении объектами. В условиях создания новых объектов формулировка функций будет сложнее по степени абстракции. В этом случае рекомендуется полностью забыть старый объект, исследователи вначале дают формулировку главной функции нового объекта, только потом при конкретизации объекта переходят к рассмотрению функций частей объекта. В качестве примера рассмотрим создание новых часов. Объект – часы, функция – показывать время. Если абстрагироваться от существующих часов, то функцию можно определить как «показывать состояние». Далее можно находить различные варианты показывания состояния чего-либо, проводя аналогии. Во-первых, показывать состояние можно наглядно (весы показывают массу, указатель показывает направление, зеленый свет светофора показывает, что можно переходить дорогу, и т.д.). Во-вторых, показывать состояние чего-либо можно с помощью звука (звонок будильника сигнализирует, что надо вставать; свист чайника – что кипит вода; аплодисменты свидетельствуют о том, что людям нравится представление, и т.д.). Таким образом, существует бесчисленное количество возможностей оптических и акустических способов показывать состояние объекта. Следовательно, необязательно иметь две стрелки в часах, чтобы показать время. Состав и качество функций будет зависеть от конкретного технического решения.

Многоаспектное представление функций способствует более точному описанию объекта и определению области возможных решений.

В ходе проведения ФСА используют упрощенное представление объекта в виде моделей, получаемых с помощью различных методов описания. Модель – это логико-графическое описание объекта. В ФСА используют следующие способы описания объекта:

- структурный;
- функциональный (функциональная модель, метод FAST);
- функционально-структурный (функционально-структурная модель, матрица).

Структурный вид описания ориентируется на материальную структуру объекта.

Структурная модель – это упорядоченное представление элементов объекта и отношений между ними; она определяет состав материальных составляющих объекта, уровни иерархии, основные взаимосвязи. Основой структурных моделей является строгая и однозначная соподчиненность материальных элементов (например, первый уровень – продукт (изделие), второй уровень – сборочные единицы, третий уровень – детали).



Рис. 1. Классификация функций

Каждый из элементов такой модели должен дополняться количественной характеристикой – затратами на изготовление. Структура объекта отражает наиболее устоявшиеся, статические связи в объекте, действительные характеристики объекта проявляются через динамические связи в процессе его функционирования. Возможность

изучения этих характеристик появляется при функциональном описании объекта.

Функциональное описание систем используется в функциональных моделях. **Функциональная модель** – это логико-графическое изображение состава и взаимосвязей функций объекта. Построение этих моделей происходит путем формулировки функций и установления порядка их подчинения (рис. 1).

Каждая функция имеет свой индекс, отражающий принадлежность к определенному уровню функциональной модели. Следует учитывать, что функции верхнего уровня должны содержать цели для функций нижестоящего уровня. В свою очередь, функции нижестоящего уровня есть средство для обеспечения функций вышестоящего уровня.

Для правильного отражения сущности объекта рекомендуется соблюдать ряд принципов:

- системность;
- целевая направленность;
- согласованность целей и задач функций.

Принцип системности предполагает соответствие выделяемой функции как частным целям данной системы, так и общим, ради которых создается объект как система.

Принцип целевой направленности предполагает четкое определение специфики действий каждой выделяемой функции.

Следовательно, при формировании функциональной модели необходимо проверять, чтобы каждая функция обладала конкретной целенаправленностью и определенностью содержания, так чтобы учитывались внутрисистемные отношения (функции низшего уровня должны работать на функции более высокого уровня) (рис. 2).

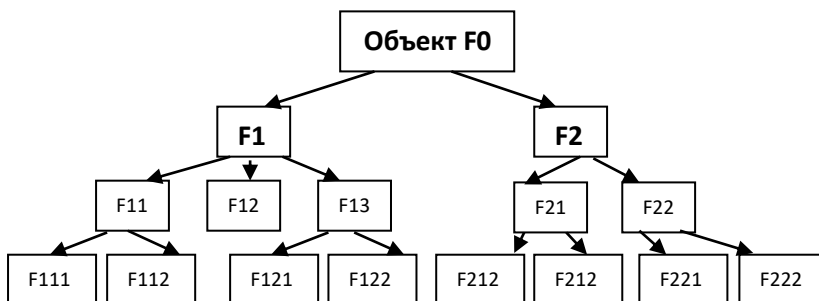


Рис. 2. Абстрактная примерная схема построения функциональной модели

Существует еще один метод функционального описания объектов – метод FAST. Это метод логической цепочки, основывающийся на постепенном раскрытии всей цепочки последовательно связанных функций и построении соответствующих схем. Схемы напоминают сетевые графики. Процедура построения таких схем обобщена в технике систематизированного анализа функций – FAST. Практическим инструментом определения взаимосвязей функций является постоянно повторяемая постановка двух основных вопросов: почему и как? С их помощью выявляют функции (рис. 3).

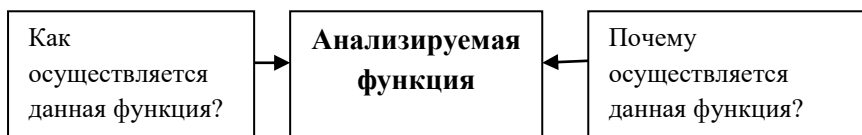


Рис. 3. Общая схема построения функциональных цепочек по методу FAST

В схеме, построенной по этой методике, выделяют «линию критического пути», которую составляют те функции, которые должны быть выполнены обязательно для реализации главной функции. Процедура построения графиков по методу FAST включает следующие этапы:

1. Формулируется главная функция.
2. Затем находят основную функцию более высокого уровня по отношению к главной. Эта функция должна отвечать на вопрос: почему осуществляется главная функция? Функция более высокого порядка в схемах всегда располагается слева от анализируемой функции.

Чтобы найти функцию более низкого порядка по отношению к найденной основной функции, необходимо ответить на вопрос: как выполняется данная основная функция? В свою очередь, найденная функция должна отвечать на вопрос: почему осуществляется обусловленная ею основная функция?

Методика FAST предназначена не только для помощи исследователям при формулировании, классификации и

представлении функций, но и на творческом этапе, когда идет поиск идей путем использования определенного набора вопросов:

1. Какая функция является объектом анализа?
2. Что в действительности предполагается сделать, осуществляя данную функцию?
3. Какая функция более высокого порядка по значимости вызвала появление данной функции?
4. Почему необходимо выполнять данную функцию?
5. Как в действительности выполняется данная функция или как предполагается ее выполнение?
6. Вызывает ли способ, выбранный для осуществления данной функции, появление вспомогательных функций?
7. Какие нижестоящие функции в большей степени обеспечивают выполнение рассматриваемой функции?
8. Какие можно сделать изменения, чтобы не было необходимости в подчиненных функциях?

Положительными сторонами методики FAST являются использование определенной системы приемов для выявления функций, возможность наглядного представления взаимосвязей всех функций.

Однако недостатком таких графических моделей является то, что они не дают полного представления о функциональных связях и отношениях, возникающих в объекте. Построение моделей по методике FAST представляет трудности, так как принцип действия некоторых объектов трудно моделируется. В этом случае исследуемый объект как система разделяется на подсистемы, которые могут быть изучены с применением метода FAST и в дальнейшем взаимосвязаны между собой.

Описание и упорядочение функций и их носителей создают соответствующие предпосылки для определения функциональных затрат. Возникает вопрос: какие расходы вообще следует рассматривать в ходе ФСА? При проведении данного анализа обычно работают с переменными затратами, т.е. с затратами, которые зависят от изменения объема производства анализируемого объекта. К таким затратам относят расходы на материалы и заработную плату производственных рабочих. Постоянные расходы обычно не учитываются. Снижение издержек производства становится возможным посредством изменения функций объекта, способов их изготовления. В связи с этим в ФСА функция (затраты на функцию)

определяет стоимость объекта. Для получения функциональных затрат все затраты упорядочиваются, т.е. соотносятся с теми функциями объекта, на выполнение которых они возникают. Иными словами, строится функционально-структурная модель.

Расчет затрат на функции производится на основе совмещения структурной и функциональной моделей. Для определения затрат на каждую функцию строится функционально-стоимостная матрица. В ней по вертикали отражают функции, выявленные в результате функционального анализа. По горизонтали – элементы, составные части объекта. На пересечении столбцов и строк проставляют величины стоимостного вклада каждого материального носителя для реализации данной функции. Далее затраты на функции собирают по уровням. Затраты на вышестоящую функцию должны быть равны затратам на функции нижестоящего уровня (табл. 2).

Таблица 2

Пример схемы построения функционально-стоимостной матрицы

Функции	Элементы затрат на функции									Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
F_0	8	5	9	5	3	10	11	9	1	61
1. F_1	–	–	–	–	–	8	4	8	1	21
F_{11}	–	–	–	–	–	–	8	4	5	17
F_{12}	–	–	–	–	–	–	–	3	1	4
2. F_2	4	2	4	5	3	2	7	1	–	28
F_{21}	3	–	4	–	–	–	2	–	–	7
F_{22}	–	2	–	5	–	–	5	1	–	13
F_{23}	1	–	–	–	3	2	–	–	–	6
3. F_3	4	3	5	–	–	–	–	–	–	12
F_{31}	4	3	–	–	–	–	–	–	–	7
F_{32}	–	–	5	–	–	–	–	–	–	5
Итого по каждому элементу затрат	8	5	9	5	3	10	11	9	1	61

Распределение затрат между функциями позволяет оценить затраты на выполнение каждой функции. Затраты на изготовление объекта в целом должны распределяться между функциями таким образом, чтобы затраты на главную функцию равнялись затратам на

все основные функции. Затраты на каждую основную функцию должны равняться затратам на вспомогательные функции, обеспечивающие выполнение этой основной функции. Полученные данные о затратах на каждую функцию используются для дальнейшей их оценки (диагностики).

1.2.3. Аналитический этап

Анализ функций связан с установлением:

- необходимости исследуемой функции;
- требуемого функционального ресурса для исследуемой функции, объекта;
- соотношения действительных затрат на функции с необходимыми затратами.

Предварительный этап анализа функций связан с определением целесообразности функций (полезный/бесполезный) и их роли в реализации главной функции. Вспомогательные функции разделяют на те, которые способствуют выполнению основных функций, и на те, которые не влияют на основное назначение объекта, но создают дополнительные потребительские свойства, благодаря чему расширяется область применения объекта, а значит, и спрос на него.

Распределение затрат по функциям в процентах будет выглядеть следующим образом (рис. 4).

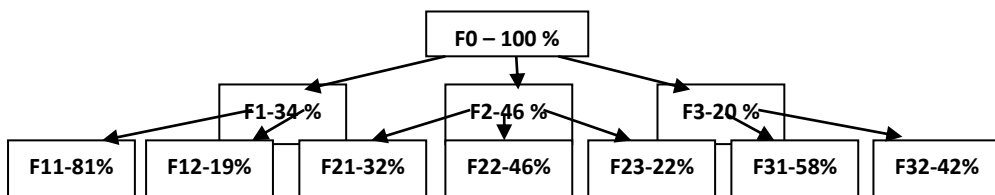


Рис. 4. Пример распределения значимости по функциям в процентах

Если функция определена как ненужная, то ставится задача по выявлению и устранению ее носителей. Если функция определена как необходимая, то выявляется ее роль в реализации главной функции. Бесполезные функции чаще всего обнаруживаются среди вспомогательных функций. Такие функции, как правило, не имеют

взаимодействия с любой другой необходимой функцией. Беспольные функции могут существовать в объектах по разным причинам:

– из-за необоснованности требований к объекту в ходе его разработки;

– могут появляться в результате видоизменения объекта, когда некоторые функции отмирают, становятся ненужными в сфере потребления.

При анализе функций изделия (их состав, степень полезности) ведется поиск сокращения затрат на них путем ликвидации второстепенных – бесполезных и вспомогательных – бесполезных функций. Так, используют «принцип Эйзенхауэра», в соответствии с которым все функции разделяются на три группы:

- 1) главные – полезные и основные – полезные функции (*A*);
- 2) второстепенные – полезные, вспомогательные – полезные функции (*B*);
- 3) второстепенные – бесполезные, вспомогательные – бесполезные функции (*C*).

Далее в таблице по горизонтали располагают функции, по вертикали – элементы затрат. На пересечении столбцов и строк проставляют группу функции. В итоговую графу заносят данные о количестве функций группы *C*, что позволяет сделать необходимые выводы как по функциям, так и по элементам затрат. Выделяют также показатель, характеризующий уровень необходимых функций, определяемый как отношение числа необходимых функций к числу существующих функций (табл. 3).

Если при традиционных методах экономического анализа рассматривают затраты, отнесенные к определенной единице калькулирования (деталь, узел, агрегат, машина), то в ФСА дают экономическую оценку функциям. Цель этой оценки заключается в выявлении и устранении излишних, функционально неоправданных затрат. Например, выпускаемые швейные машины способны выполнять 20 и более функций (операций), однако в обычных условиях потребителям достаточно только 4–5 функций. В результате имеет место бесполезное расходование средств на востребованные функции.

Распределение функций изделия по «принципу Эйзенхауэра»

Элементы затрат	Функции				Итого по элементу затрат	Предварительный вывод
	1	2	3	4		
1					1С	–
2					2С	Исследовать
3					1С	–
4					1С	–
Итого по функции	С	С		С	–	–
Предварительный вывод					Пересмотреть	–

В процессе анализа затрат на функцию устанавливают наличие необходимого функционально ресурса. В ходе выявления требуемого функционального ресурса рекомендуется определить удельный вес отдельных потребителей в общем объеме производимого продукта и рассмотреть потребности в функциональном ресурсе по каждому виду изделия, а также сравнить его с фактическим ресурсом по каждой функции. Возможны следующие варианты по результатам анализа:

- соответствие реального требуемого функционального ресурса;
- недостаточность фактического функционального ресурса;
- избыточность фактического функционального ресурса.

В результате анализа устанавливают конкретные направления возможного совершенствования изделия.

На основе анализа затрат выявляют приоритетные направления поиска новых решений, т.е. те функции, фактические затраты по которым могут быть существенно снижены. Для решения этих задач теорией и практикой ФСА разработаны определенные методы анализа затрат:

- метод подбора и ориентировочной оценки простейших решений;
- метод ранжирования функций по величине затрат;
- метод установления пропорций между затратами на осуществление основных и вспомогательных функций;
- метод исследования факторов снижения затрат на функции;
- метод балльного сопоставления затрат и значимости по функциям.

Метод подбора и ориентировочной оценки простейших решений по каждой функции. Исследователями устанавливаются состав и содержание необходимых функций объекта. Затем для каждой функции намечают самый простой и дешевый способ исполнения, при этом не думая о том, как все эти решения будут синтезированы в единую конструкцию. Далее находят показатель минимально возможных затрат путем приближенной оценки простейших решений по функциям. Используют такие понятия, как «фактические (исходные) затраты» и «минимально возможные затраты» на выполнение отдельных функций. Фактические затраты относятся к исходному решению. Минимально возможные затраты на функцию – это те затраты, которые могут быть достигнуты в ходе ФСА благодаря применению более совершенных решений. Например, требуется защитить конструкцию механизма от внешних механических воздействий, попадания пыли и загрязнений. Данная защитная функция может быть реализована с помощью такого устройства, как корпус. Он может быть изготовлен различными способами: литьем из чугуна, штамповкой из листового проката, прессованием из пластмассы и т.д. Допустим, до ФСА применялся литой чугунный корпус себестоимостью 14 300 руб. Самым же экономичным решением для этой конструкции является корпус из пластмассы себестоимостью 10 100 руб. Именно этот вариант будет содержать минимально возможные затраты на защитную функцию. Разница между фактическими и минимально возможными затратами характеризует максимально возможную экономию, к которой стремятся исследователи. Намечая величину минимально возможных затрат и максимально возможной экономии, исследователи определяют для себя ориентир, к которому необходимо стремиться. При удачном выполнении ФСА затраты оказываются довольно близкими к ориентировочным.

Метод ранжирования функций по величине затрат исходит из того, что большая вероятность снижения затрат ожидается по тем функциям, у которых самые высокие фактические затраты.

Метод установления пропорций между затратами на осуществление основных и вспомогательных функций исходит из того, что некоторые функции играют ведущую роль в полезном применении продукта, потому для них допускаются более высокие затраты, чем по остальным функциям. Функции более высокого порядка должны иметь более высокие затраты. Усилия исследователей могут направляться на улучшение решений по

вспомогательным функциям, начиная с той, у которой наибольшие затраты. Если затраты на вспомогательные функции значительны, то может быть пересмотрен принцип действия главной функции.

Метод исследования факторов снижения затрат по функциям исходит из того, что экономию затрат возможно получить за счет учета факторов, способствующих их снижению, с помощью проведения соответствующих мероприятий.

Например, имеются некоторые факторы совершенствования конструкции изделия:

1. Факторы общего совершенствования конструкции:

– улучшение преемственности конструкции;

– снижение массы и габаритов;

– применение заменителей дорогих и редких материалов конструкции;

– унификация сборочных единиц;

– улучшение эксплуатационных характеристик;

– сокращение времени конструкторской подготовки производства.

2. Резервы улучшения технологичности конструкции:

– усовершенствование общей технологичности конструкции;

– улучшение технологичности деталей и сборочных единиц;

– снижение трудоемкости изготовления конструкции.

Факторы могут быть различны, все зависит от объекта ФСА. Каждый фактор вносит в общую экономию свой вклад, который можно приближенно оценить соответствующим процентом снижения фактических затрат на функцию. Наиболее перспективной считается функция, у которой ожидается наибольшая экономия затрат.

Метод балльного сопоставления затрат и значимости по функциям. Исходит из положения, что основным условием распределения затрат по функциям служит их значимость. Для определения значимости (относительной важности функции) выполняют оценочные процедуры, которые осуществляются с помощью метода экспертных оценок, и они обычно присутствуют на аналитическом и исследовательском этапах ФСА.

По степени охвата экспертизой экспертные методы можно условно разделить на индивидуальные и коллективные. Методы *индивидуальных* экспертных оценок основаны на высказывании мнений экспертами независимо друг от друга, что является конечным результатом экспертизы. Среди них выделяют следующие:

- метод интервью (беседа с экспертом);
- аналитические экспертные оценки, когда эксперт самостоятельно выполняет аналитическую работу с оценкой состояния и путей развития объекта; такой анализ эксперт может осуществлять письменно;

- метод предпочтений и рангов используется для выявления экспертом важности анализируемых функций, вариантов; эксперт должен пронумеровать имеющиеся функции или варианты в порядке предпочтения: 1 – самый важный или лучший; 2 – менее важный или хороший и т.д.

- метод попарного сравнения – процедура и результаты исследования представляются в соответствующих матрицах. Для составления матрицы номера функций (свойств) последовательно записываются в столбец и в строку. На пересечении строки и столбца фиксируют номер той функции (свойства), который оказывается наиболее важным при попарном сравнении. Последняя графа матрицы содержит величину – количество предпочтений, полученное каждой функцией (свойством) по отношению к другим. Результаты такой экспертизы служат основой для распределения функций (свойств) по степени (рангам) значимости. Каждому рангу может быть присвоено соответствующее количественное значение в процентах (табл. 4).

Однако рассмотренные методы экспертных оценок и способы их получения все же не позволяют избежать субъективизма. Для уменьшения этого недостатка прибегают к методу коллективной экспертизы. Подбор группы экспертов производится с учетом их компетенции, наличия производственного исследовательского опыта. В ходе экспертизы каждый эксперт присваивает балл функции, исходя из ее значимости, затем находится средний балл по функции с учетом мнений всех экспертов. Оценка значимости функций ведется последовательно по уровням функциональной модели, начиная от вышестоящих к нижестоящим. При оценке значимости внешних функций (главной и второстепенной) исходным моментом является распределение предпочтений потребителей. Те функции, которые способствуют удовлетворению наиболее важных потребностей или участвуют в реализации нескольких потребностей, имеют, соответственно, более высокую значимость. Для определения значимости вспомогательных функций общая вышестоящая функция условно принимается за 100 %. Значимость нижестоящих функций определяется исходя из степени участия в выполнении вышестоящей функции. Так, значимость основных функций определяется по

отношению к главной. Значимость вспомогательных функций определяется исходя из степени участия в выполнении вышестоящей основной функции и т.д. В рассмотренном примере процент значимости функций определяется экспертным путем по уровням функциональной модели.

Таблица 4

Пример схемы составления матрицы попарного сравнения основных функций

Индекс функции	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	Количество предпочтений	Ранг
F_1	x	1	3	1	5	1	3	III
F_2	1	x	3	2	5	2	2	IV
F_3	3	3	x	3	5	3	4	II
F_4	1	2	3	x	5	4	1	V
F_5	5	5	5	5	x	5	5	I
F_6	1	2	3	4	5	x	0	VI
Всего	3	2	4	1	5	0	15	–

Присвоение количественного выражения рангам

Индекс функции	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
Значимость функции, %	20	13	27	7	33	0

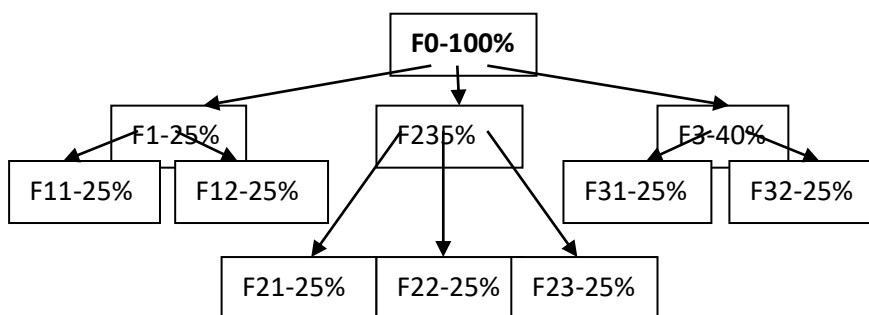


Рис. 5. Пример распределения значимости по функциям в процентах

Значимость функций характеризует относительный вклад ее в осуществление вышестоящей функции. Так, в примере, показанном на

рис. 5, значимость основных функций составляет следующее: $F_1 - 25\%$, $F_2 - 35\%$, $F_3 - 40\%$. Затраты на осуществление этих функций также выражаются в процентах. Для оценки функций находят показатель соотношения затрат и значимости функций Z :

$$Z = \text{Затраты} / \text{Значимость}.$$

Иными словами, сколько приходится затрат в среднем на 1 % значимости функции. Найдем показатель Z для нашего примера, используя данные, указанные на рис. 5.

$$Z(F_1) = 34 / 25 = 1,36;$$

$$Z(F_2) = 46 / 35 = 1,31;$$

$$Z(F_3) = 20 / 40 = 0,5.$$

Функции, у которых $Z > 1$, это функции с неблагоприятным значением соотношения затрат и значимости. В приведенном примере это функции F_1 и F_2 .

Соотношение затрат и значимости по функциям можно изображать визуально (рис. 6).

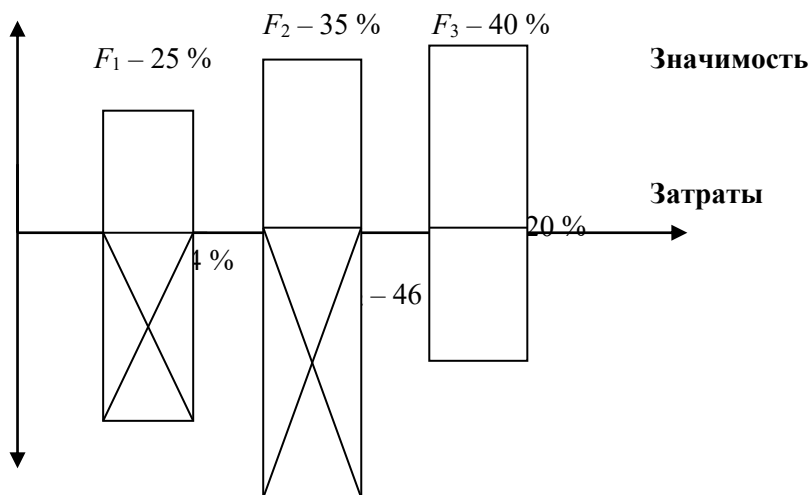


Рис. 6. Соотношение затрат и значимости по основным функциям

Аналогично рассматриваются соотношения затрат и значимости по вспомогательным функциям, имеющим общую основную функцию. Таким образом, графическое соотношение затрат и значимости по функциям наглядно демонстрирует функциональные зоны дисбаланса. Оно позволяет увидеть проблемы функционального несоответствия, имеющиеся в анализируемом объекте.

В результате выполнения информационного и аналитического этапов необходимо получить следующую информацию:

- структурную и функциональную модели объекта;
- перечень главных, основных, вспомогательных, ненужных функций;
- список критериев развития, основных показателей и требований, предъявляемых к объекту;
- данные по затратам и значимости функций;
- выделение зон дисбаланса, т.е. тех функций, по которым имеется наибольшее сосредоточение затрат;
- список первоначальных идей и предложений по совершенствованию функций как в целом, так и в частности.

Выделяют следующие характерные ошибки, недостатки, возникающие на информационном и аналитическом этапах:

1) слабое привлечение знаний и опыта специалистов, а также сотрудников из других отделов из-за нежелания и неумения наладить с ними деловые контакты;

2) работы с недостаточным или, наоборот, чрезмерным объемом информации, что ведет к расходу времени и ресурсов, поэтому важно определять оптимальный объем информации, вытекающий из конкретных целей и времени анализа, определяемых в плане работы;

3) пренебрежение известным правилом делопроизводства: вся собранная информация должна систематизироваться и храниться для ее оперативного использования;

4) исследователи могут отвлекаться на возникшие идеи, которые появляются в процессе сбора и анализа информации.

1.2.4. Творческий этап

На творческом этапе члены исследовательской рабочей группы вырабатывают и первоначально оценивают различные идеи и решения. Наибольшую сложность вызывает формулировка набора идей по совершенствованию способа реализации функций. Эта работа проводится по двум направлениям:

- ликвидация выявленных ненужных функций;
- совершенствование способа реализации необходимых функций.

Формирование набора идей по реализации функций осуществляется в ходе совещаний. Идеи фиксируются, заносятся в протокол. Далее проводятся анализ и предварительная экспертная

оценка на конструктивную, технологическую, организационную осуществимость, оцениваются затраты на их осуществление. Для оценки идей возможно использовать схематическое изображение оценок. Так, положительно оцениваемые идеи обозначаются стрелкой, направленной вверх. Нейтральные идеи – горизонтальной стрелкой. Негативно оцениваемые идеи – стрелкой, направленной вниз. Идеи, которые не поддаются оценке, обозначаются вопросительным знаком. Пример оформления схемы для оценки идей в виде таблицы приведен ниже (табл. 5).

Таблица 5

Схема для оценки идей

№ п/п	Краткое содержание идеи	Преимущества	Проблемы	Оценка	
				техническая	экономическая

Идеи, оцененные положительно (↑), исследуются дополнительно.

Идеи, оцененные отрицательно (↓), выпадают из рассмотрения как непригодные.

Если техническая оценка положительна, а экономическая отрицательна, то предлагаемый вариант представляет функциональное улучшение изделия при высоких издержках его реализации.

Если, например, техническая оценка нейтральна, а экономическая положительна, то предлагаемое решение не повлечет функциональных изменений в объекте, но будет иметь более экономичные способы реализации функций, чем прежнее решение.

Оценка идей вопросительным знаком означает, что необходима дополнительная информация или исследование.

Иногда возможно дальнейшее улучшение идеи посредством объединения составных частей отдельных предложений. Если по какой-либо функции не найдено ни одного нового варианта реализации функции или все рассмотренные варианты отвергнуты в результате предварительного отбора, исследуемые функции предлагается разделять на более мелкие.

Работа на творческом этапе заканчивается, когда количество альтернативных вариантов представляется достаточным для выбора оптимальных решений по реализации функций исследуемым объектом. По результатам предварительного анализа идей и решений формируются окончательные варианты (два или три, не менее двух) исполнения функций в объекте анализа, которые выносятся на исследовательский этап.

Под методом поиска решений понимается способ решения какой-либо поставленной задачи, включающий совокупность приемов мыслительной деятельности. Чем больше функционально взаимозаменяемых вариантов удастся получить, тем больше возможностей найти действительно эффективное решение.

Поиск решений может быть информационным и эвристическим. Информационный поиск предполагает поиск готовых решений для конкретной задачи. Для ФСА технических систем особое значение имеет патентный поиск. *Патентный поиск* – это поиск информации об изобретениях, решающих какую-либо конкретную задачу. Наиболее оперативным источником информации об изобретениях являются официальные выпуски, издаваемые ведомствами по изобретательству различных стран.

Эвристический поиск основывается на эвристике – науке о творческом мышлении, где используются положения таких наук, как психология творчества, системный анализ, исследование операций, теория игр и т.д. Данный вид поиска часто приводит к абсолютно новым решениям, изобретениям. Если первоначально эвристические методы поиска решений опирались на простейшие методы ассоциативного мышления, то сегодня для них характерны комплексный подход, системный анализ проблемы, алгоритмизация творческого процесса, использование программных продуктов и т.д. Все это значительно расширяет возможности поиска решений, появляются возможности комбинирования методов поиска решений, а также самих решений.

Методы поиска решений группируются по ведущему признаку, который активизирует главный эффект метода. По данному критерию все методы поиска решений делятся на следующие группы:

1. Методы, в которых ведущая роль принадлежит *коллективным формам творческой работы*. Опыт показывает, что коллективное мышление, организованное по определенным правилам, в условиях благоприятного психологического климата оказывается значительно эффективнее, чем сумма отдельных индивидуальных мышлений. Это

свойство коллективного творчества используется в таких методах, как мозговой штурм, конференция идей, коллективный блокнот и др.

2. Методы, в которых главное место отводится *ассоциативному мышлению (синектика)*: метод гирлянд случайностей и ассоциаций, метод личной аналогии («эмпатия») и др.

3. Методы, направляющие мыслительный процесс с помощью *контрольных вопросов*. Список контрольных вопросов должен быть составлен в определенной последовательности.

4. Методы, в которых главный акцент делается на *системном анализе комплексных решений путем комбинирования частных решений*. К числу таких относят морфологический анализ, метод матриц открытия и др.

5. Методы, которые представляют задачу как *противоречие и помогают ее решить с помощью стандартных типовых приемов* (алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)).

Все методы поиска решений также разделяют на группы, исходя из поставленных задач, начальной информации типов решаемых проблем:

- *Методы интуитивного поиска (несистемные)*. К ним относят методы коллективных форм творческой работы (мозговой штурм), ассоциативные методы, метод контрольных вопросов. Их общая суть состоит в том, что происходит активное сравнение совершенствуемого объекта с большим количеством иных объектов и явлений. В данном подходе ценится умение быстро находить разнообразные ассоциации, позволяющие обеспечить такое сравнение, находить такие аналогии, которые по-новому раскрывают суть рассматриваемого объекта. Методы этой группы хорошо помогают в процессе поиска идей новых товаров или услуг, в ходе совершенствования уже существующих. Они эффективны, когда приходится работать, опираясь на начальную информацию, недостаточную для полностью формализованного анализа.

- *Классификационно-морфологические методы (частично системные)*. Эта группа методов требует значительного объема начальной информации, больших усилий по ее организации в единую систему. Она позволяет охватить все возможные варианты решений. Эти методы трудоемки в использовании, требуют определенной начальной подготовки, но дают часто эффективные результаты, раскрывая весь перечень возможностей и ограничений. К наиболее известному методу этой группы относится метод морфологического анализа. Предпочтительная область его использования – процесс

подготовки к комплексной деятельности. Например, массовая рекламная кампания, широкая продажа товаров. Методы этой группы могут выявлять различные резервы, скрытые затраты, снижение себестоимости и т.д.

- *Алгоритмические методы, основанные на заранее построенных моделях задач и хода их решений* (полностью системные). Суть этих методов состоит в том, что они уже содержат модели проблемных ситуаций и представляют проблему как определенный тип противоречия. Приведение изначально неформализованной ситуации к единой форме позволяет широко пользоваться рекомендациями, основанными на ранее накопленном опыте развития определенных систем.

Приверженцы интуитивных методов отрицают следование стереотипам и отказываются от схематизации мышления. Они указывают на то, что если ставится цель найти творческое решение, то лучше рассчитывать на активизацию подсознательного мышления.

Методы интуитивного поиска решений

I. Метод коллективного творчества.

Среди методов коллективного творчества наиболее известным и широко применимым является метод мозгового штурма, мозговой атаки. Это способ генерирования новых идей путем творческого сотрудничества группы специалистов. Являясь как бы единым мозгом, группа пытается преодолеть трудности, мешающие разрешить рассматриваемые проблемы. В процессе такого штурма участники выдвигают и развивают идеи своих коллег, используют одни идеи для развития других, т.е. может происходить комбинация идей.

Модификации метода могут быть различны:

- *Обычное заседание.* На таком заседании руководитель поочередно спрашивает каждого участвующего о возможных идеях по поставленной проблеме. Участники спонтанно высказываются. Каждая идея заносится в список и нумеруется. Затем этот список вывешивается у всех на виду. Применение данного метода связано со строгим распределением времени на время выдвижения идей и время, их обсуждения. На первом этапе запрещается обсуждать выдвинутые идеи, так как считается, что критические замечания уводят к частностям, прерывают творческий процесс и в целом мешают выдвижению полезных идей. На этой стадии предпочтение отдается количеству, а не качеству выдвигаемых идей. После выдвижения достаточного количества идей участники обсуждают их, дают им экономическую оценку и в конечном счете отбирают наилучшие из

них. Задача руководителя исследовательской группы заключается в активизации творческого мышления участников заседания и обеспечении выдвижения возможного большего числа идей. Участники заседания должны прежде всего концентрировать свое внимание на положительных сторонах решений. Список идей, выдвинутых в результате мозгового штурма, обычно составляет от 20 и более. В связи с этим для определения первоочередных задач рекомендуется:

- вывешивать перечень идей на виду у всех, каждой идеи присваивается свой порядковый номер;

- каждый член группы имеет право на пять голосов, которыми он может распорядиться по своему усмотрению.

Такой подход позволяет каждому члену группы отдать предпочтение тем или иным идеям. Чтобы обеспечить максимальный эффект, мозговой штурм должен подчиняться вышеприведенным правилам. Если процесс выдвижения идей не проходит активно, то целесообразно завершить заседание и перенести его проведение на другой день, такая мера содействует подготовке идей.

- *Метод обратного мозгового штурма.* Во многом напоминает обычный мозговой штурм, но здесь разрешается высказывать критические замечания, т.е. все участники группы выявляют недостатки предлагаемых идей. К проведению таких заседаний необходимо относиться очень ответственно, следить, чтобы участники дискуссий вели себя корректно по отношению друг к другу. Метод обратного мозгового штурма может дать хорошие результаты, если его задействовать в качестве предварительного шага перед использованием других методов стимулирования творческой активности. В ходе дискуссий участники должны найти не только слабые места идей, но и предложить пути их устранения.

- *Проведение заседаний по круговой схеме.* Группа специалистов подразделяется на подгруппы, состоящие из 3–4 человек, каждый из которых записывает на листе бумаге или карточке по 2–3 идеи. Затем в рамках подгруппы происходит обмен карточками, записанные на них идеи развиваются участниками и дополняются новыми. После трехкратного обмена каждая подгруппа составляет сводный перечень выдвинутых идей. Затем собирается вся группа, на рассмотрение которой представляют отчет о проделанной работе в подгруппах. Проведение такого заседания позволяет повысить активность всех участников без словесного побуждения к высказываниям идей со стороны ведущего. Такую форму проведения заседаний

целесообразно использовать при снижении активности участников или когда участников много и они отвлекаются в ожидании своей очереди. Кроме того, она позволяет дорабатывать и совершенствовать представленные идеи.

II. *Метод мысленного группового анализа реальной ситуации.* Может применяться при большом составе группы (около 20 человек), когда вопрос касается всей ситуации (процесса), которая может быть выражена в количественной оценке на основании интуиции или здравого смысла, когда требуется групповое обсуждение или взаимодействие группы. Такой вид анализа имеет следующие этапы проведения:

1. Например, на доске проводят вертикальную ось, разбивают ее на шкалу от 0 до 100 с интервалом 10 единиц. Члены группы количественно оценивают прогнозный уровень рассматриваемого явления, показателя.

2. Каждый член исследовательской группы ставит оценку, в результате получают «диаграмму рассеивания». На ее основе определяют среднюю оценку и проводят горизонтальную линию, исходящую из точки на вертикальной оси, соответствующей этой оценке.

3. Далее проводят стрелки – движущие силы, подталкивающие вверх горизонтальную линию, и стрелки – сдерживающие силы, опускающие горизонтальную линию вниз.

4. Затем, используя вышеописанный метод выдвижения предложений по круговой схеме, члены исследовательской группы должны определить сдерживающие и движущие силы. Все высказанные мнения записываются.

5. Далее определяются приоритеты в отношении сдерживающих сил, которые рассматриваются как проблемы, требующие решения, а также могут быть приняты меры, направленные на усиление движущих сил.

Методы ассоциативного мышления

Использование аналогий называют методом синектики. Синектика представляет собой метод удаления от решаемой проблемы. Стронники данного подхода полагают, что умственная деятельность человека наиболее продуктивна в иной, незнакомой обстановке. Приверженность к привычной обстановке ограничивает возможность появления новых идей. Выделяют следующие виды ассоциаций:

1. *Прямая аналогия.* Так, при конструировании технических устройств аналогами могут служить структуры и системы из живой природы, т.е., наблюдая природные явления и организмы, человек может имитировать их относительно технических устройств.

2. *Метод гирлянд случайностей и ассоциаций.* Толчком для появления полезных идей может стать ассоциация с любым случайным предметом. Данный метод предполагает выполнение следующей последовательности действий:

- 1) определяют синонимы объекта;
- 2) произвольно выбирают случайные предметы;
- 3) образуют комбинации синонимов и случайных предметов;
- 4) составляют перечень признаков для случайных предметов;
- 5) выдвигают идеи путем поочередного присоединения к объекту и его синонимам признаков случайно выбранных предметов.

Необычное сочетание признаков и объекта может наводить на свободные ассоциации и приводить к неожиданным решениям. Например, выбран объект – стул – и найдены его синонимы: кресло, табурет, скамейка. Найдены случайные предметы: электрическая лампочка, решетка, карман. Производят комбинации синонимов и случайных объектов: стул с электрической лампочкой, решетчатая скамейка, кресло с карманами и т.д. Находят перечень признаков для случайных предметов: электрическая лампочка – стеклянная, тепло- и светоизлучающая, с цоколем. Так, присоединяя к предметам признаки случайных предметов, получают стеклянный стул, табурет с цоколем, теплоизолирующее кресло и т.д.

3. *Метод личной аналогии (эмпатия).* Предполагает, что человек мысленно вживается в образ рассматриваемого объекта, т.е. он отождествляет себя с ним и старается проанализировать возникающие ощущения. Это помогает при поиске новых вариантов осуществления функций. Например, при исследовании проблемы безопасности транспорта ставился вопрос: что бы Вы сделали, если бы были автомобилем, который видит приближающееся столкновение? Участники семинара должны были поставить себя на место автомобиля и описать свои действия относительно надвигающейся опасности и возможную реакцию. Ответы звучали так: «стать маленьким», «сжаться», «скорчиться», «нагнуться» и т.д., т.е. была предложена защитная реакция. В результате подобного исследования в автомобилестроении была создана «зона смятия» у автомобиля.

4. *Фантастическая аналогия* предполагает в процессе поиска решений выдвижение нереальных идей. Например, на кондитерской

фабрике возникла проблема, связанная с тем, что при расколке скорлупы орехов разбивались ядра, а для некоторых сортов дорогих конфет требовались целые ядра орехов. Группа анализа собирала самые разнообразные предложения. В частности, один работник предложил: «Необходимо, чтобы кто-то типа маленького человечка забрался бы в орех и затем двумя руками выдавил бы скорлупу изнутри». Безусловно, это было нереальное предложение, но в процессе его развития была выдвинута идея – воткнуть в орех полую иглу и помощью компрессора воздухом сломать изнутри скорлупу.

Метод контрольных вопросов

Данный метод применяется для психологической активизации творческого процесса, заключается в постановке заранее подготовленного списка вопросов к рассматриваемому объекту. Ответы на эти вопросы могут дать необходимые решения. Цель этого метода состоит в подведении исследователей к решению задачи с помощью наводящих вопросов. Он может применяться как в индивидуальной работе, так и при коллективном обсуждении, например, при мозговом штурме. В практике изобретательства получили распространение специальные вопросники. Вопросы в них содержат рекомендации опробовать тот или иной эвристический прием (например, нахождение аналогий, дробление и т.д.) для решения поставленной задачи.

Некоторые вопросники содержат такие вопросы, которые помогают обеспечить определенный алгоритм действий для решения определенных задач. Такой подход способствует направленному поиску решений по определенной программе.

Иногда используют списки контрольных вопросов, относящихся к конкретным задачам рационализации (например, рационализация конструкций, технологии производства деталей и узлов, складов, товарного хозяйства и т.д.).

Практика применения ФСА подтверждает, что метод контрольных вопросов возможно использовать не только на творческом этапе, но и на других стадиях (аналитический, исследовательский этапы). В ходе использования этого метода рекомендуется работать с вопросниками не более 1,5 часов и периодически возвращаться к ним. Так, за рубежом известен вопросник А. Осборна, включающий девять вопросов:

1. Какое новое применение объекту можно найти?
2. На какой другой объект похож данный объект и что можно скопировать?

3. Какие возможны модификации (например, путем вращения, изгиба, изменения функций, формы и т.д.)?

4. Что можно в техническом объекте увеличить (размер, прочность, число элементов и т.д.)?

5. Что можно в техническом объекте уменьшить (уплотнить, сжать, ускорить, сузить, раздробить и т.д.)?

6. Что можно в техническом объекте заменить (элемент, материал и т.д.)?

7. Что можно в объекте сделать наоборот?

8. Что можно в объекте преобразовать (схем, компоновку, порядок работы и т.д.)?

9. Какие новые комбинации элементов объекта возможны?

Достоинство метода контрольных вопросов в том, что он методически прост, универсален и может быть очень эффективным. Его применение состоит из следующих этапов:

1) ставится цель исследования;

2) профессионалы формируют полный список вопросов по выбранной теме;

3) определяются способы и сроки ответов на эти вопросы;

4) собирают и оценивают ответы на эти вопросы.

Число вопросов может достигать 300. Первоначальный список вопросов рекомендуют дополнять и постоянно совершенствовать. Метод контрольных вопросов стимулирует и активизирует поиск проблем и ресурсов для их решения. Организация ответов на контрольные вопросы может быть различной (письменная, устно-письменная, коллективная, индивидуальная, разовая, непрерывная).

Классификационно-морфологические методы

Данную группу методов относят к более системным. Так, *метод морфологического анализа* основан на системном исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) анализируемого объекта. Синтез элементов объекта может охватывать как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли бы быть упущены. Путем комбинирования различных вариантов возможно получение большого количества решений, некоторые из них могут представлять практический интерес. Данный метод предусматривает выполнение следующих этапов:

1) точная формулировка проблемы, подлежащей решению;

2) раскрытие всех важных характеристик объекта (элементов, параметров, от которых зависит решение проблемы);

3) нахождение всех возможных вариантов исполнений по каждой характеристике (функций) путем составления морфологической матрицы;

4) осуществление перебора вариантов, т.е. их комбинирование для определения окончательных решений. Например, варианты могут быть записаны в следующем виде: А1, В2, В1, Г3, Д1 и т.д.) (табл. 6).

Таблица 6

Схема построения морфологической матрицы

Параметры объекта	Варианты исполнения параметров				
А	А1	А2	–	–	–
Б	Б1	Б2	Б3	–	–
В	В1	В2	В3	В4	В5
Г	Г1	Г2	Г3	–	–
Д	Д1	–	–	–	–

5) оценка решений, т.е. определение функциональной ценности решений;

6) выбор наиболее оптимального решения.

С помощью морфологического анализа создаются условия для новых решений. Этот метод представляет собой упорядоченный способ поиска решений и позволяет добиться обзора всех возможных решений данной проблемы. Наряду с достоинствами имеются технические трудности в его применении: высокая трудоемкость в переборе различных вариантов, иногда отсутствие надежного метода оценки эффективности вариантов решений.

Рассмотрим упрощенный пример построения морфологической матрицы автомобиля (табл. 7).

Первый этап – постановка проблемы: как передвигаться, при этом управлять скоростью и направлением, перемещать грузы и людей? Условия перемещения – твердый и сыпучий грунт, вода, любое время года и суток. Объекты перемещения – люди и грузы.

На втором этапе выявляют возможные характеристики, от которых зависит решение проблемы. Например, такими характеристиками являются:

- принцип движения;
- преобразование энергии;
- система управления;
- система ориентации и т.д.

Таблица 7

Пример морфологической матрицы автомобиля

Морфологический признак	Вариант исполнения				
	1	2	3		
Двигатель	Электрический	Ядерный	Химический	–	–
Способ передвижения		Колесный	Гусеничный	Шагающий	Прыгающий
Источник энергии	Жидкое топливо	Твердое топливо	Солнечные батареи	–	–
Блок управления	Автономный	Дистанционный		Комбинированный	–
Система ориентации	На основе естественных сигналов	На основе искусственных сигналов	Ориентация по карте	–	–

На третьем этапе для каждой характеристики составляют список возможных вариантов. На этом этапе определяют все возможные варианты комбинаций. Каждое решение может быть условно записано так, как, скажем, в нашем примере: 1)1; 2)3; 3)3; 4)2; 5)3 и т.д. Безусловно, некоторые из этих вариантов оказываются неприемлемыми и отклоняются.

На следующих этапах варианты оцениваются, сравниваются и выбирается наилучшее решение.

Метод «матрицы открытия». Его суть состоит в построении таблицы, в которой по вертикали и по горизонтали расположены характеристики объекта (табл. 8). Как и морфологическом методе, здесь преследуется цель исследовать все возможные варианты на основе комбинаций, вытекающие из закономерностей строения рассматриваемого объекта. Но если при морфологическом методе все выбранные характеристики относятся непосредственно к объекту, то

метод матриц открытия включает часть характеристик, относящихся к условиям эксплуатации объекта.

Основные этапы при использовании метода «матриц открытия»:

- 1) определение проблемы в общем виде;
- 2) составление перечня характеристик (свойств, элементов, факторов) рассматриваемого объекта;
- 3) размещение выбранных характеристик по столбцам и строкам в таблице;
- 4) выявление возможных комбинаций и их оценка.

Могут возникать следующие варианты комбинаций:

- комбинация лишена смысла;
- повторение уже известного;
- наличие решаемых проблем.

Таблица 8

Пример таблицы для построения «матриц открытия»

Характеристики	Приемы	Материалы	Оборудование	Потребности	Рынки
Приемы					
Материалы					
Оборудование					
Потребности					
Рынки					

Алгоритмические методы поиска решения

Алгоритмические методы базируются на теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). ТРИЗ представляет собой набор методов, объединенных общей теорией. Она помогает в организации мышления изобретателя при поиске идей и изобретений, делает этот поиск более целенаправленным и продуктивным, способствует нахождению идей более высокого изобретательского уровня.

ТРИЗ была разработана Г.С. Альтшуллером в 1950-е гг. На ее базе был создан ряд алгоритмов решения изобретательских задач (АРИЗ). АРИЗ представляет собой ряд последовательных логических шагов, целью которых является выявление и разрешение противоречий, существующих в технической системе и препятствующих ее совершенствованию. Исследование, организованное по системе ТРИЗ, представляется как технология творчества, при которой процесс мышления не хаотичен, а упорядочен и управляем. Центральным звеном упорядоченной

последовательности действий, т.е. алгоритма, является выявление технического противоречия в системе и его устранение. Под техническим противоречием подразумевается ситуация, возникающая в технической системе, когда одному и тому же объекту предъявляются взаимно исключающие технические требования. Процесс решения изобретательских задач разделен на отдельные операции, которые выполняются последовательно и по правилам. Зона поиска противоречий методически сжимается от технической системы к паре конфликтующих элементов, затем к одному элементу, который предстоит изменить, затем к «большой зоне» этого элемента. Также методически ведется определение изменений, которым необходимо подвергнуть выделенную зону. Сначала формируют идеальное решение без учета того, можно ли его применить в реальности, затем переходят к реальному, но очень обобщенному решению и только после этого формулируется конкретное техническое решение. На заключительном этапе алгоритма ход решения подвергается проверке на соответствие между полученным ответом и идеальным решением, реальный ход сравнивают с теоретическим, с целью дальнейшего совершенствования алгоритма решения изобретательской задаче. Для решения задач в ТРИЗ используют ряд инструментов:

1. Таблица устранения технических противоречий, в которой противоречия представляются двумя конфликтующими элементами. Эти элементы выбирают из списка. Для каждого сочетания элементов предлагается несколько приемов устранения противоречий. Всего предусмотрено 40 приемов. Приемы сформулированы и классифицированы на основе статистических исследований изобретений.

2. Стандарты решения задач. Так, сформулированы стандарты проблемных ситуаций. Для разрешения этих ситуаций предлагаются готовые типовые решения.

3. Вепольный (вещественно-полевой) анализ на основе определения и классификации возможных вариантов связей между компонентами технических систем. Для повышения эффективности технических систем их структура должна быть представлена в виде веполя. Веполь – минимально управляемая техническая система, состоящая из двух взаимодействующих объектов и энергии их взаимодействия. Выявлены закономерности и сформулированы принципы их преобразования для решения задач. На основе вепольного анализа были расширены стандарты решения задач.

4. Указатель физических эффектов. Описаны наиболее распространенные для изобретательства физические эффекты и возможности их использования для решения изобретательских задач.

5. Методы развития творческого воображения. Используется ряд приемов и методов, позволяющих преодолеть инертность мышления при решении творческих задач.

В середине 1980-х гг. прошлого столетия системе ТРИЗ начали обучать специалистов предприятий электротехнической отрасли в рамках метода ФСА. На творческом этапе ФСА специалисты рабочей группы должны были найти решения технических проблем, требующих изобретательских решений. Система ТРИЗ была включена в методические материалы по ФСА.

1.2.5. Исследовательский этап

Работа на исследовательском этапе состоит в развитии полезных функций объекта при оптимальном соотношении их значимости для потребителя и затрат на их осуществление, т.е. в выборе наиболее благоприятного для потребителя и производителя варианта решения.

Исследовательский этап является одним из наиболее ответственным этапом ФСА. Он связан с выполнением оценочных процедур по отношению к выбранным вариантам решений на творческом этапе. Выбранный вариант решения должен удовлетворять разнообразным требованиям (заказчика, изготовителя, потребителя), которые могут оказываться в противоречии. В связи с этим приходится обращаться к оптимизации требуемых показателей. Оптимизаций – это процесс нахождения лучшего варианта из множества возможных. Выбранный вариант рекомендуют к внедрению.

Решение задачи выбора оптимального варианта включает следующие этапы:

- 1) составление варианта решения, удовлетворяющего ограничениям при минимуме затрат и сохранении всех функций;
- 2) составление варианта решения, удовлетворяющего ограничениям при максимуме затрат и сохранении всех функций;
- 3) составление ряда вариантов решений, находящихся между экстремальными значениями решений;
- 4) среди полученных вариантов решений выбор такого, который удовлетворяет заданным требованиям.

Признак, по которому судят о превосходстве одного варианта над другим, называется критерием оптимальности. Он может быть представлен в количественном выражении, т.е. используются расчетные (формализованные) методы. Однако часто высокий уровень информационной неопределенности и другие факторы не позволяют исследователям оперировать этими методами оценки, поэтому приходится прибегать к экспертным методам оценки. Если в первом случае превосходство одного варианта над другим выражается в конкретном числовом значении, то во втором случае определяется, что один вариант лучше или хуже другого, но не выясняется, насколько именно. Поэтому часто используют комбинированные методы оценки, которые включают математическую обработку экспертных оценок. К такому методу относится метод экспертных экономических оценок. Так, выделяют частные показатели, которые непосредственно влияют на оцениваемый вид затрат. Они формулируются так, чтобы в одном направлении влияли на оцениваемые показатели, им присваивают коэффициенты весомости на основе экспертных оценок (например, используют метод попарного сравнения). Стоимостные показатели могут определяться и нормироваться на основе статистического анализа данных об экономических показателях известных аналогичных конструкций.

Оценочные процедуры на исследовательском этапе могут проводиться в отношении:

- возможных (прогнозных) затрат на функции по вариантам;
- качества исполнения функций по вариантам (метод оценки качества через показатель функциональности, метод расчета функциональной организованности объекта);
- соотношения качества (значимости функций, показатель функциональности) и затрат по функциям, т.е. производят соотношения значимости и затрат по функциям по различным вариантам решений.

Наиболее распространенным экономическим критерием выбора варианта решения служит критерий минимальных затрат. Однако ввиду ограниченности информации о конструкции, технологии, ожидаемой надежности и других показателях обычные методы определения плановой или проектной себестоимости оказываются неприемлемыми. В частности, на этом этапе могут отсутствовать нормы времени, масса деталей, расход материалов и т.д., поэтому применяют различные методы прогнозирования затрат. Так, метод удельных затрат применяется для оценки технологической

себестоимости по вариантам решений, когда на них составлены эскизы общего вида, по которым можно установить следующие данные: размеры сборочных единиц, примерную массу деталей, вид материала и т.д. Затраты на материалы в этом случае определяются исходя их массы конструкции и стоимости материалов. Затраты на заработную плату рассчитываются исходя из количества условных деталей в конструкции. Для определения количества условных деталей конструкторскими подразделениями могут разрабатываться классификаторы деталей, с помощью которых любая деталь по ее конфигурации, сложности и габаритам приравнивается к некоторому количеству условных деталей. Аналогично по количеству условных деталей определяются затраты на специальную оснастку и на инструмент.

Другим критерием может быть показатель потребительской стоимости (K), являющейся обобщенной характеристикой объекта, учитывающей его полезность и затраты.

$K = \text{Качество (значимость) функций} / \text{затраты на функции} \rightarrow \text{МАХ}$

Совокупность свойств объекта, проявляющихся через функции и делающих его пригодным для удовлетворения общественных потребностей, составляет качество этого объекта. Различают единичные и комплексные показатели качества. Единичные показатели – это отдельные свойства изделия (технические, эстетические, экономические и т.д.). Комплексный показатель представляет совокупность отдельных единичных показателей. Этот показатель качества представляет собой сумму произведения значимости каждой функции (свойства) в данном варианте решения. Чаще всего оценка дается в баллах и получается экспертным путем при сравнении с базовым вариантом решения, например, по следующей шкале:

- «очень хорошо» – 3 балла;
- «хорошо» – 2 балла;
- «удовлетворительно» – 1 балл;
- «неудовлетворительно» – 0 баллов.

Аналогичная шкала используется для оценки степени исполнения функций по каждому варианту решений.

Комплексный показатель качества (функциональность, F) – исполнение функций по вариантам решений – определяется по формуле

$$F(v) = \sum B_i \cdot P_i(v),$$

где B_i – значимость i -го функции (потребительского свойства); $P_i(v)$ – степень исполнения (удовлетворения) i -й функции (свойства) в v -м варианте (табл. 9).

Разновидностью рассмотренного метода может служить метод оценки качества через показатель функциональности объекта в баллах как удовлетворение общественной потребности в данном виде продукта. Понятие функциональности, рассматриваемое по отношению к общественному оптимуму выполнения функций, называется «оптимальная функциональность», которая выражается в определенном количестве баллов (например, 100 или 1000). Далее определяют негативную функциональность на основе качества и технической прогрессивности объекта. По каждому из утраченных показателей назначают штрафные баллы. Например, за снижение уровня качества с высокой категории до первой – 20 баллов, для технически устаревших изделий – 50 баллов, за появление одной рекламации – 1 балл, за отклонение от нормы – 5 баллов. Действительный уровень функциональности определяется как разница между оптимальной и негативной функциональностью.

Таблица 9

Оценка вариантов решений (пример)

Функция	Значимость	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
		Степень исполнения	F	Степень исполнения	F	Степень исполнения	F
F_1							
F_2							
...							
Функциональность							
Затраты							
Эффективность (функциональность / затраты), %							

Баллы назначаются экспертным путем исходя из состава функционально обусловленных характеристик и их роли в формировании качества.

Рассмотренные методы в той или иной мере оценивают исходные характеристики функций, однако не позволяют установить уровень совершенства конструкторско-технологических решений, принятых для их осуществления. Поэтому в дополнение к предыдущим методам рекомендуется давать оценку внутренним характеристикам технических систем. Для этого используют метод расчета функциональной организованности систем. Характеристики объекта должны соответствовать принципам совместимости, актуализации, сосредоточения, гибкости функций и, таким образом, определять его функциональную организованность. Для оценки этой характеристики используется несколько видов коэффициентов, которые рассчитываются на основании анализа функциональной, структурной и совмещенной моделей объекта (табл. 10). Каждый из рассмотренных выше принципов и показателей отражает определенный аспект качества решений и позволяет проследить влияние затрат на их реализацию:

1. Увеличение коэффициента актуализации свидетельствует о ликвидации бесполезных (нейтральных и вредных) функций, а следовательно, и затрат на их осуществление.

2. Рост показателя концентрации свидетельствует, что каждая основная функция будет обеспечиваться меньшим количеством элементов, а значит, может стать дешевле.

3. Сокращение контактных связей звеньев-посредников в коэффициенте совместимости позволит улучшить качество функционирования, уменьшить вероятность сбоев в изделии при эксплуатации, приведет к разумному минимуму внутренних функций изделия, удешевит его, повысит технологичность.

4. Увеличение коэффициента функциональных возможностей (широты) свидетельствует о повышении степени гибкости системы, а следовательно, о расширении возможностей использования, упрощении конструирования и изготовления, уменьшении удельных затрат, приходящихся на одну функцию.

Таблица 10

Частные показатели функциональной организованности объектов

Принцип	Показатель	Расчетная формула
Актуализация функций, элементов и связей	Коэффициент актуализации: – функций; – элементов; – связей	<ul style="list-style-type: none"> • Номинальные необходимые функции / общее количество действующих функций; • Число функциональных элементов / общее количество элементов в изделии; • Количество функциональных связей / общее количество связей в изделии
Сосредоточение функций, элементов, связей	Коэффициент концентрации: – функций; – элементов; – связей	<ul style="list-style-type: none"> • Число основных функций / общее количество действительных функций; • Число вспомогательных функций / общее количество действительных функций • Количество элементов по основным функциям / общее количество элементов; • Количество элементов по вспомогательным функциям / общее количество элементов; • Внешние связи / общее количество связей
Совместимость функций элементов, связей	Коэффициент совместимости: – функций; – элементов; – связей	<ul style="list-style-type: none"> • 1 – (количество функций согласования / общее количество действительных функций); • 1 – (количество элементов-посредников / общее количество элементов); • 1 – (количество связей по согласованию функций / общее количество связей)
Гибкость функций	Коэффициент функциональных возможностей (широты)	Количество потенциальных функций / общее количество действительных функций

Приведенные показатели могут использоваться как единичные для сравнения вариантов, так и в виде комплексного показателя – функциональной организованности, который может определяться с учетом весомости каждого из частных показателей. Когда производятся окончательные оценки вариантов решений, показатель функциональной организованности используют для корректировки комплексного показателя качества.

Результатом проведения ФСА являются варианты решений, в которых необходимо сопоставить совокупные затраты на изделие с какой-либо базой. Этой базой могут служить минимально возможные затраты на изделие. Экономическая эффективность ФСА, которая показывает, какую долю составляет снижение затрат в их минимально возможной величине, можно определить с помощью формулы

$$K_{\text{ФСА}} = (Z_p - Z_m) / Z_m,$$

где $K_{\text{ФСА}}$ – экономическая эффективность ФСА (коэффициент снижения текущих затрат); Z_p – реально сложившиеся совокупные затраты; Z_m – минимально возможные затраты, соответствующие спроектированному изделию.

На исследовательском этапе оцениваются предлагаемые варианты разработанного изделия. Отбираются наиболее приемлемые для производства варианты разработки и усовершенствования изделия (табл. 11). С учетом значимости функций изделия, его составляющих компонентов и уровня затрат, ценообразования, основанного на знании спроса на продукцию, определяют уровень ее рентабельности. Все это служит цели принятия решения о выборе производства конкретного изделия или направлений и масштаба его усовершенствования.

Таблица 11

Возможные решения по вариантам на основе показателя рентабельности (R)

Значимость функций изделия	Затраты на изделие			Варианты управленческих решений
	Низкие	Средние	Высокие	
Высокая	R высокая	R средняя	R низкая	Предпочтительные
Средняя	R высокая	R средняя	R низкая (средняя)	Проблематичные
Низкая	R средняя	R низкая	R низкая	Нежелательные

Критерии, используемые для выбора решений в ходе ФСА, должны отвечать следующим основным требованиям: соответствовать критерию эффективности, иметь количественное выражение, быть пригодным для оценки различных решений, учитывать качественные различия в сравниваемых вариантах, обеспечивать объективность оценки, быть относительно простыми.

Итогом проведения ФСА как важного инструмента управления качеством продукции должно быть снижение затрат на единицу полезного эффекта.

1.2.6. Разработка рекомендаций по внедрению результатов

После того как выбрано решение, информация передается руководству. Исследователи могут изготовить прототип нового объекта (изделия, изменение технологии и т.д.), провести испытания и проверки. Если имели место положительные результаты, то руководству предприятия передается официальное представление. В нем кратко указываются содержание внедряемых мероприятий, данные об исполнителях, сроках (начале и окончании), объемах внедрения, затратах, экономии материалов, сведения о высвобождении численности работающих, размере экономического эффекта и т.д.

Если руководство предприятия дает согласие на внедрение решения, то проводится работа по его внедрению, которая включает следующие этапы: организация, планирование, составление сметы, учет, анализ, проверка и доступ к информации.

Организация

Первый этап – определение объема и содержания работ.

Определение объема работ осуществляется путем их разбивки на отдельные операции. Такая разбивка может быть представлена графически в виде схемы иерархических связей. В этой схеме указывают взаимосвязи всех видов работ (проектно-конструкторских, снабженческих и др.), а также представлено их место в проекте в целом. Каждый шаг в направлении новой детализации образует новые схемы.

Второй этап – определение организационной структуры.

На этом этапе определяются организационные звенья, ответственные за выполнение работ, разрабатывается схема определения работ по организационным уровням. Идея такого распределения сходна с идеей разбивки работ по операциям. Это

может быть схема, представляющая собой «дерево связей», определяющее организационные связи в возрастающей степени детализации. В такой организационной схеме находят отражение только те организационные звенья, которые несут ответственность за выполнение работ.

Третий этап – определение ответственности работ.

Схемы работ по операциям и организационным уровням объединяют и распределяют ответственность организационных звеньев за выполнением работ. Это обеспечивает закрепление каждого вида работ за одним организационным звеном и исключает возможность пропусков, повторений при распределении ответственности.

Планирование

Четвертый этап – составление графика выполнения работ.

Составляется перечень всех работ, определяется их последовательность и взаимозависимость. Обычно для этого используют сетевые графики. Подготавливается ряд графиков – от главной схемы проекта до детальной схемы заданий. На всех уровнях ряда должна сохраняться четкая связь между организационными сведениями и уровнями.

Пятый этап – составление калькуляции.

Подготовка калькуляции, или сметы проекта, связана с оценкой каждого вида ресурса в натуральном и стоимостном выражениях. Смета включает прямые расходы на использование оборудования, материалов, количество человеко-часов и косвенные издержки.

Шестой этап – определение базовых характеристик выполнения работ.

На этом этапе объединяют элементы календарного плана и сметы работ, определяют базовые характеристики для оценки выполнения заданий. В ходе определения базовых характеристик выполнения работ используют первичные данные о выполнении сметы и календарного плана. Эти характеристики являются основой всех последующих сравнений. Оценка отчетных периодов за весь срок осуществления работ позволит найти отклонения по выполнению календарного плана и достижению установленных характеристик, а также наглядно оценить степень выполнения работ путем построения графиков.

Седьмой этап – проверка и утверждение.

На этом этапе осуществляется проверка схемы разбивки работ на отдельные операции, распределения ответственности, внутренних

связей, графиков работ, калькуляций, смет, установленных характеристик в свете общих целей проекта. В случае необходимости для достижения оптимальных результатов в планы могут вноситься изменения. Проверка должна обеспечить сочетаемость всех внутренних смет и их соответствие общей стоимости проекта. Кроме того, в ходе составления сметы желательно предусмотреть резерв на случай непредвиденных обстоятельств.

Когда качество и степень готовности становятся удовлетворительными, документы должны быть одобрены и подписаны руководителем.

Учет

Восьмой этап – учет действительных издержек.

В отчетном периоде учет действительных расходов должен вестись по видам и комплексам работ, а также по организационным звеньям в соответствии с выполняемой работой.

Девятый этап – оценка результатов деятельности.

В отчетном периоде параллельно с учетом издержек дается оценка фактического объема выполненных работ. Расчет производится по формулам:

$$\begin{aligned} & \text{Сумма стоимостей комплексов работ / общая сметная стоимость} = \\ & \text{= процент завершения работ;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Процент завершения вида работ} \cdot \text{сметная стоимость} = \\ & \text{= «заработанная» стоимость} \end{aligned}$$

Десятый этап – сравнение плановой стоимости и «заработанной» стоимости и действительных расходов.

Плановое выполнение работ определяется по установленным характеристикам, определенных на шестом этапе. В результате получаем сметную стоимость планируемых работ (ССПР).

Действительное физическое выполнение работ определяется на этапе № 9. На основе этой величины определяется «заработанная» стоимость, или сметная стоимость выполненных работ (ССВР).

Действительные расходы, связанные с выполнением работ, выполняются на этапе № 8. Полученная величина называется действительной стоимостью выполненных работ (ДСВР).

Эти три величины, подсчитанные в каждом отчетном периоде, обеспечивают весьма точное отображение хода работ по сравнению со сметой и календарным планом по каждому виду работ.

Разница между сметной стоимостью выполненных работ и сметной стоимостью планируемых работ дает отклонение от календарного плана (ССВР – ССПР).

Разница между сметной стоимостью выполненных работ и действительной стоимостью выполненных работ показывает отклонение в издержках (ССВР – ДСВР).

Сметные, действительные и «заработанные» стоимости могут быть визуально представлены в виде кривых линий на графике на любом уровне проекта и в конечном счете для проекта в целом. Увеличение степени их отклонения друг от друга должно вызывать беспокойство у руководства проекта.

Проверка и доступ к информации

Одиннадцатый этап – отчет и наблюдение.

Описанные аналитические приемы позволяют определять возможные области возникновения конкретных проблем в ходе реализации проекта. Следующий шаг заключается в поиске причин отклонений от плана и разработке корректирующих мер. Одним из подходов может быть определение порогов и границ допустимого отклонения. Пока отклонение от графика работ и сметы не превышает порогов, не требуется принятия никаких корректирующих мер. Однако, если граница допустимого отклонения нарушена, то следует начать подробное изучение возможных причин. Для предотвращения дальнейших отклонений и возвращения к первоначальному плану разрабатывается программа корректирующих воздействий.

Устанавливаются особые правила контроля за изменениями в осуществлении проекта, они требуют максимального доступа к первичным данным и документации проекта, поскольку необходимо быстро реагировать на изменения в контрактах путем внесения соответствующих отметок об их влиянии на сметы, календарные графики работ и в организационную структуру. Различия между текущими и первоначальными сметами должны быть согласованы с санкционированными изменениями проекта, пересмотром планов для достижения эффективного контроля. Объем работ, календарный план и смета не могут изменяться независимо друг от друга.

Немаловажным элементом внедрения нового объекта является стимулирование изготовителей. Размер поощрительной надбавки должен определяться в зависимости от экономического эффекта. После внедрения решения в производство необходимо оценить полученные результаты, сопоставить их с предварительными данными, оформить отчет о выполнении работ.

Контрольные вопросы и тестовые задания для самостоятельной работы

1. Понятие ФСА.
2. Цель, задачи и результаты ФСА.
3. Функциональный подход.
4. Принципы ФСА.
5. Этапы ФСА.
6. История возникновения ФСА.
7. Условия применения ФСА.
8. Выбор объектов и определение цели ФСА.
9. Состав информации об объекте.
10. Рыночная информация об объекте.
11. Правила формулировки функций.
12. Классификация функций.
13. Методы структурного и функционального описания объектов.
14. Определение функциональных затрат.
15. Анализ функций.
16. Методы оценки затрат на функции.
17. Методы оценки значимости функций.
18. Сопоставление значимости и затрат по функциям.
19. Особенности работы на творческом этапе.
20. Классификация методов поиска решений.
21. Системные методы поиска решений.
22. Методы ассоциативного мышления.
23. Метод контрольных вопросов.
24. Алгоритмические методы поиска решений.
25. Выбор варианта решений, критерии оценки.
26. Оценка качества исполнения функций через показатель функциональности.
27. Оценка функциональной организованности объекта.
28. Рекомендательный этап ФСА.

1. При обратном мозговом штурме разрешается критиковать идеи?
 - 1) да;
 - 2) нет;
 - 3) на заключительном этапе формирования идей.

2. Какая будет последовательность формулировок функций?
 - 1) вначале формулируют функции объекта, потом его составляющих;
 - 2) вначале формулируют внутренние функции, потом внешние;
 - 3) последовательность в формулирования функций не соблюдается.

3. К какому анализу относится метод Майлса?
 - 1) к поэлементному анализу;
 - 2) к инженерно-стоимостному анализу;
 - 3) к функциональному анализу.

4. Какой этап жизненного цикла изделия характеризуется самыми высокими резервами снижения затрат?
 - 1) НИОКР;
 - 2) производство;
 - 3) эксплуатация.

5. Что относится к принципам ФСА?
 - 1) обеспеченность информацией;
 - 2) системность анализа;
 - 3) исследовательский подход.

6. При выполнении ФСА существующий способ функционирования объекта является:
 - 1) единственно возможным;
 - 2) одним из множества возможных;
 - 3) в зависимости от объекта ФСА.

7. Что изучает и совершенствует метод ФСА?
 - 1) функции изделий;
 - 2) материальную структуру изделий;
 - 3) стоимость изделий.

8. Какой из вариантов будет первоочередным для проведения ФСА?
- 1) прибыльные изделия, выпускаемые в больших объемах;
 - 2) малоприбыльные изделия, выпускаемые в небольших объемах;
 - 3) малоприбыльные изделия, выпускаемые в больших объемах.
9. Что является целью ФСА?
- 1) максимизация потребительной стоимости;
 - 2) получение прибыли;
 - 3) увеличение доли выпускаемых товаров на рынке.
10. Какое положение относится к функциональному подходу?
- 1) потребители нуждаются в новых объектах;
 - 2) у любого объекта может быть ограниченное количество функций;
 - 3) функции любого объекта можно улучшить.
11. Какую цель будет иметь ФСА в сфере применения?
- 1) приспособление функций к потребителю;
 - 2) поиск оптимальных технических решений;
 - 3) устранение излишних затрат на функции изделия.
12. Какие изделия имеют высокий потенциал снижения издержек?
- 1) сложные изделия;
 - 2) технические изделия;
 - 3) изделия, выпускаемые малыми сериями.
13. Как определяется значимость функций?
- 1) от вышестоящих к нижестоящим функциям;
 - 2) от нижестоящих к вышестоящим функциям;
 - 3) не зависит от уровней функций.
14. Чем характеризуется метод пропорций между затратами на функции?
- 1) основные функции должны характеризоваться большими затратами;
 - 2) вспомогательные функции должны характеризоваться большими затратами;
 - 3) затраты на все функции должны быть равнозначными.

15. Что позволяют установить минимально возможные затраты на объект?

- 1) экономические ориентиры;
- 2) себестоимость объекта;
- 3) эффективность анализа.

16. Для чего необходимо построение функционально-стоимостной матрицы?

- 1) для определения материальных носителей изделия;
- 2) для определения функциональных затрат;
- 3) для определения состава функций.

17. Какой метод позволяет выявить функции на основе повторяющихся вопросов?

- 1) FAST;
- 2) ABC-анализ;
- 3) экспертный анализ.

18. Каким может быть логическое и графическое описание объекта при ФСА?

- 1) функциональным;
- 2) структурным;
- 3) функциональным и структурным.

19. Какие функции выделяют в зависимости от роли в рабочем процессе?

- 1) полезные и бесполезные;
- 2) основные и вспомогательные;
- 3) номинальные и действительные.

20. Какие объекты будут рационализированы в первую очередь?

- 1) объекты высокой стоимости;
- 2) объекты высокого качества;
- 3) объекты высокой рентабельности.

21. Выполнение какой функции обеспечивает основная функция?

- 1) полезной функции;
- 2) главной и второстепенной функций;
- 3) внутренних функций.

22. Какая процедура осуществляется на информационном этапе?
- 1) собирается информация о вариантах исполнения функций изделия;
 - 2) собирается информация о внедрении изделия в производство;
 - 3) собирается информация о потребностях на изделие.
23. В каком случае решение будет нежелательным?
- 1) значимость функции средняя, затраты средние;
 - 2) значимость функции низкая, затраты низкие;
 - 3) значимость функции высокая, затраты высокие.
24. Когда может быть применен метод попарного сравнения?
- 1) при определении затрат;
 - 2) при определении значимости;
 - 3) при определении состава функций.
25. Могут ли минимальные затраты служить критерием оптимальности вариантов?
- 1) не могут;
 - 2) всегда служат;
 - 3) зависит от целей анализа.
26. Морфологический анализ является системным методом?
- 1) является;
 - 2) не является;
 - 3) является частично системным.
27. Для чего используется метод мозгового штурма?
- 1) для генерирования новых идей исполнения функций;
 - 2) для поиска неблагоприятных функций;
 - 3) для определения значимости функций.
28. Какой метод используется для определения значимости функций?
- 1) метод интервью;
 - 2) морфологический анализ;
 - 3) расчет функциональности.
29. По какой схеме составлен вопрос: в каких направлениях может измениться качество данного изделия в последующие годы?
- 1) по открытой схеме;

- 2) по закрытой схеме;
- 3) по сложной схеме.

30. Какой будет порядок ФСА при проектировании новых изделий?

- 1) от структурного к функциональному;
- 2) от функционального к структурному;
- 3) от стоимостного к структурному и функциональному.

31. Какой принцип требуется выполнять при формулировке функций?

- 1) функциональности;
- 2) универсальности;
- 3) точности.

32. Какие функции различают среди внутренних функций?

- 1) основные и второстепенные;
- 2) главные и второстепенные;
- 3) основные и вспомогательные.

ГЛАВА 2. МЕТОД РАЗВЕРТЫВАНИЯ ФУНКЦИЙ КАЧЕСТВА

2.1. Основная идея и примеры применения

Как мы увидели, методическое обеспечение ФСА включает набор разнообразных методов, позволяющих анализировать функции, выявлять зоны сосредоточения затрат, ставить и решать задачи повышения потребительной стоимости, т.е. конкурентоспособности объекта. Метод развертывания функций качества (РФК) направлен на решение той же задачи – повышение конкурентоспособности. Он дает средства преобразования общих требований потребителя в установленные характеристики конечной продукции и управления процессом. Таким образом, РФК является средством обеспечения взаимодействия между потребителем и службами организации, действующими на различных этапах жизненного цикла продукции: изучение рынка, проектирование, закупки, производство.

Главная идея РФК – перевод оценок качества продукции с позиции потребителя в ее технические характеристики. Однако сделать это можно при помощи методов формулирования функций, разработанных в ФСА.

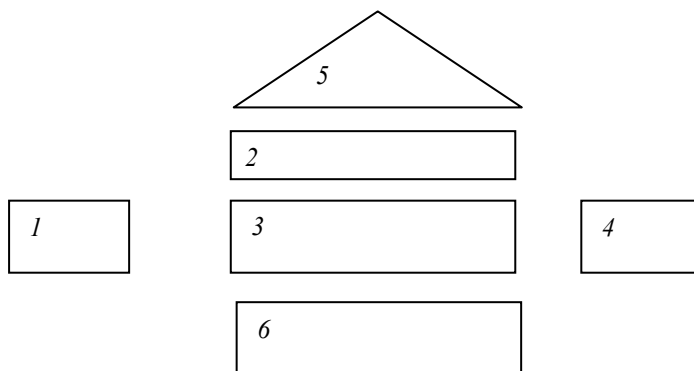


Рис. 7. Структура «дома качества» (фаза № 1)

Развертывание (структурирование) функции качества (Quality Function Deployment, QFD) является гибким методом принятия решений и помогает организации сосредоточить внимание на важнейших характеристиках новой или существующей продукции или услуг с точки зрения отдельного клиента, сегмента рынка, компании или технологии развития.

Результатами применения методики являются понятные схемы и матрицы, которые могут быть повторно использованы для будущих товаров либо услуг. Развертывание функции качества осуществляется с использованием матричной диаграммы, названной в соответствии со своей формой «дом качества» (House of Quality, HoQ). Центральная часть дома 3 – это таблица, столбцы которой соответствуют техническим характеристикам 2, а строки – требованиям потребителя 1 (рис. 7). В клетках отмечается уровень зависимости, если она есть. Крышу дома 5 представляют сведения о корреляции между техническими характеристиками. Левая комната 1 включает столбец важности требований для потребителя. Правая комната 4 – оценку выполнения требований (с точки зрения потребителя) для существующей на рынке подобной продукции. Подвал дома 6 содержит результаты анализа технических характеристик конкурирующей продукции, целевые значения технических характеристик продукции, оценки абсолютной и относительной важности характеристик.

Рассмотрим в качестве примера такой продукт, как стиральный порошок. С позиции ФСА главная функция стирального порошка – удалять загрязнения с белья. С качеством реализации этой функции связаны, например, такие характеристики, как диапазон тканей, для которых может быть использован данный порошок, время удаления загрязнения (при заданном режиме стирки), удельный расход порошка и т.д. Кроме того, в ФСА возможно формулирование вредных функций. Так, стиральный порошок может: разрушать ткань, изменять ее цвет, разрушать детали стиральной машины, загрязнять окружающую среду, оказывать при контакте вредное воздействие на человека. Для этих функций также можно указать конкретные технические характеристики, влияющие на их выполнение.

Технические характеристики могут изменяться в широких пределах. Соответственно, будет изменяться степень реализации перечисленных функций, а значит, и качество продукции. Что желает получить потребитель, выбирая стиральный порошок? Естественно, он хотел бы, чтобы стиральный порошок отстирывал любое белье как можно лучше, быстро и при минимальном расходе, не портил белье, был безвреден во всех отношениях и стоил бы как можно меньше. Понятно также, что добиться наилучших характеристик, т.е. идеального качества, невозможно. Тем не менее для того, чтобы потребитель предпочел нашу продукцию продукции конкурентов, необходимо постоянно ее совершенствовать. Необходимо понимать,

какие характеристики стирального порошка требуется изменить и на какую величину, а также в какую цену при этом необходимо уложиться.

Для решения этих задачи необходимо установить зависимость между уровнем качества продукции и значениями ее характеристик. Кроме того, необходимо установить зависимость между уровнем качества и конкурентоспособной ценой. Если мы умеем решать эти две задачи, то можем получить много крайне важной информации:

1) какие на данном этапе характеристики продукции наиболее выгодно совершенствовать?

2) насколько необходимо изменить эти характеристики, чтобы получить конкурентное преимущество?

3) какая при этом будет конкурентоспособная цена продукции?

Получив эту информацию, можно поставить конкретные задачи перед специалистами. Правильно же поставленные задачи во многом определяют успех дела.

Главные идеи ФСА и РФК могут содержать некоторое ноу-хау, позволяющее математически моделировать влияние характеристик продукции на ее качество. Применение этих подходов в практике может давать высокие результаты.

Так, в период активного роста вторичного рынка недвижимости риэлторские фирмы в Москве работали, в основном используя телефон. Тогда диспетчеры, а их на некоторых фирмах работало несколько десятков, с телефона вносили в базу данных предложения о продаже квартир. Желательно было быстро выявлять выгодные предложения и первыми их реализовывать, так как продавец звонил во все фирмы подряд и выгодные предложения реализовывались за один день. Квалификация диспетчера не позволяла ему оценивать предложения продавцов, а специалисты фирмы просто физически не могли справляться с таким потоком информации. Поэтому принцип работы был простой: заявка продавца лежала в базе данных и пассивно ждала запроса от покупателя.

Тогда на основе метода ФСА была создана программа, которая по основным характеристикам квартиры определяла ее конкурентоспособную цену. Она оценивала все предложения, вводимые диспетчерами, и, если цена, заявляемая продавцом, была ниже рыночной, информация о таком предложении появлялась на дисплее эксперта. Такая программа как раз демонстрирует возможности ФСА.

Используемая в программе модель рынка недвижимости имела и другое полезное применение. С ее помощью можно было прогнозировать динамику роста цен на квартиры в различных категориях домов (тогда цены росли). Активная деятельность фирм на рынке недвижимости, например, по расселению «коммуналок», а также другие процессы, вносили неравномерность в изменение цен. Были периоды, когда что-то рынком переоценивалось, а что-то недооценивалось. Увидеть это стало возможным с помощью программы. Кроме того, наглядно стали видны причины, вызывающие такие перекосы. Далее, учитывая обычные законы рынка, можно было прогнозировать изменения в динамике цен. Это давало возможность, наряду с обычной риэлторской деятельностью, заниматься инвестициями в недвижимость и получать дополнительные прибыли.

Возможность количественной оценки качества и определения соответствующей этому качеству конкурентоспособной цены может быть использована в самых различных сферах бизнеса (например, для эффективного менеджмента), поскольку с ее помощью можно успешно оценивать эффективность бизнес-процессов и затрат, расходуемых на их выполнение.

2.2. Основные понятия и принципы

Развертывание функций качества (QFD) впервые было предложено инженером Mitsubishi, членом японской ассоциации инженеров (JUSE) Yoshi Akaо, в верфи Кобэ в Японии.

Этапы развития метода QFD:

- 1950–60-е гг. – первые попытки в японской судостроительной промышленности.
- 1961–1966 гг. – разработка концепции метода (Yoshi Akaо, JUSE).
- 1969 г. – переработка концепции (компания Matsushita).
- 1972 г. – начало применения в компаниях Toyota и Mitsubishi.
- 1974 г. – широкое применение метода в компании Mitsubishi.
- 1976 г. – применение метода компанией Toyota для снижения затрат на пуск производства нового типа маленького грузовика.
- 1978 г. – метод становится общеизвестным с опубликованием книги «Quality Function Deployment» (Mitsubishi).
- 1980 г. – широкое применение в строительной компании Kayaba.

- 1982 г. – введение QFD в США Американским институтом поставщиков.

- 1985 г. – широкое применение в компании Ford на основе разработок Американского института поставщиков (ASI).

- С 1987 г. – широкое применение в мире, в том числе в Западной Европе. Первоначально апробация методологии QFD была проведена на судостроительных верфях японской фирмы «Мицубиси» (Mitsubishi). Благодаря грандиозному успеху метод очень быстро распространился по всей Японии. Впоследствии он получил широкое применение в автомобильной корпорации «Тойота» (Toyota). А через 10 лет завоевал и Соединенные Штаты Америки, позиционируя себя для стратегического маркетинга как революционный, так как до него организации в основном концентрировали все свои усилия на удовлетворении технических требований к продукции, совсем забывая о запросах потребителя.

Сегодня методология QFD используется как на Востоке, так и на Западе. Там, где маркетинг продемонстрировал свои возможности и межфункциональная команда использует QFD, «динамичность» изделия становится действительностью. Применение QFD в разы сокращает цикл разработки изделия и принятия его рынком.

Цели и принципы QFD. Цель QFD – обеспечение такого качества создаваемой продукции на каждом этапе жизненного цикла, которое бы гарантировало получение конечного результата, соответствующего требованиям и ожиданиям потребителя.

Принципы QFD:

1. *Ориентация на потребителя.* На начальных этапах любого проектирования принимается множество решений, оказывающих большое влияние на появляющиеся в итоге продукцию или услуги. Ошибка на этом этапе жизненного цикла продукции – ставка, сделанная на неправильную концепцию, – приводит к астрономическим потерям денег и времени на выходе бизнес-процесса, ориентированного на потребителя, так как не будет понята им. Одним из главнейших достоинств методологии QFD является то, что эту ориентацию на потребителя она проносит через все (а не только и не столько через самые ранние) стадии жизненного цикла продукции. Даже после попадания такой продукции на рынок ее изначально правильная направленность продолжает экономить деньги производителю за счет сокращения числа нужных доработок (или отдаления их во времени), неизбежно появляющихся при столкновении продукции и потребителя. Для оценки требований и

удовлетворенности потребителей в системах менеджмента качества широко используется модель качества Н. Кано (рис. 8).

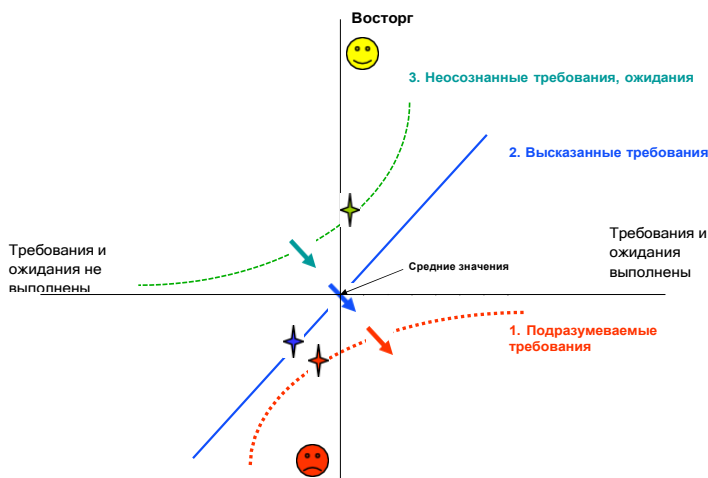


Рис. 8. Модель удовлетворенности потребителя (модель Кано)

В модели Н. Кано оценивается три группы требований и ожиданий потребителя:

- подразумеваемые (требования по безопасности, санитарно-гигиенические, выполнение основной функции и т.п.);
- высказанные, сформулированные требования и ожидания (обычно указаны в контракте/договоре), выполнение функций и т.п.;
- неосознанные требования и ожидания (невысказанные требования и ожидания, реализация которых приводит к положительной оценке, восторгу и ажиотажному спросу на продукцию).

2. *Межфункциональный подход.* Поскольку QFD, как и все остальные японские методы, предполагает командную работу, то его, скорее, следует рассматривать как подход, а не как технический прием или инструмент. Основной эффект от использования QFD напрямую зависит от четкой, хорошо спланированной и организованной работы команды.

3. *Постоянные улучшения.* Воплощенная один раз методология QFD уже настраивает весь бизнес-процесс организации так, что проектировщики продукции получают информацию об изменившихся

требованиях потребителей (а значит, и о необходимости дальнейшего совершенствования продукции) ранее, чем сам потребитель успевает осознать необходимость такого совершенствования.

Международная практика применения QFD. Несмотря на существующие трудности, QFD уже давно и с успехом используется различными компаниями в Японии и США, а в последнее время широко внедряется и в Европе. Можно с уверенностью сказать, что использование методов QFD позволило таким компаниям, как Rank Xerox, Ford и Digital добиться впечатляющих результатов. Поэтому современная практика рассматривает QFD как неотъемлемый инструмент синхронного инжиниринга, позволяющий использовать потенциал многофункциональных рабочих групп в целях эффективного управления процессом создания новой продукции.

В наше время существует множество различных версий QFD. К примеру, Motorola в процессе создания новой продукции предпочитает использовать исключительно нечетное количество «домов качества», а американской корпорацией Florida Power and Light разработана и используется расширенная версия QFD, названная tables of tables (таблица таблиц).

Отрасли, где распространено применение QFD:

- автомобилестроение, машино- и приборостроение;
- производство бумаги;
- строительная индустрия;
- электротехническая индустрия;
- туристическая отрасль;
- страхование;
- здравоохранение.

В настоящее время возможно и рекомендуется использование метода в общественном управлении и оказании государственных услуг всех видов, а также для всех производственных предприятий и организаций, оказывающих услуги.

Достоинства и недостатки метода QFD. Исходя из опыта компаний, можно сделать вывод, что планомерное и своевременное внедрение в деятельность организации QFD позволяет получать неоценимую пользу из работы многофункциональных групп, состоящих из представителей всех служб и отделов, вовлеченных, участвующих или заинтересованных в разработке нового товара. Причем предпочтительнее создание небольших групп, состоящих из шести–восьми специалистов с одинаковым статусом. Опыт

свидетельствует о крайней важности командного участия в обсуждении решаемых задач (обычно при планировании проекта много времени отводится на проведение совещаний и собраний). При формировании первых для организации проектов, основанных на идеологии QFD, требуется тщательный, более того, осторожный подход. С той же тщательностью и осторожностью необходимо подходить и к формированию многофункциональных коллективов. При умелом применении QFD степень экономии ресурсов и, в первую очередь временных, может находиться в диапазоне от одной второй до одной трети. Подобные результаты возможны только в компаниях, давно и успешно практикующих QFD.

Основные *достоинства* использования QFD:

1) позволяет наиболее эффективным способом идентифицировать ожидания потребителей, выделять среди них ключевые (с точки зрения достижения успеха организации) требования и воплощать их в продукцию;

2) обеспечивает гарантии того, что потребители примут и воспользуются новой (модернизируемой) продукцией еще до того, как она будет произведена и поставлена на рынок;

3) резко сокращает время цикла «исследование рынка – проектирование – производство – сбыт»;

4) снижает затраты на выпуск опытной партии продукции (на 20–40 %), а затраты на предварительную разработку продукции – более чем в 5 раз;

5) обеспечивает увеличение рыночной доли благодаря более раннему появлению на рынке продукции с более высоким уровнем качества;

6) более четко определяет процессы самой организации, нуждающиеся к тому же в меньшей переделке, начиная с того времени, как продукция будет запущена в производство;

7) предоставляет возможность оптимально распределять, а значит, наиболее эффективно использовать ограниченные ресурсы организации для обеспечения как тактических, так и стратегических целей;

8) прививает специалистам современный стиль работы и заставляет их работать не «на отдел», а «на проект». Этому способствует графический способ представления основной

информации, делающий ее понятной для представителей всех отделов организации.

В процессе внедрения QFD следует помнить, что возникающие трудности приносят лишь пользу, заставляя осознать и понять важность тех аспектов процесса, которым при использовании традиционных технологий не уделялось должного внимания. Это способствует быстрейшему и эффективному разрешению возникающих вопросов, а также созданию благоприятных условий для успешной реализации программ разработки новой рыночной продукции и услуг.

Как показывает практика, процесс внедрения QFD чаще всего сопряжен с возникновением следующих трудностей:

- недостаточной коммуникативностью потребителей;
- сложностью и громоздкостью ручных вычислений и анализа;
- сложностью получения количественного значения целей улучшения технических характеристик или параметров;
- вынужденными изменениями в проектируемой продукции, возникающими вследствие непродуманных целей;
- нестандартностью заказов;
- недостаточным вниманием к деталям.

Квалиметрические аспекты QFD. При проведении QFD используется большое количество экспертиз и привлекаются различные эксперты. Такая серьезная экспертная работа требует методического подхода с использованием знаний квалиметрии.

В практике научных исследований получили распространение шкалы нескольких типов: абсолютная шкала, шкала отношений, шкала интервалов, шкала порядка и шкала наименований.

В QFD для расчетов используются шкала отношений (результаты – в «подвале» 6, правая комната 4 (см. рис. 7)) и шкала порядка (важность – в комнате 1; вес и ранги – комната 3, «крыша» 5 (см. рис. 7)).

Шкала отношений является количественной, сильной шкалой, ее показания можно подвергать определенным математическим преобразованиям.

При количестве экспертов около 30 достаточно ограничиться оценками в шкале порядка и лишь для двух объектов, получивших самый высокий и самый низкий средний порядковый балл, сделать

оценку в сильной шкале. Этих калибровочных величин будет достаточно для перехода от средних значений в шкале порядка к средним значениям в шкале отношений.

2.3. Последовательность QFD и источники информации

Фазы (процессы) QFD. В развернутом виде QFD включает четыре фазы, и на каждой из них строится свой «дом качества». После преобразования потребительских характеристик в технические, последние изменяются в характеристики компонентов, далее – в характеристики процессов, а затем – в характеристики операций (рис. 9, 10).

Развертывание функции качества проходит через четыре фазы (процесса) проведения QFD:

- Фаза (процесс) № 1 – идентифицировать цели по качеству. Проектировать и развивать изделие (QFD первого уровня). Перевод пожеланий потребителя в технические характеристики изделия. Основной вопрос: чего хотят потребители и что мы будем по этому поводу предпринимать?

На этом этапе требования и пожелания потребителя с помощью матричной диаграммы трансформируются в характеристики продукции. Конечным результатом первой фазы должна быть идентификация важнейших характеристик продукции, соответствующих ожиданиям потребителя и обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке. Эти характеристики должны быть трансформированы в следующей фазе QFD в проект продукции с помощью другой матричной диаграммы, представляющей собой также «дом качества».

- Фаза (процесс) № 2 – проектировать и развивать компоненты (QFD второго уровня). Перевод технических характеристик изделия в технические характеристики компонентов. Основной вопрос: что мы будем делать, чтобы это продавалось и соответствовало техническим характеристикам изделия?

Проектирование продукции предусматривает идентификацию наиболее критичных узлов и компонентов создаваемой продукции, которые обеспечивают воплощение характеристик, выявленных в результате выполнения первой фазы, в проект продукции. Фаза заканчивается выбором того проекта, который в наибольшей степени отвечает ожидаемым ценностям продукции для потребителя. При

этом для узлов и компонентов продукции, которые наиболее критичны к требованиям рынка, принятый проект должен обязательно предусматривать возможные пути улучшения их характеристик и дальнейшего проведения соответствующих работ, обеспечивающих оперативную корректировку характеристик продукции в зависимости от реакции рынка на ее появление.

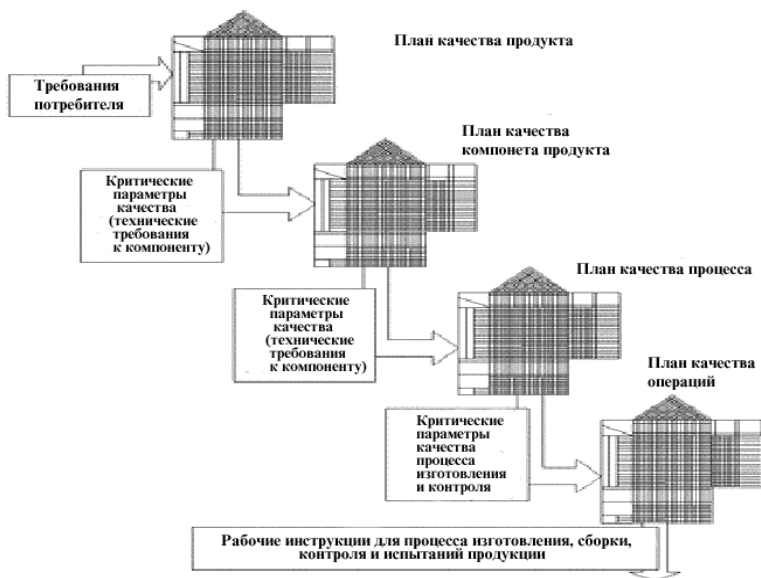


Рис. 9. Система «домов качества»

- Фаза (процесс) № 3 – проектировать и развивать производственный процесс (QFD третьего уровня). Перевод технических характеристик компонентов в параметры процесса. Основной вопрос: как мы будем изготавливать важнейшие компоненты изделия?

Проектирование процесса предусматривает трансформацию характеристик спроектированной продукции в конкретные технологические операции, обеспечивающие получение продукции с заданными свойствами. Эта фаза QFD предполагает идентификацию критичных параметров каждой операции и выбор методов их контроля. На этапе разработки технологического процесса изготовления продукции обязательно должна быть создана система контроля технологического процесса и предусмотрены пути

дальнейшего улучшения процесса в соответствии с реакцией рынка на готовую продукцию.

- Фаза (процесс) № 4 – обеспечивать качество производства (QFD четвертого уровня). Перевод параметров процесса в управляемый способ осуществления производственных операций. Основной вопрос: что мы собираемся контролировать и как планируем управлять производственными операциями, чтобы выполнить все пожелания потребителей?

Фаза предусматривает разработку производственных инструкций и выбор инструмента контроля, с тем чтобы каждый оператор имел четкое представление о том, что и как должно контролироваться в ходе выполнения процесса. При этом инструкции должны предусматривать возможность совершенствования работы оператора в зависимости от того, сколько замеров должно производиться и как часто они должны делаться, какие измерительные инструменты должны при этом применяться.

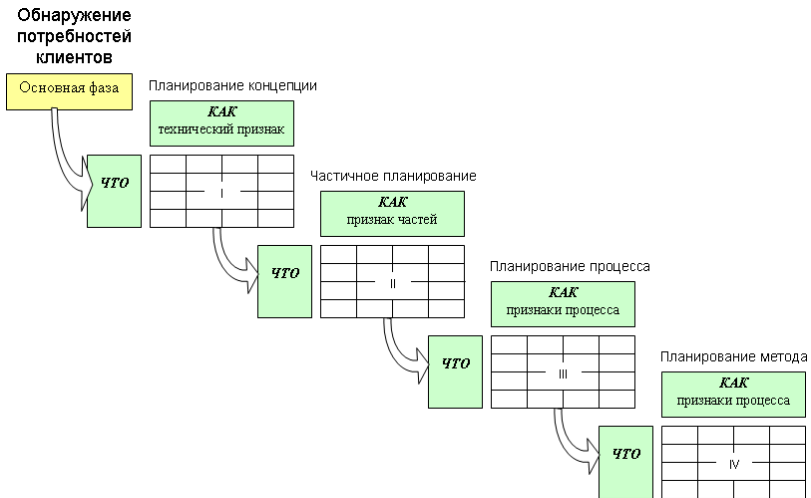


Рис. 10. Схема развертывания функций качества

После завершения каждой фазы рекомендуется проводить FMEA-анализ для наиболее важных компонентов конструкции, технологических процессов, операций. Мероприятия в рамках планирования качества APQP, проведенные по результатам FMEA-

анализа, снижают риски потребителя и повышают качество продукции.

Маркетинговые исследования как источник информации.

Исходными данными для QFD являются результаты маркетинговых исследований, определяющие, что хочет пользователь, насколько важны те или иные свойства, соответствие требованиям и ожиданиям, а также как решают подобные проблемы другие производители. Для выявления требований клиента (голос потребителя, VOC) используются различные виды анкетирования и исследований, а также метод VOCT (таблица голоса потребителя). Далее каждой продукции, включая свою текущую, конкурентов, свою перспективную, по каждому требованию присваивается рейтинг удовлетворенности потребителем.

Рейтинг для перспективной продукции выбирается из следующих соотношений:

– если требование имеет высокую важность и в текущей продукции оно ниже, чем в конкурирующей, необходимо поставить цель добиться уровня лидирующей на рынке продукции;

– если требование имеет высокую важность и текущая продукция – лидер на рынке в этом отношении, то по крайней мере сохранить уровень;

– если требование имеет низкую важность, возможно сохранение или даже уменьшение текущего уровня.

Использование бенчмаркинга для получения информации.

Бенчмаркинг – это процесс нахождения и изучения лучших из известных методов ведения бизнеса. Целью бенчмаркинга является нахождение бизнеса, у которого дела идут лучше, чем у вас. Однако этого недостаточно: после нахождения лучшего способа управления и ведения дел по-прежнему необходимо найти ответ на вопрос: как сделать это лучше?

Впервые этот метод был разработан в 1972 г. для оценки эффективности бизнеса Институтом стратегического планирования в Кембридже (США). Применение бенчмаркинга заключается в четырех последовательных действиях:

- 1) понимание деталей собственных бизнес-процессов;
- 2) анализ бизнес-процессов других компаний;
- 3) сравнение результатов своих процессов с результатами

анализируемых компаний;

4) внедрение необходимых изменений для сокращения отрыва.

Бенчмаркинг не может быть одноразовым анализом. Для получения должной эффективности от применения этого процесса необходимо сделать его интегральной частью процесса инноваций и усовершенствований в вашем бизнесе.

Фактически бенчмаркинг – это альтернативный метод стратегического планирования, в котором задания определяются не от достигнутого, а на основе анализа показателей конкурентов. Данная технология объединяет в одну систему разработку стратегии, отраслевой анализ и анализ конкурентов.

В последние годы бенчмаркинг входит в тройку самых распространенных методов управления бизнесом в крупных международных корпорациях, поскольку он помогает относительно быстро и с меньшими затратами совершенствовать бизнес-процессы, а также позволяет понять, как работают передовые компании, и добиться таких же, а возможно, даже более высоких результатов.

Родоначальниками бенчмаркинга считают японцев, которые научились идеально копировать чужие достижения. Они тщательно исследовали европейские и американские товары и услуги, чтобы выявить их сильные и слабые стороны, а затем выпускали нечто подобное по более низкой цене. При этом японцы успешно переносили технологии и ноу-хау из одной сферы бизнеса в другую.

На Западе бенчмаркинг начали активно использовать в конце 1970-х гг. В это время японские предприятия сильно теснили американские, и компания Хегох, в частности, стала искать причины резкой утраты своей доли рынка копировальных аппаратов. Так, фирма детально исследовала опыт японской компании Fuji. Топ-менеджеры Хегох даже переехали на какое-то время в Японию, чтобы изучить не только технические достижения, но и новшества в области менеджмента, внедренные разными компаниями, в том числе из других сфер бизнеса.

В России также появляются фирмы, использующие бенчмаркинг. Известно, что менеджеры среднего и высшего звена, вступая в неформальные отношения с партнерами или конкурентами, часто используют лучшие достижения друг друга у себя в компании. Как показывает опыт, непосредственное общение с коллегами дает наиболее ценные для бизнеса идеи и знания, что, как правило,

приводит к внедрению новых форм управления, программных продуктов, использованию новых технологий в производстве.

2.4. Применение метода развертывания функций качества

Применение метода QFD реализуется командой QFD путем заполнения «домов качества» (см. рис. 9, 10). Наибольшее количество информации необходимо занести на первой фазе. На последующих фазах заполняются, как правило, только комнаты 1, 2, 3, 6.

Эффективная межфункциональная команда QFD формируется с использованием методов формирования команд и типологии. В команду QFD, как правило, следует включать специалистов из подразделений маркетинга, аналитических, конструкторско-технологических служб, службы качества, закупок и оценки поставщиков.

Ключевые элементы методологии QFD. Методология развертывания функций качества основывается на нескольких ключевых элементах:

1. *Уточнение требований потребителя.* Как уже отмечалось, обычно потребитель формулирует свои пожелания в абстрактной форме (например, «экономичный автомобиль»). Эти абстрактные требования потребителя называют «голосом потребителя». Задача производителя заключается в том, чтобы преобразовать «голос потребителя», представляющий перечень его пожеланий, в интегральную ценность продукции. По-другому, необходимо «голос потребителя» перевести на такой уровень дерева потребительской удовлетворенности, когда эти требования потребителя могут быть поставлены в прямую взаимосвязь с общими характеристиками продукции, иначе говоря, могут быть измерены.

Например, «голос потребителя» типа «экономичный автомобиль» можно преобразовать в требования «низкая отпускная цена», «низкая стоимость пробега» и т.п.

После этого, когда данная работа закончена, производитель может ответить на вопрос «что сделать?», чтобы удовлетворить ожидания потребителя. Насколько успешно будет решена эта задача, зависит от степени понимания производителем в первую очередь двух следующих аспектов:

– что требует потребитель от продукции;

– как продукция будет использоваться потребителем?

2. *Перевод требований потребителя в общие характеристики товаров и услуг (характеристики качества продукции).* Другими словами, нужно ответить на вопросы: как сделать? или как воплотить в жизнь список пожеланий потребителя (что сделать?)?

Так, требование низкой стоимости пробега может быть удовлетворено за счет таких показателей качества, как расход бензина, частота отказов, средний срок службы автомобиля и т.п.

Однако этот процесс преобразования «что?» в «как?» терпит трудности из-за многообразия связей: часть из характеристик продукции, продуктивно решая задачу удовлетворения одних ожиданий потребителя, оказывает влияние и на другие компоненты дерева удовлетворенности потребителя, иногда отрицательно. Но вне зависимости от этого проблема перехода «что?» в «как?» будет решена с участием для этой цели более квалифицированных специалистов. При этом следует выбирать компоненты «как?», чтобы абсолютное большинство из них было *измеряемым*. Только тогда возможно обеспечить достижение цели, иметь больше шансов анализировать и оптимизировать каждое требование. Если же в большинстве «как?» окажутся неизмеряемыми, это значит, что их детализация проведена недостаточно и следует продолжить работу.

3. *Выяснение тесноты связи (силы) между соответствующими компонентами «что?» и «как?».* Исследованию этой взаимосвязи помогают матричные диаграммы связи (таблицы качества) между элементами «что?» и «как?». Сила связи имеет зависимость от того, насколько значимый вклад вносят характеристики продукции «как?» в удовлетворение конкретного требования потребителя «что?».

4. *Выбор цели*, а именно, выбор таких значений характеристик качества создаваемой продукции, которые, по мнению производителя, не только будут удовлетворять ожиданиям потребителя, но и обеспечат конкурентоспособность создаваемой продукции в заданном секторе рынка.

Например, компонент «как?» – расход бензина – может быть измерен в километрах на литр. Целью новой модели автомобиля может быть 12 км/л против 10 км/л в предыдущей модели.

5. *Установление (по результатам опроса клиентов) рейтинга важности компонентов «что?» и на основе этого определение рейтинга важности соответствующих компонентов «как?».* Для

того чтобы провести это преобразование, необходимо задать символам, характеризующим связи, соответствующий вес (табл. 12).

Таблица 12

Пример установления весовых значений связям

Связь	Вес
Сильная	9
Средняя	3
Слабая	1

Присвоение символам веса «9 – 3 – 1» дает значимое различие между важными и не очень важными компонентами рассматриваемых связей. Конечно, может применяться и другая система весов, дающая значимое различие.

Для любой колонки (или каждого «как?») оценка клиента (важность компонента «что?») умножается на вес, соответствующий степени связи «как?» с «что?», и результат выставляется в конце колонки, отображая важность той или иной характеристики создаваемой продукции, т.е. приоритетные показатели качества для потребителя. Вместе с рейтингом важности технических характеристик продукции для всех колонок «как?» указывают также рейтинг сложности технического воплощения целевого значения параметра качества. Этот рейтинг назначают обычно по 5-балльной системе, и он учитывается при проектировании следующих этапов жизненного цикла продукции.

Проведение QFD I уровня (фаза № 1). QFD I уровня выполняется в следующей последовательности:

1. Определяются требования клиента («голос потребителя»). Для этого используются различные виды анкетирования, маркетинговые исследования, метод VOST (таблица «голоса потребителя»). При этом надо учитывать, что клиент не всегда может четко сформулировать свои требования. Обычно он говорит: быстрее, меньше, легче, различный цвет. Перечень требований заносится в комнату I «дома качества» (см. рис. 7).

2. Требования клиента ранжируются по важности, степень важности заносится в столбец комнаты I «дома качества». Возможно использование экспертной оценки важности (например, по 10-балльной шкале) или комплексные экспертные оценки (например, с

использованием матрицы парных сравнений требований потребителей).

3. Формируется перечень технических характеристик продукции, влияющих на выполнение требований потребителя (не менее двух характеристик, влияющих на каждое требование). Сформированный перечень заносится в комнату 2 «дома качества».

3. Заполняется матрица взаимодействия технических характеристик и требований клиента (комната 3 «дома качества»). Взаимодействия в таблице обозначаются символами: ● – сильная связь; ○ – средняя; □ – слабая. Вес связи, соответственно, 9, 3, 1.

4. Изучается удовлетворенность потребителя своей продукцией и продукцией конкурентов по каждому требованию (пункт 1). Оценка удовлетворенности потребителя своей продукцией и продукцией конкурентов по 5-балльной системе заносится в комнату 4 «дома качества».

5. Проводятся анализ изделий конкурента и бенчмаркинг-исследования. Полученная информация о технических характеристиках своей продукции и продукции конкурентов заносится в «подвал» 6 «дома качества».

6. Определяются целевые значения технических характеристик, и оценивается относительная техническая трудность достижения каждой технической характеристики. Результаты оценки по 10-балльной шкале заносятся в «подвал» 6 «дома качества».

7. Строится «крыша» 5 «дома качества», т.е. устанавливаются взаимосвязи между техническими характеристиками. Эта информация используется в дальнейшем для изучения и преодоления возможных противоречий при изменении технических характеристик.

8. Определяются технические характеристики, увеличение которых оказывает положительное воздействие на удовлетворение потребностей клиента, и наоборот. Знак «+» или «-» заносится в строку в «подвал» 6 «дома качества».

9. Определяется очередность реализации необходимых изменений технических характеристик.

Проведение QFD II уровня (фаза № 2). Во время проведения фазы № 2 QFD анализируются и проектируются компоненты продукции. Используются результаты QFD I уровня как входные данные. Строится матрица взаимосвязи характеристик продукции от характеристик компонентов. Определяется очередность реализации

изменений для отдельных компонентов в зависимости от их важности. Важность изменения компонентов рассчитывается аналогично QFD I уровня (шаги 3, 4, 7).

Проведение QFD III уровня (фаза № 3). При проведении фазы № 3 QFD анализируется и проектируется производственный процесс. Используются результаты QFD II уровня как входные данные. Строится матрица взаимосвязи характеристик компонентов от параметров процесса. Определяется очередность реализации изменений операций технологического процесса. Очередность изменения компонентов рассчитывается аналогично QFD I уровня (шаги 3, 4, 7).

Проведение QFD IV уровня (фаза № 4). В фазе № 4 QFD анализируются и проектируются производственные операции. Используются результаты QFD III уровня как входные данные. Строится матрица взаимосвязи параметров процесса от параметров отдельных выполняемых операций. Определяется важность реализации изменений параметров отдельных выполняемых операций технологического процесса. Очередность изменения параметров отдельных выполняемых операций рассчитывается аналогично QFD I уровня (шаги 3, 4, 7).

Таким образом, требования потребителя разворачиваются до конкретных параметров операций, выполняемых при создании продукции.

Проведение QFD на примере разработки сиденья автомобиля.

Проведение QFD III уровня (фаза № 3). Планирование техпроцесса.

Элементы процесса (хрип. процесс)	Значимость	Коррекция основных признаков: высокая 5 средняя 3 низкая 1					Выявление основных признаков: сильная 9 средняя 5 слабая 1 отсутствует					Зачем? выигр.									
		Выявление основных признаков покупат.		Обработка главных признаков			Крепление главных признаков			Испытания при главных нагрузках											
		3 надежность	2 надежность по нагрузке	1 длина срока службы	4 свариваемость	5 рациональность	6 внешний вид	7 поверхностная прочность	8 количество слоев	9 точность изготовления	10 нагрузка на распар		11 Усталость	12 Дополнительная нагрузка	13 Помехоустойчивость	14 Помехоустойчивость	15 Количество выигр.	16 Публичная загрузка	17 Момент закрутки	18 19 20	
Критические детали (№ по фазе 2)	Номер строки																				
Наблюдать технолог.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Материал объект	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Корпус ступицы	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	5	9	1	5	9	1	5	9	1	5	9	1	5	9	1	5	9	1	5	9	
2	5	9	9	5	9	5	9	5	9	5	9	5	9	1	5	9	5	9	5	9	
3	1	9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	Ограничение	макс. 10мм	99	30	0	35	55	95	0	31	30	0	23	79	51	31	0	5	9	1	0
технич. абс	задание	100%	15	8	0	8	14	0	5	5	5	5	4	12	8	8	0	1	1	1	0
отн.	100%	15	8	0	8	14	0	5	5	5	5	5	4	12	8	8	0	1	1	1	0

Проведение QFD IV уровня (фаза № 4). Планирование производства.

Значимость	Корреляция
высокая 5	основная матрица:
средняя 3	сплошная 9
низкая 1	средняя 5
	слабая 1
	отсутствует

Управление производством		Планирование / анализ / мероприятия																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Параметры процесса (** из фаз 3)	Номер строки	Узнаваемость процесса	Классификация работ	Классификация	План испытаний	Трафик	Технологические	Обучение персонала	Инструменты													
	Задание макс. откл. 10мм	1	5	х	х	х	х	х	х													
	Внешний вид	2	1			х	х			х												
	Усилие F = 2200Н	3	3		х	х																
	Длительность испытаний	4	1		х	х																
	Место прил. нагрузки	5	5	х	х	х				х	х											
		6																				
		7																				
		8																				
		9																				
		10																				
		11																				
		12																				
	13																					

Контрольные вопросы

1. Какими причинами обусловлено применение QFD?
2. Определите цели и области применения QFD.
3. Является ли QFD специфическим требованием производителя?
4. Подлежит ли аудиту QFD?
5. Для чего служат проверочные списки?
6. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные фазы QFD.
7. Приведите содержание, входы и выходы фазы № 1 QFD.
8. Приведите содержание, входы и выходы фазы № 2 QFD.
9. Приведите содержание, входы и выходы фазы № 3 QFD.
10. Приведите содержание, входы и выходы фазы № 4 QFD.
11. С помощью какого метода определяются ключевые характеристики процесса?
12. Когда QFD считается завершенным?
13. Опишите роли экспертов команды.
14. В чем заключается взаимодействие экспертов?
15. Какие существуют источники информационного обеспечения QFD?
16. Как связаны QFD, APQP/CP и FMEA?
17. Каковы условия эффективного использования QFD?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барышников А. Структурирование (развертывание) функции качества [Электронный ресурс] // Интеллект-клуб. – 2001. – № 36. – URL: <http://www.inventech.ru> (дата обращения: 14.01.2020).
2. Басовский Л.Е. Управление качеством. – М.: ИНФРА, 2003.
3. Булаев Н.И. Решение технико-экономических задач методом функционально-стоимостного анализа: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГИУ, 2006. – 198 с.
4. Велленройтер Х. Функционально-стоимостной анализ в рационализации производства. – М.: Экономика, 1984.
5. Волков К.В., Попов Е.В. Современный реинжиниринг // Менеджмент в России и за рубежом. – 2002. – № 4. – С. 61–69.
6. Волчек Р. Функционально-стоимостной анализ в управлении. – М.: Экономика, 2014. – 547 с.
7. Гордашникова О.Ю. Функционально-стоимостной анализ качества продукции и управления маркетингом на предприятии. – М.: Альфа-Пресс, 2006. – 88 с.
8. Горлова Л.П., Крыжановская Е.П., Муравская В.В. Организация функционально-стоимостного анализа на предприятии. – М.: Финансы и статистика, 2015. – 533 с.
9. Каплан Р., Купер Р. Функционально-стоимостной анализ. Практическое применение. – М.: Вильямс, 2008. – 352 с.
10. Ковалев А.П., Рыжова В.В. Основы стоимостного анализа: учеб. пособие для вузов. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 208 с.
11. Комов А. Структурирование функций качества [Электронный ресурс]. – URL: <https://quality.eup.ru/MATERIALY9/sfk.htm> (дата обращения: 10. 05. 2020).
12. Кузьмина Е.А., Кузьмин А.М. Функционально-стоимостной анализ. Концепция и перспективы // Методы менеджмента качества. – 2002. – № 7.
13. Кузьмина Е.А., Кузьмин А.М. Функциональный анализ – основа методологии ФСА // Сборник методов поиска новых идей и решений управления качеством. – Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2011. – С. 172–180.

14. Кузьмин А.М., Барышников А.А. История возникновения и развития функционально-стоимостного анализа // *Машиностроитель*. – 2001. – № 1. – С. 41–46.
15. Кузнецов С. Исследование процедур функционально-стоимостного анализа систем. – М.: LAB Lambert Academic Publishing, 2018. – 100 с.
16. Мазур И.И. Управление качеством. – М.: Омега-Л, 2005.
17. Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач) / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман [и др.]. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989.
18. Практика проведения функционально-стоимостного анализа (ФСА) в электротехнической промышленности / под ред. М.Г. Карпунина. – М.: Энергоатомиздат, 2016. – 288 с.
19. Применение функционально-стоимостного анализа в решении управленческих задач. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 256 с.
20. Рыжова В.В. Применение функционально-стоимостного анализа в решении управленческих задач: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2017. – Ч. 1. – 931 с.
21. Рыжова В.В. Применение функционально-стоимостного анализа в решении управленческих задач: учеб. пособие. – М.: РИОР, 2018. – Ч. 2. – 864 с.
22. Творческие аспекты функционально-стоимостного анализа / под ред. М.Г. Карпунина. – М.: Информэнерго, 2015. – 432 с.
23. Фирсов М. Реинжиниринг процессов как метод управления бизнесом // *Проблемы теории и практики управления*. – 2005. – № 2. – С. 100–104.
24. Харрингтон Дж., Эсселинг К.С., Нимвеген Х. Ван. Оптимизация бизнес-процессов. Документирование, анализ, управление, оптимизация. – СПб.: Азбука, 2002. – 329 с.
25. Шеремет А.Д., Ковалев А.П. Функционально-стоимостный анализ: учеб. пособие / под ред. А.Д. Шеремета. – М.: Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2017. – 204 с.
26. Yogesh M. Business Process Redesign: An Overview // *IEEE Engineering Management Review*. – 1998. – Vol. 26, no. 3.
27. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution // *Harper Business*. – 2001. – P. 272.

Учебное издание

Никитина Елена Борисовна

Функционально-стоимостный анализ

Учебное пособие

Редактор *М. А. Капустина*

Корректор *Л. И. Семицветова*

Компьютерная верстка: *Е. Б. Никитина*

Объем данных 2,01 Мб

Подписано к использованию 25.08.2021

Размещено в открытом доступе

на сайте www.psu.ru

в разделе НАУКА / Электронные публикации

и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Издательский центр

Пермского государственного

национального исследовательского университета

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15