

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА**

Факультет транспорта и машиностроения

Кафедра «Метрология и стандартизация»

**РАЗВЕРТЫВАНИЕ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА
(QFD - методология)**

**Методические указания
для студентов специальности 552201.02
«Стандартизация и сертификация»**

БИШКЕК – 2010

«Рассмотрено»
на заседании кафедры
«Метрология и стандартизация»
Прот. № 10 от 25.02. 2010 г.

«Одобрено»
методическим советом ФТМ
Прот. № 8 от 16.04. 2010 г.

УДК: 005.332.8

Составитель д.т.н. АЛМАМАТОВ М.З.

Развертывание функции качества (QFD – методология). Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Управление качеством» для студентов специальности 552201.02 «Стандартизация и сертификация» / КГТУ им. И. Раззакова; сост. М.З. Алмаматов. – Б.: ИЦ «Текник», 2010. – 20 с.

Дается общее понятие о Развертывании функции качества (Quality Function Deployment — QFD) — это методология систематического и структурированного преобразования пожеланий потребителей (уже на ранних (первых) этапах петли качества) и требования к качеству продукции, услуги и/или процесса. Приведен пример разработки QFD.

Предназначено для студентов специальности 552201.02 «Стандартизация и сертификация»

Табл.: 1., Рис. 3.

Рецензент ст. преп. Т. Ж. Жумаев.

Развертывание функции качества (QFD-методология)

Методы анализа и проектирования качества широко применяются в отечественной и зарубежной системах управления качеством продукции. QFD-методология представляет собой оригинальную японскую разработку, в соответствии с которой пожелания (установленные и предполагаемые потребности) потребителей с помощью матриц переводятся в подробно изложенные технические параметры (характеристики) продукции [1, 2, 3, 4]

Цель работы: изучение основных положений и принципов одного из методов – «Развертывание функции качества (QFD-методология)» применяемых на рабочем участке на японских предприятиях.

Основные задачи использования QFD-методологии

QFD-методология используется для обеспечения лучшего понимания ожиданий потребителей при проектировании, разработке и совершенствовании продукции, услуг и процессов с применением все большей и большей ориентации на установленные и предполагаемые потребности потребителей.

QFD-методологии решает следующие задачи:

- «голосу потребителей» быть ясно услышанным в процессе разработки и совершенствования как продукции, так и соответствующих производственных операций;
- позволять принцип «все должно быть сделано правильно с первого раза и точно в срок».

1. Основные понятия и этапы QFD-методологии

Одной из наиболее эффективных методик в области планирования качества является структурирование (развертывание) (Quality Function Deployment — QFD).

Структурирование функций качества — это метод структурирования нужд и пожеланий потребителя через развертывание функций и операций деятельности по обеспечению на каждом этапе жизненного цикла проекта создания продукции такого качества, которое бы гарантировало получение конечного результата, соответствующего ожиданиям потребителя.

Согласно методу СФК, требования потребителя надлежит развертывать и конкретизировать поэтапно — от прединвестиционных исследований до предпродажной подготовки.

Основным инструментом СФК является таблица, получившая название «дом качества» (Quality House). В ней отображается связь между фактическими показателями качества (потребительскими свойствами) и вспомогательными показателями (техническими требованиями).

Рассмотрим процесс планирования новой продукции путем СФК на достаточно простом и понятном всем примере создания автомобиля. Представленную на рис. 1 структуру (состоящую из нескольких таблиц-матриц), используемую в рамках QFD-методологии, из-за ее формы называют «домом качества» (quality house) [1, 2, 3, 4].

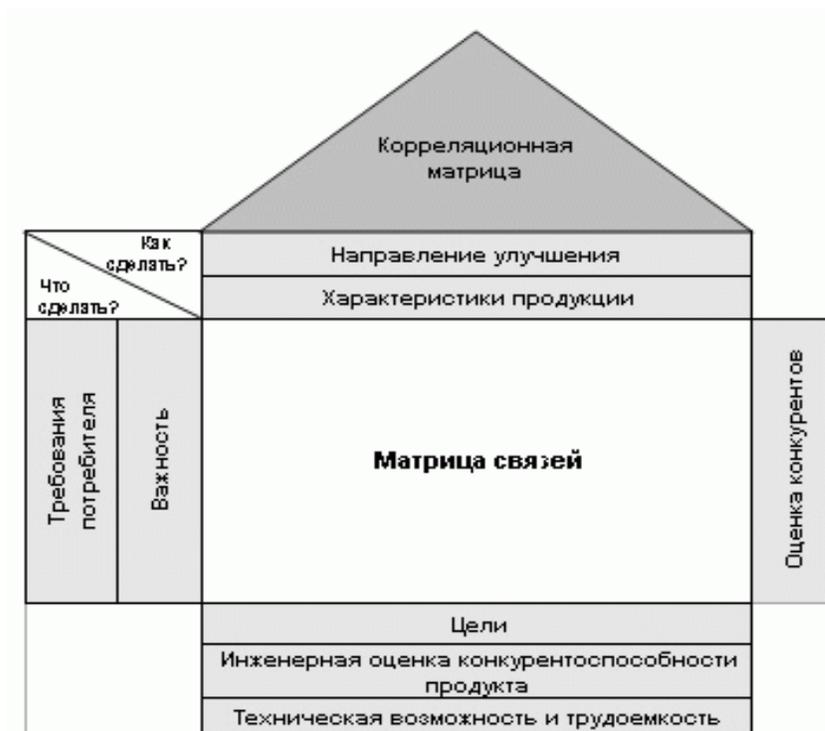


Рис.1. Таблица "Дом качества"

Этап 1 — выяснение и уточнение требований потребителей. Потребитель формулирует свои пожелания, как правило, в абстрактной форме, например, «удобная мебель» или «легкий телефон». Для него такой способ выражения своих потребностей является вполне нормальным. Но для инженеров, проектировщиков, конструкторов этого недостаточно, им необходимо четко определить размеры, материалы, требования к обработке поверхности, допустимый вес и т.д.

Задача производителя состоит в том, чтобы с помощью различных методов преобразовать требования («голос») потребителя в инженерные характеристики продукта. Так, требование «экономичный автомобиль» в результате такой работы может быть развернуто в требования «низкая отпускная цена», «низкая стоимость пробега», а затем — в конкретные показатели. Например, «продажная стоимость X рублей», «расход бензина Y л/100 км». Только после этого производитель может ответить на вопрос, что нужно сделать, чтобы удовлетворить ожидания потребителя.

Опрос производится следующим образом. Сначала делают выборку потенциальных потребителей, хорошо представляющую все множество потенциальных потребителей в определенном рыночном сегменте, в котором действует компания. Затем в рамках выборки производится опрос, на основе результатов которого определяют, какими свойствами должна обладать данная продукция, чтобы потребители хотели ее купить. По результатам опроса составляют список потребительских требований к планируемой продукции. Данные требования записывают в графу будущей матрицы СФК.

Этап 2 — ранжирование потребительских требований. Для ранжирования необходимо оценить рейтинги потребительских требований, которые определяются на этапе 1. Требования потребителей всегда противоречивы, поэтому создать продукцию, отвечающую всем потребительским требованиям, невозможно. Необходимо иметь четкое представление о том, какие требования необходимо удовлетворить обязательно, а какими можно в известной степени поступиться. Для этого следует упорядочить список потребительских требований по степени их важности. В результате вводится еще одна графа, в которой указывается степень важности каждого из требований.

Этап 3 — разработка инженерных характеристик. Эту задачу решает команда разработчиков, создаваемая специально для данного случая. На этом этапе она должна составить список инженерных характеристик будущего изделия — взгляд на изделие с точки зрения инженера. Характеристики должны быть достаточно определенными, четкими, т.е. описаны на языке, принятом у разработчиков.

Этап 4 — вычисление зависимостей потребительских требований и инженерных характеристик. В результате выполнения предыдущих этапов проектировщики получили ранжированный список потребительских требований, составленный на языке потребителя, и инженерных характеристик, сформулированных на языке разработчиков. Для успешной разработки изделия потребительские требования необходимо перевести в инженерные характеристики.

Необходимо ответить на вопрос: как данное потребительское требование зависит от того, какое значение будет отведено характеристике? Возьмем, к примеру, требование покупателя автомобиля — «минимальный расход бензина». В первой графе инженерных характеристик стоит, скажем, масса автомобиля. На этом этапе не требуется слишком точная, детальная информация. Достаточно таких неопределенных понятий, как «сильная связь», «средняя связь» и «слабая связь».

Далее необходимо решить, оставлять ли в проектируемом продукте те инженерные характеристики, которые не нужны потребителю. Некоторые характеристики, даже если они не нужны потребителю, могут быть необходимы для нормального функционирования продукта — в данном случае автомобиля. Поэтому ряд характеристик продукта, не представляющих ценности для потребителя, но при этом важных для его функционирования, необходимо оставить.

Этап 5 — построение «крыши». Инженерные характеристики могут быть разнонаправленными, а значит, могут противоречить друг другу. Например, характеристика «масса автомобиля» явно вступает в противоречие с характеристикой «минимальный расход бензина», поскольку на разгон тяжелого автомобиля требуется больше бензина. Противоречащие друг другу характеристики обозначим знаком «минус», а «однонаправленные» — знаком «плюс». Эту зависимость необходимо будет учесть при оптимизации всей системы. Данные характеристики определяют, каким способом, при каких условиях, в каких режимах следует вести

процесс производства, чтобы в конечном счете получить продукцию, максимально отвечающую потребительским требованиям.

«Крыша дома качества» представляет собой корреляционную матрицу, заполненную символами, которые указывают на положительную или отрицательную связь между соответствующими техническими характеристиками продукта с позиций интересов потребителя. С помощью корреляционной матрицы можно наглядно продемонстрировать соотношение между основными показателями качества, стоимости и времени.

Этап 6 — определение весовых значений инженерных характеристик с учетом рейтинга потребительских требований, а также зависимости между потребительскими требованиями и инженерными характеристиками.

Умножив относительный вес потребительских требований (рейтинг) на числовой показатель связи между потребительскими требованиями и инженерными характеристиками, определенный на четвертом этапе, получим относительную важность каждой инженерной характеристики. Суммируя результаты по всей графе соответствующей инженерной характеристики, получаем значение цели. Инженерной характеристике с наибольшим значением цели следует уделить основное внимание.

Этап 7 — учет технических ограничений. Не все значения инженерных характеристик достижимы. Конечно, вряд ли кто-нибудь отказался бы иметь суперскоростной спортивный автомобиль массой в несколько сотен килограммов, однако реализовать это технически невозможно, по крайней мере, при нынешнем уровне развития техники. Поэтому в следующей строчке матрицы проставляют экспертные оценки технической реализуемости тех значений инженерных характеристик, которых в наибольшей степени требуют потребители. С учетом этого получают скорректированные целевые значения инженерных характеристик.

Этап 8 — учет влияния конкурентов. На реальном рынке всегда существует конкуренция, и конкурентов в определенной нише может быть очень много. Допустим, что у нас два конкурента: у первого рыночная доля чуть больше нашей, у второго — чуть меньше. Оба представляют для нас потенциальную опасность. Первый — тем, что он занимает большую нишу, а следовательно, более «силен» в экономическом отношении. Второй, хотя и не достиг нашего уровня, активно стремится к этому и скорее всего планирует выпустить новый конкурентоспособный продукт.

В результате выполнения вышеуказанных процедур получают исходные данные для технического задания на проектирование и разработку новой продукции. Построение матрицы СФК, получение инженерных характеристик — это лишь первая из четырех фаз «развертывания» потребительских требований не только в инженерные характеристики, но и в показатели процесса и всего производства.

2. Методика выполнения и построения матрицы СФК

Сначала важные (необходимые, критические) пожелания потребителей с помощью первого «дома качества» преобразовываются в детальные технические характеристики продукции, а затем (посредством трех последующих «домов качества», представленных на рис. 2) — в детальные технические требования. В следующих «домах» характеристики продукции преобразовываются: сначала к характеристикам компонентов продукции, потом — к характеристикам процессов и, в конце концов, как к способам контроля и управления производством, так и к оборудованию для осуществления этого производства. Эти технические требования к производству (к способу контроля и управления, а также и к оборудованию) должны обеспечить достижение высокого качества продукции.

Первый «дом качества» (рис. 2) устанавливает связь между пожеланиями потребителей и техническими условиями, содержащими требования к характеристикам продукции [1, 2, 3, 4]. Для второго «дома качества» центром внимания является взаимосвязь между характеристиками продукции и характеристиками компонентов (частей) этой продукции.

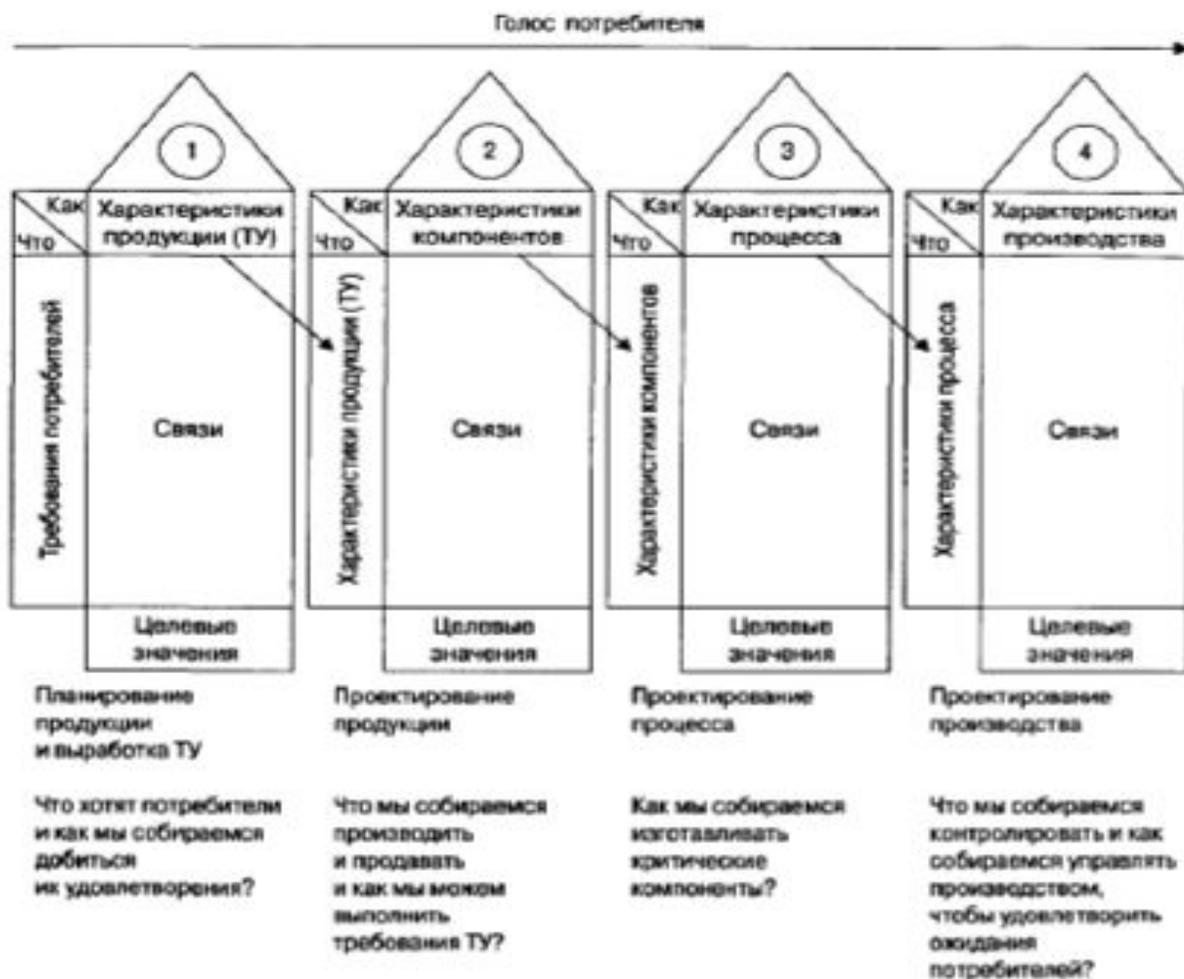


Рис. 2. Основные шаги последовательного применения QFD-методологии

Третий «дом качества» устанавливает связь между требованиями к компонентам продукции и требованиями к характеристикам процесса. В результате устанавливаются индикаторы (критерии) выполнения важнейших (критических) процессов. Наконец, с применением четвертого «дома качества» характеристики процесса преобразуются в характеристики оборудования и способы контроля технологических операций производства, которые следует применить для выпуска качественной продукции по приемлемой цене, что должно обеспечить высокий уровень удовлетворенности потребителей.

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

В данном методическом указании главное внимание обращается на первый «дом качества», определяющий взаимосвязь пожеланий потребителей с техническими условиями (характеристиками) продукции.

3. Примерный порядок применения QFD-методологии

Создайте межфункциональную команду специалистов, обучаемую и тренируемую лидером команды и поддерживаемую экспертом по QFD-методологии. Предпочтительно, чтобы руководителем (лидером) команды был производственный менеджер или инженер-технолог по продукции. Эксперт по QFD-методологии снабжает необходимой информацией и дает советы, касающиеся эффективного использования этой методологии, а на подготовительной стадии работы помогает сформулировать цели, задачи и область применения QFD-проекта.

Главными вопросами при практическом применении QFD-методологии являются следующие [1, 2]:

- 1) взяло ли высшее руководство на себя обязательства по качеству?
- 2) какую важную продукцию мы собираемся совершенствовать?
- 3) для каких сегментов рынка?
- 4) каковы наши потребители?
- 5) какую конкурирующую продукцию мы собираемся сравнивать с нашей?
- 6) как много времени потребуется для выполнения проекта?
- 7) какими должны быть структура и состав отчетов о работе?

При построении первого «дома качества» рекомендуется действовать следующим образом [1, 2]:

1. Определите конкретную группу потребителей, составьте реестр (список) установленных и предполагаемых потребностей (ожиданий) потребителей и определите (оцените) приоритетность этих ожиданий с использованием, например, весовых коэффициентов. Реестр ожиданий потребителей, касающийся свойств и характеристик продукции, может быть составлен на основании анализа письменных запросов, направленных к имеющимся и потенциальным потребителям, путем

проведения устных опросов и интервью, а также с применением «мозговой атаки», проведенной с участием специалистов по маркетингу, проектированию, производству и продажам рассматриваемой продукции. Важными источниками информации для оценки и отображения ожиданий потребителей могут быть также:

- посещение торговых демонстраций, ярмарок и выставок;
- мнения опытного в вопросах продаж персонала;
- регистрация запросов потребителей (заказчиков, покупателей, клиентов);
- прямые контакты с потребителями, а также с представителями конкурирующих фирм;
- результаты работ, выполненных в рамках бенчмаркинга.

2. Сравните характеристики (эксплуатационные качества) вашей продукции с показателями конкурирующей продукции. Оцените и выразите в виде чисел качество Вашей продукции, а затем в письменном виде представьте ее сильные и слабые стороны (с точки зрения покупателей, заказчиков и клиентов).

3. Идентифицируйте и количественно определите цели и задачи планируемых улучшений. В письменном виде представьте, какие свойства продукции, входящие в реестр ожиданий потребителей, должны быть улучшены по сравнению с конкурирующей продукцией, и отобразите эти цели и задачи в виде документа.

4. Переведите ожидания потребителей на язык поддающихся количественному определению технических параметров и характеристик (технических условий) продукции. Установите, точно определите и ясно сформулируйте, как ожидания потребителей могут быть использованы для достижения Вами преимуществ в конкурентной борьбе. Примерами таких технических параметров и характеристик могут служить:

- геометрический размер;
- вес (масса) изделия;
- потребление энергии;
- количество частей (деталей, узлов);
- вместимость, емкость, объем технологического аппарата;
- пределы измерения (прибора);
- допустимая погрешность изготовления детали (допуск) и т. п.

5. Исследуйте взаимозависимость между ожиданиями потребителей и параметрами (характеристиками) технических условий на продукцию. Отметьте в матрице связей, насколько сильно технические параметры и характеристики (технические условия) продукции влияют на уровень удовлетворения потребностей и ожиданий потребителей.

6. Идентифицируйте силу взаимодействия между техническими параметрами и ясно отобразите это в треугольной матрице связей (матрице корреляций), образующей крышу «дома качества».

7. Оформите в письменном виде полученные значения всех технических параметров и характеристик продукции с указанием единиц их измерения. Выразите эти параметры и характеристики в виде измеримых данных.

8. Определите целевые (плановые) показатели проектирования новой продукции. Определите в письменном виде отличительные признаки (характеристики) предполагаемых улучшений технических параметров проектируемой продукции. Аналогично следует действовать и при построении каждого из последующих «домов качества».

4. Пример применения QFD-методологии для улучшения качества эмали ПФ-115 белого цвета

В этом примере рассматривается планирование улучшения качества эмали ПФ-115 белого цвета (алкидная эмаль, используемая для защиты металла от коррозии, а также в строительных, ремонтных и отделочных работах). На рис. 3 представлены заполненные таблицы первого «дома качества», использованные для перехода от выявленных ожиданий потребителей к характеристикам качества (техническим условиям) эмали ПФ-115 белого цвета.

4.1. Этап определения ожиданий потребителей

Ожидания потребителей на этом этапе были установлены с применением «мозговой атаки» и приведены (см. рис. 3) в «комнате» (субтаблице 1) «дома качества».

На этом этапе был рассмотрен вопрос о том, что является наиболее важным для потребителей. В частности, было установлено следующее описание потребностей:

- 1) блеск;
- 2) чистый белый цвет;
- 3) малый расход;
- 4) долговечность покрытия;
- 5) хорошее высыхание;
- 6) отсутствие трещин, пузырей и т. п.;
- 7) неизменность цвета во времени.

Поскольку все эти ожидания имеют одинаковую важность для потребителей, то на рис. 3 приведены их весовые коэффициенты (множители) по пятибалльной шкале, а именно:

- 5 — очень ценно;
- 4 — ценно;
- 3 — менее ценно, но хорошо бы иметь;
- 2 — не очень ценно;
- 1 — не представляет ценности.

Например (см. рис. 3), ожидание «блеск» получило оценку в виде весового коэффициента 4, так как оно является ценным, а ожидание «малый расход» - оценку 5, так как оно имеет большую ценность.

4.2. Этап определения сравнительной ценности продукции

На этом этапе выпускаемая фирмой продукция (эмаль ПФ-115 белого цвета) сравнивается с одним или несколькими лучшими видами конкурирующей продукции. В результате достигается понимание того, насколько производимая нами продукция является совершенной при сравнении с лучшими аналогами конкурирующих фирм. В этом случае также используется пятибалльная шкала от «отлично» до «плохо», а именно:

- 5 — отлично;
- 4 — хорошо;
- 3 — удовлетворительно (в основном соответствует);
- 2 — не очень удовлетворительно (соответствует отчасти);
- 1 — плохо (не соответствует ожиданиям).

Результаты такого сравнения представлены в субтаблице 2 (очередной «комнате» матрицы «дома качества» на рис. 3). Видно, что наша эмаль ПФ-115 белого цвета может рассматриваться как обладающая удовлетворительным «чистым белым цветом» и по этому ожиданию потребителей опережает эмаль конкурирующего завода. С другой стороны, эмаль ПФ-115 белого цвета конкурента имеет меньший расход, покрытие лучше блестит, на нем меньше трещин, пузырей, а цвет более стабилен во времени.

Изложенное выше сразу указывает на потенциальные возможности усовершенствования нашей продукции.

4.3. Этап установления целей проекта

На этом этапе мы желаем улучшить (исправить) имеющийся уровень показателей удовлетворения ожиданий потребителей по отношению к установленным показателям для конкурента. Другими словами, в субтаблице 3 (см. рис. 3) следует установить целевые значения (в цифровом виде) для каждого ожидания потребителей (характеристики, свойства) продукции. При этом еще раз используется пятибалльная шкала.

Для тех ожиданий (характеристик) продукции, которые не требуют улучшения, целевые значения устанавливаются на одном уровне с имеющимися данный момент оценочными значениями для этих ожиданий. В рассматриваемом случае команда, созданная для осуществления проекта, в результате проведения «мозговой атаки» приняла решение, что не требуют улучшения следующие ожидания потребителей: «чистый белый цвет», долговечность покрытия», «хорошее высыхание». Этим ожиданиям потребителей были присвоены целевые значения соответственно 3, 4 и 5, которые будут оставаться постоянными на тех же уровнях, которые показаны в субтаблице 3.

Ожидания потребителей «блеск», «малый расход», «отсутствие трещин, пузырей и т. п.» и «неизменность цвета во времени», которые до начала работы имели оценочные значения соответственно 4, 3, 4 и 4 (ниже, чем у конкурирующей продукции), должны быть улучшены до целевых значений 5, 4, 5 и 5.

На базе определенных целевых значений могут быть вычислены относительные величины «степени улучшения» качества (по каждой из характеристик продукции) по формуле

$$\text{Степень улучшения} = \frac{\text{Целевое значение}}{\text{Оценка продукции}}. \quad (1)$$

Результаты вычислений по формуле (1) проставлены во втором столбце субтаблицы 3. Из рассмотрения этой «комнаты» (субтаблицы 3) общей матрицы «дома качества» можно сделать вывод, что QFD-команда решила улучшить характеристики «блеск», «малый расход», «отсутствие трещин, пузырей и т. п.», «неизменность цвета во времени» до «степени улучшения», соответственно равной 1,25; 1,3; 1,25 и 1,25.

После этого в рамках определения целей проекта должна быть установлена весомость каждого ожидания потребителя или характеристики продукции. При этом весомость вычисляют по формуле

$$\text{Весомость ожидания потребителя} = \text{Важность ожидания потребителя} \times \text{Степень улучшения}. \quad (2)$$

При выполнении этой работы важность ожидания потребителя берется из второго столбца субтаблицы 1, а степень улучшения — из второго столбца субтаблицы 3.

При вычислениях по формуле (2) получены значения:

- весомость ожидания «блеск» = 4 x 1,25 = 5;
- весомость ожидания «чистый белый цвет» = 5 x 1 = 5;
- весомость ожидания «малый расход» = 5 x 1,3 = 6,5 и т. д.

После завершения вычислений результаты оценки весомостей различных ожиданий потребителя поместили в третий столбец субтаблицы 3, а в дополнительной нижней строке этого же столбца поместили сумму 35,5 всех значений весомостей. Приняв сумму 35,5 за 100 %, в четвертый столбец субтаблицы 3 поместим (выраженные в процентах) значения весомостей каждого ожидания потребителей. Например, выраженная в процентах весомость ожидания «блеск» была получена на основании пропорции:

35,5 соответствует 100 %;

5 соответствует x %.

В результате получили значение $5 \times 100/35,5 = 14,08 \approx 14$.

Для весомости ожидания «долговечность покрытия» получаем значение $4 \times 100/35,5 = 11$ и т. д.

После завершения вычислений следует проверить, чтобы сумма всех (выраженных в процентах) весомостей, помещенных в четвертый столбец субтаблицы 3, была равна 100 %.

Результаты вычислений по формуле (1) проставлены во втором столбце субтаблицы 3. Из рассмотрения этой «комнаты» (субтаблицы 3) общей матрицы «дома качества» можно сделать вывод, что QFD-команда решила улучшить характеристики «блеск», «малый расход», «отсутствие трещин, пузырей и т. п.», «неизменность цвета во времени» до «степени улучшения», соответственно равной 1,25; 1,3; 1,25 и 1,25.

После этого в рамках определения целей проекта должна быть установлена весомость каждого ожидания потребителя или характеристики продукции. При этом весомость вычисляют по формуле

$$\text{Весомость ожидания потребителя} = \text{Важность ожидания потребителя} \times \text{Степень улучшения. (2)}$$

При выполнении этой работы важность ожидания потребителя берется из второго столбца субтаблицы 1, а степень улучшения — из второго столбца субтаблицы 3.

При вычислениях по формуле (2) получены значения:

- весомость ожидания «блеск» = $4 \times 1,25 = 5$;
- весомость ожидания «чистый белый цвет» = $5 \times 1 = 5$;
- весомость ожидания «малый расход» = $5 \times 1,3 = 6,5$ и т. д.

После завершения вычислений результаты оценки весомостей различных ожиданий потребителя поместили в третий столбец субтаблицы 3, а в дополнительной нижней строке этого же столбца поместили сумму 35,5 всех значений весомостей. Приняв сумму 35,5 за 100 %, в четвертый столбец субтаблицы 3 поместим (выраженные в процентах) значения весомостей каждого ожидания потребителей. Например, выраженная в процентах весомость ожидания «блеск» была получена на основании пропорции:

35,5 соответствует 100 %;

5 соответствует x %.

В результате получили значение $5 \times 100/35,5 = 14,08 \approx 14$.

Для весомости ожидания «долговечность покрытия» получаем значение $4 \times 100/35,5 = 11$ и т. д.

После завершения вычислений следует проверить, чтобы сумма всех (выраженных в процентах) весомостей, помещенных в четвертый столбец субтаблицы 3, была равна 100 %.

4.4. Этап подробного описания технических характеристик продукции

После окончания этапа работы, связанного с визуализацией и оценкой весомости ожиданий потребителей, необходимо решить, как обеспечить выполнение этих ожиданий на практике. В рассматриваемом случае QFD-команда с применением «мозговой атаки» выработала решение о том, за счет изменения каких пара-

метров (характеристик) продукции могут быть выполнены различные ожидания потребителей. Точнее говоря, было установлено, как технические характеристики продукции (как надо сделать?) соотносятся с тем, что ожидают и хотят получить потребители (что надо сделать?). В рассматриваемом примере были определены 14 технических характеристик эмали ПФ-115 белого цвета (см. рис. 3, субтаблица 4), связанные с пожеланиями и ожиданиями потребителей, а именно:

- массовая доля нелетучих веществ;
- условная вязкость;
- укрывистость высушенной пленки;
- степень перетира;
- блеск пленки;
- время высыхания до степени 3;
- твердость пленки;
- прочность покрытия при ударе;
- эластичность пленки при изгибе;
- адгезия;
- стойкость покрытия к статическому воздействию воды;
- цвет;
- морозостойкость;
- термостойкость.

Успех проектирования качественной эмали ПФ-115 белого цвета определяется правильным выбором значений этих технических характеристик.

4.5. Этап заполнения матрицы связей

На данном этапе изучается сила влияния технических характеристик продукции на выполнение ожиданий потребителя. Эта работа проводится с применением матрицы связей (см. рис. 3, субтаблицу 5), являющейся центральной частью общей матрицы «дома качества».

Посредством матрицы связей исследуется взаимосвязь между ожиданиями потребителей и техническими характеристиками (параметрами) продукции.

Эта работа включает в себя взаимную стыковку того, «ЧТО НАДО СДЕЛАТЬ?» с тем, «КАК ЭТО НАДО СДЕЛАТЬ?»

Пустая (незаполненная) строка в матрице связей означает отсутствие какой-либо связи между техническими характеристиками продукции и соответствующим ожиданием потребителя, записанным в этой строке (ни одна из технических характеристик продукции не может удовлетворить данное ожидание потребителей). Аналогично пустая колонка указывает на ненужность этой технической характеристики, включенной в список характеристик продукции и удорожающей ее. Каждый элемент (ячейка, клеточка) матрицы связей, стоящий на пересечении ее строк и столбцов, определяет имеющуюся силу взаимосвязи между ожиданиями потребителей (записанными в каждой строке матрицы связей) и техническими характеристиками продукции (записанными в каждом столбце этой же матрицы свя-

зей). Символ, который находится в каждом из этих элементов, если такая взаимосвязь имеется, определяет, насколько сильна эта взаимосвязь.

При заполнении элементов (ячеек) матрицы связей для описания силы взаимосвязей на рис. 3 использованы символы, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Символы и коэффициенты, используемые для описания силы взаимосвязи

Символ	Сила взаимосвязи	Весовой коэффициент
⊙	Сильная	9
○	Средняя	3
△	Слабая	1

Отсутствие какого-либо символа на пересечении строк и столбцов матрицы связей означает, что нет взаимосвязи между соответствующими ожиданиями потребителей и техническими характеристиками продукции.

На рис. 3 видно, что ожидание потребителей «долговечность покрытия» очень сильно взаимосвязано с технической характеристикой «адгезия». Однако это же ожидание потребителей слабее взаимосвязано с характеристикой «время высыхания до степени 3» и совсем слабо связано с характеристикой «морозостойкость». Цифровые оценки значимости взаимосвязи каждой технической характеристики проектируемой эмали ПФ-115 белого цвета должны быть представлены в ячейках (клеточках) матрицы связей на рис. 3. Эти цифровые оценки значимости легко подсчитываются по формуле

$$\text{Значимость взаимосвязи} = \text{Сила взаимосвязи} \times \text{Весомость, \%} \quad (3)$$

При вычислениях по формуле (3) используются числовые значения весовых коэффициентов «сила взаимосвязи» (см. табл. 1), а значения показателя «весомость, %» берутся по данным четвертого столбца субтаблицы 3 (см. рис. 3).

Примечание. Значения показателя «сила взаимосвязи», внесенные в виде символов «□», «□», «□» в левые верхние части элементов (ячеек) матрицы связей (субтаблица 5), были определены членами QFD-команды в результате применения «мозговой атаки».

В нижние правые части элементов (ячеек) матрицы связей (см. рис. 3, субтаблицу 5) занесены числовые значения показателя «значимость взаимосвязи». Например, для элемента (ячейки) на пересечении строки «долговечность покрытия» со столбцом «адгезия» по формуле (3) получим:

$$\text{Значимость взаимосвязи} = 9(\square) \times 11 = 99.$$

Аналогично на пересечении ожидания потребителя «блеск» с технической характеристикой «стойкость пленки к статическому воздействию воды» получаем: Значимость взаимосвязи = 3(○) × 14 = 42 и т. д.

Суммы числовых значений показателей «значимость взаимосвязи» по каждому столбцу (колонке), представленные в верхней строке «суммарная оценка» субтаблицы 7, показывают приоритетность каждой технической характеристики проектируемой эмали ПФ-115 белого цвета. Из рис. 3 видно, что техническая характеристика «время высыхания до степени 3» имеет суммарную оценку 159, «адгезия» — 141, а «стойкость пленки к статическому воздействию воды» — 267.

Все значения, стоящие в верхней строке субтаблицы 7, были просуммированы. В результате получили итоговую величину 1491, отображенную в дополнительной ячейке субтаблицы 7. В нижней строке субтаблицы 7 помещены числовые значения приоритетности (выраженные в процентах от итоговой величины 1491) каждой технической характеристики проектируемой эмали ПФ-115 белого цвета. В частности, технические характеристики «стойкость пленки к статическому воздействию воды», «термостойкость», «укривистость высушенной пленки» имеют наиболее высокие приоритеты: 18, 12 и 11 соответственно.

На стадии проектирования эмали ПФ-115 белого цвета на эти технические характеристики было обращено особое внимание.

4.6. Этап определения взаимодействия между техническими характеристиками продукции

Сила взаимосвязи между техническими параметрами отображается в элементах (ячейках) треугольной матрицы связей (субтаблица б), образующей «крышу» матрицы «дома качества», с использованием символов, приведенных в табл. 5.3. Видно, что характеристика «твердость пленки» имеет слабую взаимосвязь с характеристикой «эластичность пленки при изгибе» и среднюю взаимосвязь с характеристикой «морозостойкость». Характеристика «условная вязкость» имеет сильную взаимосвязь с характеристикой «укривистость высушенной пленки». Обозначенные символами «□», «□», «□» взаимосвязи имеют очень важное значение при детализации (подробном описании) путей усовершенствования этой продукции.

4.7. Этап технического анализа

На этом этапе в очередной «комнате» «дома качества» в верхней строке субтаблицы 8 были проставлены единицы измерения для каждой технической характеристики продукции. Например, за единицу измерения характеристики «массовая доля нелетучих веществ» принят процент (%), характеристики «твердость пленки» — условная единица (усл. ед.), а характеристики «стойкость пленки к статическому воздействию воды» — час (ч). С использованием этих единиц измерения во второй и третьей строках субтаблицы 8 приведены значения технических характеристик «нашей» и конкурирующей продукции. В частности, после испытаний на морозостойкость на покрытии из «нашей» эмали ПФ-115 белого цвета появились мелкие трещины, а у конкурирующей эмали лишь уменьшился глянец. При стати-

ческом воздействии воды на покрытия из «нашей» эмали ПФ-115 белого цвета дефекты появляются через два часа, а в случае эмали конкурента — через четыре.

4.8. Этап определения целевых значений технических характеристик продукции

Целевые значения технических характеристик продукции определяют на основе имеющихся данных с учетом их приоритетности. Целевые значения имеют непосредственное отношение к улучшению технических характеристик продукции, к которому стремятся менеджеры, поэтому команды проектировщиков в дальнейшем должны осуществлять эти улучшения. В рассматриваемом нами примере главный упор сделан в основном на улучшение следующих характеристик:

- стойкость покрытия к статическому воздействию воды (18 %);
- термостойкость (12 %);
- укрывистость высушенной пленки (11 %).

4.9. Рекомендации по улучшению эмали ПФ-115 белого цвета

QFD-команда, занимавшаяся выполнением проекта усовершенствования процесса производства эмали ПФ-115 белого цвета, помимо первого «дома качества», представленного на рис. 3, построила второй, третий и четвертый «дома качества» и с их помощью выработала рекомендации, приведенные ниже. В связи с тем, что эмаль ПФ-115 белого цвета используется для окраски металлических и деревянных изделий, эксплуатирующихся в атмосферных условиях, в первую очередь необходимо улучшить стойкость покрытия к статическому воздействию воды и его термостойкость. При построении последующих «домов качества» QFD-команда пришла к решению, что эти улучшения могут быть достигнуты путем замены мела, ранее применявшегося в качестве наполнителя, на микро-рамор. А для того чтобы улучшить укрывистость высушенной пленки, было рекомендовано использовать пигмент с более высокой белизной и со специальной формой частиц (игольчатой или чешуйчатой).

Для улучшения ожидания потребителя «блеск пленки» и технической характеристики «степень перетира» необходимо изменить режим введения пленкообразователей в пасту в ходе процесса замеса. Первоначально следует вводить не свыше 60 % пленкообразователя, что обеспечивает более эффективное смачивание пигмента и наполнителя. Кроме того, необходимо ввести в технологию стадию «вызревание пигментной пасты» (после предварительного смешивания в течение 5—6 часов при температуре 20—35 °С), что ускоряет процесс диспергирования и позволяет снизить энергозатраты. Для вызревания пасты рекомендуется контролировать температуру воды-теплоносителя, которая должна быть близка к 40 °С. Для снижения вероятности возникновения несоответствий было рекомендовано производить пересчет рецептуры на компьютере, что повысит точность и надежность расчетов, позволит уменьшить вероятность брака.

Диссоolver должен быть снабжен бесступенчатым вариатором скорости, позволяющим менять число оборотов от 0 до 2500 об/мин, так как пигментную пасту предварительно смешивают при скорости мешалки 400 об/мин, а диспергируют при скорости 2,0—2,5 тыс. об/мин.

Приведенный пример построения первого «дома качества» позволил получить необходимое представление о практическом применении QFD-методологии. Построения второго, третьего и четвертого «домов качества» выполняются аналогично.

Литература

1. Пономарев С. В., Мищенко С. В., Белобрагин В. Я., Самородов В. А., Герасимов Б. И., Трофимов А. В., Пахомова С. А., Пономарева О. С.. Управление качеством продукции: Учебн. пособие. - Москва: РИА «Стандарты и качество», 2005. - 248 с.
2. Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 212 с.
3. Розова Н.К. Управление качеством: Учебн. пособие.– СПб: Питер, 2002.–224 с.
4. Управление качеством: Учебник для вузов / С.Д. Ильенкова, Н.Д. Ильенкова, В.С. Мхитарян и др. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1999. –199 с.

**РАЗВЕРТЫВАНИЕ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА
(QFD - методология)
Методическое руководство по дисциплине «Управление качеством»
для студентов специальности 552201.02
«Стандартизация и сертификация»**

Составитель *Алмаматов М.З.*

Редактор *Дмитриенко К.М.*
Тех. редактор *Бейшеналиева А.И.*

Подписано к печати 16.07.2010 г. Формат бумаги 60x84¹/₁₆.
Бумага офс. Печать офс. Объем 1,25 п.л. Тираж 40 экз. Заказ 105 Цена 26,5 с.

Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ «Техник» КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43

e-mail: beknur@mail.ru