



УДК 65.01:65.018.02

Е.М. Вологжанина

## УЧЕТ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКЦИИ ПРИ СТРУКТУРИРОВАНИИ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА

Е.М. Vologzhanina

### THE ACCOUNTING OF MUTUAL INFLUENCE OF PRODUCT ENGINEERING CHARACTERISTICS IN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

Предложена процедура количественной оценки влияния связи между характеристиками продукции, необходимая для снижения уровня субъективности оценок экспертов при обеспечении баланса между требованиями потребителей и возможностями изготовителя продукции методом структурирование функции качества (СФК).

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА, ИНЖЕНЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЕ ТРЕБОВАНИЕ, РАНЖИРОВАНИЕ, ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ.

The quantitative assessment procedure of impact of relation between product characteristics was submitted in the article, which is needed to reduce the level of expert subjective judgment in providing balance between customer requirements and producer possibilities by Quality Function Deployment (QFD).

QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT, ENGINEERING CHARACTERISTICS, CUSTOMER REQUIREMENTS, RANKING, EXPERT JUDGMENT.

Проблема обеспечения баланса между технологическими возможностями фирмы-изготовителя и требованиями потребителей возникает достаточно часто [1].

Эффективным методом решения этой проблемы является структурирование (развертывание) функции качества – *Quality function deployment* (СФК (РФК), QFD).

Традиционно смысл СФК состоит в том, что в форме «дома качества», представленном в таблице 1, строится совокупность таблиц, также называемая «матрицей СФК».

В статье предлагается при затруднении выбора целевых значений инженерных характеристик продукции из-за большого числа связей между инженерными характеристиками продукта проводить дополнительные вычисления коэффициента важности и направления изменения инженерной характеристики.

Предположим, что в ходе проведения СФК выяснилось, что значение одной инженерной характеристики необходимо увеличить. Однако ее увеличение приведет к ухудшению с точки зрения потребителей других характери-

стик. В этом случае перед разработчиками появляется проблема сбалансирования значений инженерных характеристик таким образом, чтобы добиться максимального удовлетворения требований потребителей при известных ограниченных ресурсах производителя.

Подобный вариант представлен на рис. 1. Характеристика *A* имеет отрицательную тесноту связи с характеристиками *B* и *C*. При этом потребительские требования направлены на увеличение значений всех трех характеристик. Но одновременно эти требования изготовитель выполнить не может.

На практике ситуация бывает намного сложнее показанного примера, так как теснота связи между инженерными характеристиками может иметь разные значения, а одна характеристика может иметь множество связей – и отрицательных, и положительных. И все эти ситуации необходимо учесть при выборе окончательных значений инженерных характеристик.

Существует два подхода к решению таких задач. В первом согласно [2, 3] эксперты при-

нимают решения исходя из собственных представлений о показанных в матрице СФК значениях коэффициентов тесноты связи между инженерными характеристиками, стараясь сбалансировать требования с учетом известных ограниченных ресурсов производителя. Во втором согласно [4] для разрешения возникающих противоречий используются «творческие» методы решения проблем. Однако оба этих приема требуют затрат времени.

В статье предлагается подход, который позволяет экспертам основываться не только на собственных представлениях о связи между инженерными характеристиками, но и использовать процедуру количественной оценки влияния этой связи.

Предположим, что есть такая инженерная характеристика  $m$ , у которой все значения

$t_{mj} = 1$  (то есть она значительно влияет на все инженерные характеристики), а значение всех  $b_j \geq 0$ . Теоретически это возможно и означало бы, что максимизация значения этой инженерной характеристики влекла бы максимизацию значения всех других инженерных характеристик и, соответственно, степени удовлетворения потребительских требований. Если бы такая инженерная характеристика существовала, то очевидно, что это была бы самая важная характеристика данной продукции.

Если есть такая инженерная характеристика  $m$ , у которой все значения  $t_{mj} = 0$ , кроме  $t_{mm} = 1$ , то такая инженерная характеристика не имеет влияния на другие инженерные характеристики, то есть ее изменение имеет только прямое влияние ( $bm$ ) на изменение значения степени удовлетворения потребительских

Т а б л и ц а 1

Общий вид совокупности таблиц в методе СФК

Потребит. требование	Вес потребит. требован.	Инженер. хар-ка 1	Инженер. хар-ка 2	Инженер. хар-ка 3	...	Инженер. хар-ка M	Профиль компании на рынке				
Потребит. требование 1	$v_1$	$r_{11}$	$r_{12}$	$r_{13}$	...	$r_{1M}$	▲	○		■	
Потребит. требование 2	$v_2$	$r_{21}$	$r_{22}$	$r_{23}$	...	$r_{2M}$	▲	■		○	
Потребит. требование 3	$v_3$	$r_{31}$	$r_{32}$	$r_{33}$	...	$r_{3M}$			○	▲	■
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Потребит. требование N	$v_N$	$r_{N1}$	$r_{N2}$	$r_{N3}$	...	$r_{NM}$	▲			○	■
Средневзвешенное значение коэф. тесноты связи каждой инженерной хар-ки $j$ со всеми потребит. требованиями ( $b_j$ )		$b_1$	$b_2$	$b_3$	...	$b_M$	1	2	3	4	5
Размерность характеристики											
Принятые значения характеристик продукта, намеченного к выпуску											

где  $i$  – номер потребительского требования ( $i = 1, 2, \dots, N$ );  $v_i$  – вес  $i$ -го потребительского требования;  $j, d$  – номер инженерной характеристики ( $j, d = 1, 2, \dots, M$ );  $r_{ij}$  – теснота связи  $r_{ij}$  между  $i$ -м требованием потребителя и  $j$ -ой характеристикой продукции;  $b_j$  – средневзвешенное значение коэффициента тесноты связи инженерной характеристики  $j$  со всеми потребительскими требованиями;  $t_{jd}$  – теснота связи между  $j$ -ой и  $d$ -ой инженерными характеристиками продукта

требований.

Однако если есть такая инженерная характеристика  $m$ , у которой все значения  $t_{mj}=1$ , но при этом значения  $-1 \leq b_j \leq 1$  (некоторые инженерные характеристики продукции необходимо максимизировать, а некоторые минимизировать), то максимизация значения этой инженерной характеристики влекла бы максимизацию значений всех других инженерных характеристик и, соответственно, изменение степени удовлетворения потребительских требований, зависящее от  $\sum_{j=0}^M b_j$ .

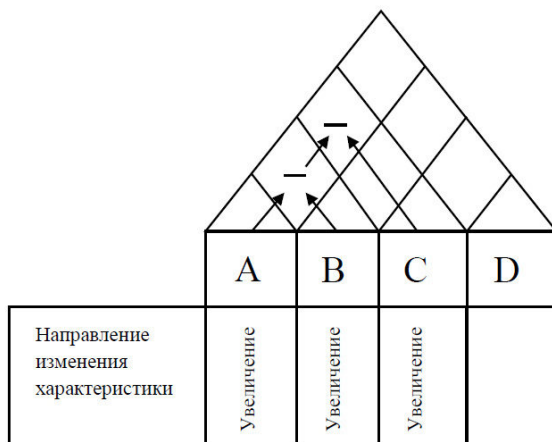


Рис. 1. Конфликт между потребительскими требованиями и коэффициентами корреляции инженерных характеристик.

Например, если значение  $\sum_{j=1}^M b_j = 0$ , то это означает, что либо все характеристики не важны (все  $b_j=0$ ), либо что положительные и отрицательные значения  $b_j$  компенсируют друг друга. Причем, так как значения  $\sum_{b_j \geq 0} b_j = \sum_{b_j \leq 0} b_j$ , то значение степени удовлетворения потребительских требований не изменится при любом изменении значения инженерной характеристики  $m$  (так как некоторые характеристики в этом случае будут приближать свое значение к требуемому потребителем, а другие, наоборот, отдалять).

Если значение  $\sum_{j=1}^M b_j > 0$ , то это означает, что наиболее важные инженерные характеристики в данной ситуации необходимо максимизировать, чтобы удовлетворить потребительские требования.

Поскольку  $t_{mj}=1$ , для увеличения степени удовлетворения потребительских требований в

этой ситуации необходимо максимизировать значение  $m$  инженерной характеристики.

В случае если  $\sum_{j=1}^M b_j < 0$ , необходимо минимизировать значение инженерной характеристики.

Однако ситуации, когда все значения  $t_{mj}=1$  или  $t_{mj}=0$ , а следовательно, понятно как изменять значения инженерных характеристик, бывают очень редко. Поэтому необходимо ввести такой вектор  $k$ , составляющая  $k_d$  которого показывала бы важность и направление изменения  $d$ -й инженерной характеристики с учетом тесноты ее связи с другими инженерными характеристиками, а также важности последних. Для ее расчета предлагается использовать формулу

$$k_d = \sum_{j=1}^M b_j \times t_{jd}.$$

В случае, когда все  $t_{mj}=1$ ,  $k_d = \sum_{j=1}^M b_j$ . Что соответствует рассмотренным выше случаям.

При значении  $t_{mj}=0$  (кроме  $t_{mm}=1$ ),  $k_d = b_m \times t_{mm} = b_m$ . То есть также отражает рассмотренные выше случаи.

На основании величины  $k_d$  инженерные характеристики ранжируют по важности и определяют направление изменения каждой из них. При этом самой важной будет инженерная характеристика, значение  $k_d$  которой по модулю наибольшее, а знак этой величины будет показывать необходимость максимизировать (в случае положительной величины) или минимизировать (в случае отрицательной величины) значение  $d$ -й инженерной характеристики. Приоритет изменения имеют инженерные характеристики с наибольшим рангом.

Существенно, что для расчета величины  $k_d$  не требуется сбор дополнительной информации – вся необходимая информация собирается в стандартном алгоритме СФК.

Апробация предложенного алгоритма была произведена на примере портативного аппарата искусственной вентиляции легких (ИВЛ), предназначенного для проведения искусственной, вспомогательной вентиляции лёгких и оксигенотерапии кислородом и кислородно-воздушной смесью в условиях выездной службы интенсивной терапии и реанимации. Итоговые распределения рангов инженерных ха-

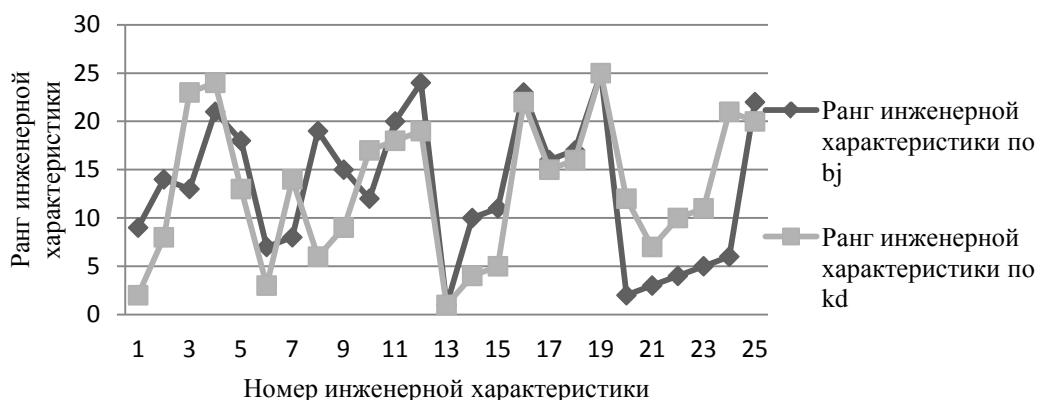


Рис. 2. Распределение рангов инженерных характеристик в зависимости от величины, относительно которой идет ранжирование, на примере аппаратов ИВЛ.

рактических характеристик в зависимости от величины, относительно которой идет ранжирование, представлены на рис. 2.

Исходя из рис. 2 можно заметить, что общая тенденция ранжирования инженерных характеристик по обеим величинам в большинстве точек сохраняется. Это означает, что предложенная методика не дает кардинально нового подхода к ранжированию в методе СФК, а лишь дополняет и уточняет отдельные случаи невнимания разработчиков продукции к взаимовлиянию инженерных характеристик, уменьшая при этом время, необходимое для заполнения матрицы СФК.

Таким образом, если в соответствии с [2 – 10], ключевым этапом анализа по методу СФК является нахождение  $b_j$ , которое определяет важность инженерной характеристики в зависимости от ее связи с потребитель-

скими требованиями и их важности для потребителя, то в предлагаемом методе кроме вышеназванных величин учитывается еще и влияние инженерных характеристик друг на друга.

Предложенный метод расчета значений инженерных характеристик разрабатываемой продукции учитывает и требования потребителей, и тесноту связей между инженерными характеристиками с помощью несложных вычислений. Для определения конечных значений инженерных характеристик не требуется проведение множества итераций. Таким образом, этот метод не только сокращает время заполнения матрицы СФК, но и уменьшает возможность ошибки вследствие влияния субъективности человеческого фактора при выборе значений инженерных характеристик.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харрис Д. Статья о различии начальной концепции и конечного результата при проектировании программного продукта [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rttswb.com/interactive/blogs/viewComment.jsp?bid=32&bun=jharris&bc=Jon%20Harris> Размещено 06.02.2008. Ознакомлена 30.08.2013.
2. Хойзер Дж.Р., Клозинг Д. Дом качества // Курс на качество. – 1992. – №1 – С. 85-102.
3. Шалдыкин В.П. К качеству - через функции качества // Автомобильная промышленность. – 2006. – № 10. – С. 25 – 26.
4. Адлер Ю.П. Качество и рынок: или как

- организация настраивается на обеспечение требования потребителя // Методы менеджмента качества. – 1999. – №8 – 12.
5. Хеншалл Э. Структурирование функции качества – инженерное проектирование, сконцентрированное на требованиях потребителя // Курс на качество. – 1992. – № 1. – С. 126 – 140.
6. Макэлрой Д. Построение дома качества [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.inventech.ru/lib/sfq/sfq-0001/> Ознакомлена 30.05.2013.
7. Кузьмин А.М. История возникновения, развития и перспективы использования развер-



тивания функции качества // Методы менеджмента качества. – 2002. – № 1, 2.

8. **Барт Т.В.** Управление качеством – М.: МИЭМП, 2010 – 256 с.

9. **Разу М.Л.** Дом качества: метод структурирования нужд и желаний потребителя [Элек-

тронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.elitarium.ru/2009/04/29/kachestva.html>. Размещено 29.04.2009. Ознакомлена 30.05.2013.

10. **Розно М.И.** QFD: анализируем требования потребителей // Методы менеджмента качества. – 2011. – № 7 – С. 4-10.

## REFERENCES

1. **Kharris D.** Statya o razlichii nachalnoy kontseptsii i konechnogo rezultata pri proyektirovanii programmnogo produkta [Электронный ресурс] – Access mode: <http://www.rttweb.com/interactive/blogs/viewComment.jsp?bid=32&bun=jharris&bc=Jon%20Harris>. 30.08.2013.

2. **Khoyzer Dzh.R., Klozing D.** Dom kachestva // Kurs na kachestvo. – 1992. – №1 – s. 85-102.

3. **Shaldykin V.P.** K kachestvu - cherez funktsii kachestva // Avtomobilnaya promyshlennost. – 2006. – № 10 – s. 25-26.

4. **Adler Yu.P.** Kachestvo i rynek: ili kak organizatsiya nastraivayetsya na obespecheniye trebovaniya potrebitelya // Metody menedzhmenta kachestva. – 1999. – №8 – 12.

5. **Khenshall E.** Strukturirovaniye funktsii kachestva – inzhenernoye proyektirovaniye, skontse-ntrirovannoye trebovaniyakh potrebitelya // Kurs na

kachestvo. – 1992. – №1 – S. 126– 140.

6. **Makelroy D.** Postroyeniye doma kachestva [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.inventech.ru/lib/sfq/sfq-0001/> 30.05.2013.

7. **Kuzmin A.M.** Istoriya voznikoveniya, razvitiya i perspektivy ispolzovaniya razvertyvaniya funktsii kachestva // Metody menedzhmenta kachestva. – 2002. – N1,2.

8. **Bart T.V.** Upravleniye kachestvom – М.: МИЭМП, 2010 – 256 с.

9. **Razu M.L.** Dom kachestva: metod strukturirovaniya nuzhd i zhelaniy potrebitelya [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: [http://www.elitarium.ru/2009/04/29/dom\\_kachestva.html](http://www.elitarium.ru/2009/04/29/dom_kachestva.html). Razmeshcheno. 30.05.2013.

10. **Rozno M.I.** QFD: analiziruyem trebovaniya potrebiteley // Metody menedzhmenta kachestva. – 2011. – № 7 – P. 4 – 10.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

**ВОЛОГЖАНИНА Екатерина Михайловна** – аспирант; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: [Vahrusheva\\_katya@bk.ru](mailto:Vahrusheva_katya@bk.ru)

**VOLOGZHANINA Ekaterina M.** – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: [Vahrusheva\\_Katya@bk.ru](mailto:Vahrusheva_Katya@bk.ru)