УДК 519.6

Оценка и управление показателями качества при создании основных видов продукции. Модельный эксперимент (на материалах монографии Ю.И. Ребрина «Управление качеством»)

Шихалёв А.М.
Кандидат экономических наук, доцент кафедры географии и картографии
Казанского (Приволжского) федерального университета

Ахметова И.А.
Кандидат экономических наук,
доцент кафедры экономики производства
Казанского (Приволжского) федерального университета

Хамидуллина Г.Р.
Доктор экономических наук, профессор кафедры управления качеством
Казанского (Приволжского) федерального университета

Воронцов Д.П.
Ассистент кафедры управления качеством
Казанского (Приволжского) федерального университета

Перечень показателей качества всех видов выпускаемой продукции и закрепление тех или иных показателей за конкретным видом продукции в соответствии с их степенью важности является постоянной актуальной проблемой как для производителей продукции, так и для ее потребителей, юридических и физических лиц. В работе предпринята попытка объективировать не только перечень обязательных показателей качества для основных видов продукции («изделия» и «неизделия»), но и общее и отдельное для каждого вида показателя качества в соответствии с выявленными приоритетами. В результате разработана так называемая «нормативная решетка» показателей качества в соответствии со своими приоритетами для основных видов выпускаемой продукции.

Ключевые слова: показатели качества, виды продукции, матрица инцидентности, нечеткие фреймы, контент-анализ, кластерный анализ, дерево решений, волновой алгоритм, ранжированные отклики показателей качества и видов продукции.

Постановка задачи. Разработка надежной и удобной методики оценки уровня качества произведенной продукции, адаптированной к меняющимся рыночным условиям, является постоянной актуальной задачей производителей всех видов товаров (услуг). Накопленный опыт изучения и измерения качества продукции находит отражение во многих исследованиях. Так, в исследовании отмечается, что «оценка уровня качества продукции может производиться дифференциальным или комплексным методами. При применении дифференциального метода производится сопоставление единичных показателей качества новой продукции с идентичными базовыми показателями качества, а при комплексном – фактических комплексных показателей с базовыми комплексными показателями» [1, с. 34]. Далее автор указывает на числовые значения показателей качества, устанавливаемые на основе объективных и субъективных методов различного назначения и возможностей. Затем, согласно ГОСТ 22851-77, устанавливает следующую номенклатуру основных 10 групп показателей качества по характеризуемым ими свойствам продукции, приведенных в графе 1 по строкам таблицы 1, по столбцам которой дифференцированно перечисляются варианты расходования произведенной продукции как при использовании, так и при расходовании ею своего отпущенного ресурса.

В таблице 1 приведен пример использования некоторых основных показателей для продукции, расходуемой при использовании и расходующей свой ресурс. Причем из 10 групп показателей качества автором [1] выбраны шесть (показатели назначения, стандартизации и унификации, патентно-правовые и экономические из табл. 1 во внимание не приняты, но дополнены показателями функциональной пригодности и ресурсопотребления; всего 13 показателей) по отношению изначально к двум объектам исследования, содержание которых было детализировано до пяти объектов (наименования столбцов табл. 1).

Тогда проблема может быть сформулирована так: оценить степень важности приведенных в таблице 1 видов продукции по отношению к требованиям показателей качества, другими словами, какими видами качества должны быть обеспечены соответствующие виды продукции.

Метод решения задачи. На основе информации, приведенной в таблице 1, можно построить матрицу инцидентности в качестве одной из форм представления графа, в котором указываются связи между его инцидентными элементами – ребро, дуга, вершина. При этом столбцы матрицы соответствуют ребрам, строки – вершинами [2]. Таким образом, таблица 1 является одной из форм экспликации содержания исходной информации, в которой строки (показатели качества) представлены в виде множества $X = \{xi\}$, $i = 1$, $n = 13$, а графы таблицы (виды продукции) – в виде множества $Y = \{yj\}, j = 1, m = 5$ как фреймов.

Тогда исследуемую причинно-следственную связь (показатели качества → виды продукции) можно представить как отображение множества показателей качества X на множество видов продукции Y (в табл. 2 отмечены знаками «+» и «(+)»). То есть, с одной стороны, автор монографии [1] делает попытку создать наиболее полную картину, резуль-

Таблица 1

Применяемость некоторых показателей качества продукции по ее видам[1]

Показатели качества продукции	Продукция, расходуемая при использовании			Продукция, расходующая свой ресурс	
	Сырье и природное топливо	Материалы и продукты	Расходуемые изделия	Ремонтируемые изделия	Неремонтируемые изделия
1	2	3	4	5	6
1. Функциональной пригодности	+ / 1	+ / 1	+ / 1	+ / 1	+ / 1
2. Надежности:	+ / 1	+ / 2	+ / 1	(+) / 2	(+) / 2
3. Безотказности	-	-	(+) / 2	+ / 1	+ / 1
4. Долговечности	-	-	(+) / 2	+ / 1	+ / 1
5. Ремонтопригодности	-	-	(+) / 2	-	+ / 1
6. Сохраняемости	+ / 1	+ / 1	+ / 1	+ / 1	(+) / 2
7. Эргономичности	-	-	+ / 1	(+) / 2	(+) / 2
8. Эстетичности	(+) / 2	(+) / 2	(+) / 2	(+) / 2	(+) / 2
9. Технологичности в производстве	+ / 1	+ / 1	+ / 1	+ / 1	+ / 1
10. Технологичности при применении	(+) / 2	(+) / 2	+ / 1	(+) / 2	+ / 1
11.Ресурсопотребления	-	-	-	(+) / 2	(+) / 2
12. Безопасности	(+) / 2	(+) / 2	(+) / 2	(+) / 2	(+) / 2
13. Экологичности	(+) / 2	(+) / 2	(+) / 2	(+) / 2	(+) / 2

[1] Знак «+» означает применяемость, знак «-» – неприменяемость, знак «(+)» – ограниченную применяемость некоторых групп данного вида продукции.

таты которой представлены в шкале наименований с косвенным указанием на их значимость в пределах каждого фрейма. С другой стороны, такой не-ГОСТовский показатель качества, как «функциональная пригодность», принадлежащий в равной степени всем исследуемым объектам-фреймам без каких-либо градаций даже в плане приведенного в конце таблице 1 «Приложения», свидетельствует скорее не о неком особенном понятии (здесь – одного из показателей качества), сколько о понятии их как характеризующих сторон (атрибутов), далеко выходящих за область, очерченную самим же исследователем в виде пяти видов продукции. Иначе говоря, такой показатель качества, как «функциональная пригодность» можно соотнести с любым предметом, даже не прошедшим технологические этапы производства. Следовательно, показатель скорее характеризует общие требования к любой продукции/услуге и уникальной характеристикой пяти выделенных для изучения видов продукции быть вряд ли может.

Те же суждения, очевидно, можно отнести и к уже таким ГОСТовским показателям качества, как «безопасность» и «технологичность в производстве». Обеспечение «технологичности в производстве» в таблице 1 носит скорее декларативный, чем продуктивный характер, поскольку требование технологичности подразумевает заметное снижение себестоимости продукции при прочих равных условиях. Поэтому оставление такого требования к качеству в сводной таблице не является уникальным даже в смысле весомости для всех рассматриваемых видов продукции.

Так, качествам «безопасности», равно как и «эстетичность», «экологичность», автором в таблице 1 для всех видах продукции отводится не самое главное место, так как оба качества отмечены признаком важности в виде «(+)» (см. «Примечание» к табл. 1), и они также могут быть исключены из модели. Однако процесс критического оценивания справедливости экспертного заполнения таблицы 1 имеет и положительные аспекты: атрибут, принадлежащий всем объектам (фреймам), но имеющий разную степень значимости в определении каждого из них, для последующего моделирования авторами статьи справедливо оставляется. С учетом данных соображений матрицу инцидентности таблицы 1 можно привести к виду таблицы 2.

Скорректированная таблица 2 по отношению к таблице 1 может послужить источником исходных данных для авторской компьютерной системы [4]. Тогда таблица 2 примет следующий рабочий вид (см. табл. 3).

В силу проведенных ранее рассуждений множество альтернатив X существенно сократилось: $X = \{xi\}$, $i = 1, n = 8$. При этом число фреймов осталось прежним: $Y = \{yj\}$, $j = 1, m = 5$. Таким образом, множество фреймов с определяющими их атрибутами (сторонами понятия, выраженное именами фреймов) сформировано.

Моделирование матрицы инцидентности и решение задачи. Содержание таблицы 3 заносится в качестве исходных данных в авторскую компьютерную систему [4]. Далее приводится содержание этапов решения поставленной задачи – установление связи между показателями качества продукции и ее возможными видами.

Таким образом, нами произведено отображение множества оставшихся элементов X на множество элементов $У$:

$$f_i: X \rightarrow Y \qquad (1)$$

То есть по своему характеру таблица 3, как и исходная таблица 1, является матрицей инцидентности [2], которая моделирует неориентированный граф, вершины которого обозначены столбцами рабочей части таблицы, а ребра – строками. Связи между ними назначены автором [1] экспертно таким образом, что в первом приближении могут послужить степенью значимости атрибутов (сторон) совокупности фреймов М. Минского (1974 г.) как минимальные описания объектов, имена которых представлены наименованиями соответствующих столбцов таблицы 1. Тогда совокупность таких фреймов мож-

Таблица 2

Таблица исходных данных для компьютерной системы [4]

Показатели качества продукции	Продукция, расходуемая при использовании			Продукция, расходующая свой ресурс	
	Сырье и природное топливо	Материалы и продукты	Расходуемые изделия	Ремонтируемые изделия	Неремонтируемые изделия
1	2	3	4	5	6
1. Надежности:	+ / 1	+ / 2	+ / 1	(+) / 2	(+) / 2
2. Безотказности	-	-	(+) / 2	+ / 1	+ / 1
3. Долговечности	-	-	(+) / 2	+ / 1	+ / 1
4. Ремонтопригодности	-	-	(+) / 2	-	+ / 1
5. Сохраняемости	+ / 1	+ / 1	+ / 1	+ / 1	(+) / 2
6. Эргономичности	-	-	+ / 1	(+) / 2	(+) / 2
7. Технологичности при применении	(+) / 2	(+) / 2	+ / 1	(+) / 2	+ / 1
8.Ресурсопотребления	-	-	-	(+) / 2	(+) / 2

Таблица 3

Итоговая матрица инцидентности для компьютерной системы [4]

Показатели качества продукции	Продукция, расходуемая при использовании, места (ранги)			Продукция, расходующая свой ресурс, места (ранги)	
	y_1 – сырье и пр.топливо	y_2 – матер. и продукты	y_3 – расходуемые изделия	y_4 – ремонт. изделия	y_5 – нерем. издел.
X1. Надежность:	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**
X2. Безотказность			**2**	**1**	**1**
X3. Долговечность			**2**	**1**	**1**
X4. Рем.пригодн.			**2**		**1**
X5. Сохраняемость	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**
X6. Эргономичность			**1**	**2**	**2**
X7. Техн.применения	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
X8. Ресурсопотр.				**2**	**2**

но выразить средствами известной нотации Бэкуса – Наура (НБН) [3]:

$$\textit{Фрейм}_j ::= < \textit{имя}_j, \textit{атрибуты}_{ji}, \textit{характеристики}_{jih} > \quad (2)$$

На основе общего вида НБН (2), применительно к предмету работы, можно обратиться к авторской концепции нечетких фреймов [4] применительно к исследуемой проблеме в терминах таблицы 3:

$$\textit{Фрейм} ::= < Y_j \textit{ (вид продукции)}, X_{ji} \textit{ (показатели качества)}, \textit{характеристики}_{jih} \textit{ (веса } w_{ij}\textit{, степени принадлежности } \mu\,(x_{ij})/(x_{ij}) > \quad (3)$$

В случае представления таблицы 3 в виде совокупностей нечетких фреймов вида (2) необходимо произвести взвешивание атрибутов в каждом фрейме путем отображения уже имеющейся экспертной информации, представленной в таблице 1, в первом приближении в порядковую (ранговую) шкалу по правилу: атрибуту с экспертным мнемоническим знаком «+» присваивать значения первого ранга, а отмеченных знаком «(+)» – второго. В результате – получим дополнение к таблице 1 в виде проставленных рангов.

Разумеется, при более подробном анализе градация в ранговой шкале может быть повышена за счет уточнения содержания значимости каждого атрибута в имени каждого фрейма. Однако даже в первом приближении, на наш взгляд, степени важности как самих фреймов, так и атрибутов, входящих в их состав, смогут выявить обобщенную картину с некоторой, допустимой для практики, точностью.

Далее необходимо отобразить полученные ранги в весовые показатели

$$f_2 : \textit{Ранги} \rightarrow \textit{веса} \quad (4)$$

Подобные преобразования f находятся на известных оценках Фишберна вида:

$$w_{ij} = \frac{2 \cdot (n - j + 1)}{n \cdot (n + 1)} \quad (5)$$

Однако применение оценок Фишберна (5) предназначено для рядов ранговых оценок, не имеющих групп связанных рангов, в отличие от рядов порядковых оценок в пределах каждого фрейма таблицы 1, вследствие чего используется модифицированная версия формулы (5). Веса атрибутов в пределах фрейма представляют собой полную группу событий и их суммарный вес равен строго единице.

Далее работа с авторской компьютерной программой предполагает организацию ввода исходных данных, согласно таблице 1 – имен фреймов, их атрибутов с их порядковыми местами, организуется отображение (3) и осуществляется собственно решение. Решение состоит из следующих этапов:

1. Проводится контент-анализ содержания фреймов методом попарного анализа. Если под сравнение при сплошном переборе попадают атрибуты обоих фреймов, то их веса (ненормированные степени принадлежности) накапливаются путем суммирования для каждого фрейма в отдельности, то есть осуществляется логический анализ совместимых понятий по их логическому объему и содержанию.

2. Результат контент-анализа содержания фреймов выражается в форме матрицы взаимных влияний W, элементы которой отражают рефлексивные и, в общем случае, несимметричные отношения:

$$W = \begin{array}{c} \\ y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \end{array} \\ \begin{vmatrix} 1 & 1{,}000 & 1{,}000 & 1{,}000 & 1{,}000 \\ 1{,}000 & 1 & \mathbf{1{,}000} & 1{,}000 & 1{,}000 \\ 0{,}456 & \mathbf{0{,}456} & 1 & 0{,}868 & 0{,}998 \\ 0{,}422 & 0{,}422 & 0{,}867 & 1 & 1{,}000 \\ 0{,}361 & 0{,}361 & 0{,}869 & 0{,}869 & 1 \end{vmatrix} \end{array} \quad (6)$$

Характер приведенных в $W = |w_{jk}|$, $(j \neq k)$ рефлексивных несимметричных отношений можно показать на двух любых объектах, например, на примере объектов Y_2 = «Материалы и продукты» и Y_3 = «Расходуемые изделия». Если объект Y_2 «похож» на объект Y_3 со степенью 1,000, то объект Y_3 «похож» на объект Y_2 со степенью 0,456 (элементы данного примера выделены в матрице W шрифтом).

3. На основе содержания матрицы W осуществляется преобразование ее элементов – находятся отношения пересечения элементов к их объединению за вычетом пересечения с созданием рефлек-

сивных симметричных отношений в виде матрицы сходства S, что можно представить в виде следующей аналитической конструкции:

$$S_{jk} = \frac{w_{ij} \cap w_{ik}}{w_{ij}\ U\ w_{ik} \setminus w_{ij} \cap w_{ik}} \qquad (7)$$

Выражение (7) приведено в терминах теории множеств, алгебраическое содержание которого может быть выражено, согласно проф. С.А. Орловскому [5], в алгебраической интерпретации следующим образом:

$$S_{jk} = \frac{w_{ij} \cdot w_{ik}}{w_{ij} + w_{ik} - w_{ij} \cdot w_{ik}} \qquad (8)$$

На примере w_{12} и w_{21} (в матрице W выделены шрифтом) соответствующие элементы матрицы сходства s_{23} и s_{32} (причем $s_{23} = s_{32}$) по формуле (8) могут быть найдены как

$$S_{23} = \frac{1{,}000 \cdot 0{,}456}{1{,}000 + 0{,}456 - 1{,}000 \cdot 0{,}456} = 0{,}456 \quad (9)$$

Отношение (9) для наглядности среди элементов матрицы сходства S также выделены шрифтом:

$$W = \begin{array}{c|ccccc|} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \\ y_1 & 1 & 1{,}000 & 0{,}456 & 0{,}422 & 0{,}361 \\ y_2 & 1{,}000 & 1 & \mathbf{0{,}456} & 0{,}422 & 0{,}361 \\ y_3 & 0{,}456 & \mathbf{0{,}456} & 1 & 0{,}766 & 0{,}868 \\ y_4 & 0{,}422 & 0{,}422 & 0{,}766 & 1 & 0{,}869 \\ y_5 & 0{,}361 & 0{,}361 & 0{,}869 & 0{,}869 & 1 \end{array} \qquad (10)$$

Построенные отношения сходства (толерантности) служат исходной информацией для кластеризации области объектов множества $У$.

4. Кластеризация осуществляется по методике иерархической кластеризация (ИК) [6] с применением параметрического F_{CW} алгоритма с получением дендрограммы, на основе которой строится иерархическое «дерево решений» (ДР), в котором сумма всех взвешенных ветвей ДР строго равна единице. Процесс создания дендорограммы отражен в таблице 4.

С учетом степени сходства на одном иерархическом уровне (см. рис. 1) образовалось две общности (две группы) объектов – 1 и 2, которые должны быть названы как обобщения элементов в ДР (выделены шрифтом).

5. Информация, потерянная при преобразовании матрицы W с целью получения матрицы S как исходной информации для кластеризации, присоединяется к конечным ветвям («листьям») ДР с образованием семантической сети с последующей организацией «волнового алгоритма» и ранжированием откликов для обеих совокупностей – фреймов и составляющих их атрибутов.

Итак, построение ДР на основе кластеризации с получением дендрограммы, вид которой приведен в таблице 4, завершается построением самой его конструкции на иерархических уровнях, первым из которых являются обобщения соответствующих ветвей ДР. Верхние ветви рисунка 1 объединены термином «Изделия (устройства)», нижние ветви, объединяющие понятия материалы, продукцию, сырье и топливо, – термином «Неизделия (неустройства)», что в первом приближении видится авторами вполне адекватным полученной в таблице 4 и на рисунке 1 картине.

6. Взвешивание ветвей ДР на всех уровнях иерархии. Прежде всего необходимо взвесить две главные ветви: «Изделия» и «Неизделия». Если актуализируется вопрос о первом, ему должно присвоить 1 место, а второму блоку объектов – 2 место. Однако оба обобщения являются контекстно взаимосвязанными, если речь идет, например, о качественном топливе, что, в свою очередь, неизбежно связано с наличием высокотехнологичного химического производства (крекинг нефти и др.). И если потребности рынка на момент принятия решений определяются именно товарным топливом, нижнему блоку на рисунке 1, безусловно, необходимо определить приоритетное место из двух имеющихся, и наоборот. Поэтому будет целесообразным рассмотреть оба возможных сценария, когда поочередно верхний и нижний блоки-обобщения будут иметь разные приоритеты. Тогда по выражению (4) первому месту будет соответствовать вес, равный 0,667; второму: 1,000 – 0,667 = 0,333.

В отличие от проблемы взвешивания блоков ветвей ДР, оценка важности каждой из них в пределах того или иного блока может быть произведена с большей определенностью на момент принятия решений со стороны ЛПР. Так, среди объектов y_3, y_4 и y_5 выставленные на рисунке 1 приоритеты вряд ли окажутся спорными, поскольку неремонтируемые изделия y_5 предполагают наличие у них достаточно высокого качества по сравнению с двумя остальными, в то время как с расходуемыми изделиями y_3 по

Таблица 4

Процесс создания дендрограммы в результате кластеризации

Шаг ИК	Поведение объектов множества У	Степень сходства	Осталось объектов	Комментарии о поведении У
0	y_1, y_2, y_3, y_4, y_5	–	5	–
1	y_5 соединяется с y_4	0,869 > 0,5	4	$У_3$, $У_4$, $У_5$ – 1 группа
2	y_4, y_5 соединяется с y_3	0,766 > 0,5	3	
3	y_3, y_4, y_5 соединяется с y_2	0,361 < 0,5	2	$У_1$, $У_2$ – 2 группа
4	y_2, y_3, y_4, y_5 соединяется с y_1	0,360 < 0,5	1	

определению ясно: в случае потери ими работоспособности, они заменяются на заведомо исправные. Тогда изделия вида y_2 занимают среди рассмотренных видов некоторое промежуточное (здесь – второе) место. Согласно подобным логическим построениям, объект y_2 по праву займет 1 место в случае первого сценария, а y_2 – второе (см. рис. 1 для сценария 1), и наоборот. Перед посценарным введением весов в решающую компьютерную систему предпочтения, данные в порядковой шкале (ранговые) в сценарных вариантах ЛПР, необходимо отобразить в интервальной шкале (в значениях весов) для последующих расчетов, которые в иерархических структурах осуществляются по простому правилу: веса ветвей, входящих в кластеры, множатся на вес кластера по иерархии и затем складываются со сравнением с контрольной суммой, равной строго единице.

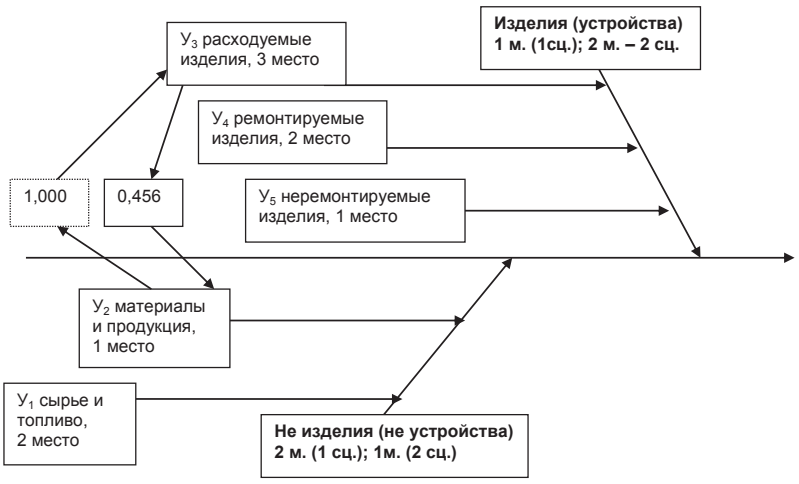

Рис. 1. «Дерево решений» с элементом семантической сети, связывающей y_2 и y_3

Для формирования необходимого выражения для учета весов групп объектов (кластеров) с учетом весов его ветвей в двухуровневой иерархии введем следующие обозначения и правила оперирования ими. Обозначим веса главных ветвей (кластеров) на рисунке 1 как v_l, $l = 1, nv = 2$ (кластера), которые в сумме должны составлять ровно единицу: $v_1 + v_l = 1{,}000$. Веса ветвей ДР второго уровня иерархии обозначим как u_{lk}, $l = 1, nv$; $k = 1, mv$ (в 1 кластере $mv = 3$, во 2-м – $mv = 2$). Для каждого кластера сумма весов входящих в него ветвей ДР составляет полную группу событий, то есть $\sum u_{lk} = 1{,}000$. Тогда расчетный вес каждой ветви ДР ω_{lk} (элемента исследуемого множества объектов У) будет равен их произведению

$$\boldsymbol{\omega_{lk} = v_l \cdot u_{lk}} \text{ – для каждого отдельного объекта рисунка 1} \quad (11)$$

После преобразования весов критериев всех уровней из порядковой шкалы в интервальную по формуле Фишборна (5), веса объектов исследования множества У примут следующий вид:

1. Для сценария 1, для которого вес первого блока (1 место) равен 0,6667; вес второго блока (2 место) равен 0,3333 по формуле (5)

$$\begin{aligned}
&\omega_{11} = v_1 \cdot u_{11} = 0{,}6667 \cdot 0{,}1667 = 0{,}1111;\\
&\omega_{12} = v_1 \cdot u_{12} = 0{,}6667 \cdot 0{,}3333 = 0{,}2222;\\
&\omega_{13} = v_1 \cdot u_{13} = 0{,}6667 \cdot 0{,}5000 = 0{,}3334;\\
&\omega_{21} = v_2 \cdot u_{21} = 0{,}3333 \cdot 0{,}6667 = 0{,}2222;\\
&\omega_{22} = v_2 \cdot u_{22} = 0{,}3333 \cdot 0{,}3335 = 0{,}1112;
\end{aligned} \quad (12)$$

В качестве верификации общего правила для ДР по (12): $\sum \omega_{lk} = 1{,}000$.

2. Для сценария 2, для которого вес первого блока (2 место) равен 0,3333; вес второго блока (1 место) равен 0,6667 по формуле (5)

$$\begin{aligned}
&\omega_{11} = v_1 \cdot u_{11} = 0{,}3333 \cdot 0{,}1667 = 0{,}0556;\\
&\omega_{12} = v_1 \cdot u_{12} = 0{,}3333 \cdot 0{,}3333 = 0{,}1111;\\
&\omega_{13} = v_1 \cdot u_{13} = 0{,}3333 \cdot 0{,}5000 = 0{,}1666;\\
&\omega_{21} = v_2 \cdot u_{21} = 0{,}6667 \cdot 0{,}3333 = 0{,}2222;\\
&\omega_{22} = v_2 \cdot u_{22} = 0{,}6667 \cdot 0{,}6667 = 0{,}4445;
\end{aligned} \quad (13)$$

В качестве верификации общего правила для ДР по (13): $\sum \omega_{lk} = 1{,}000$.

Тогда для первого сценария создания т.н. «решетки качества» (шкалы при оговоренных условиях), когда во внимание в первую очередь принимаются именно изделия (расходуемые, как предполагающие, так и не предполагающие ремонт) дальнейший результат работы компьютерной системы при учете весовых данных (12) будет выглядеть так, как приведено на рисунке 2. При этом имеем в виду, что отклики в ненормированных степенях принадлежности атрибутов и объектов нечетких множеств (веса) или в нормированных степенях принадлежности определяются не только взвешенными нами ветвями ДР, но и семантической сетью на его основе.

Результаты откликов созданной семантической сети на основе ДР (рис. 2) с учетом межветвевых связей на ДР (см. их фрагмент на рис. 1) приведены в диаграммах для обоих сценариев на рисунках 2 и 3.

Анализ и обсуждение результатов модельного эксперимента. Сравнительный анализ результатов, представленных на рисунках 2 и 3 для исследуемых объектов, представленных множеством У, и показателей качества, представленных множеством Х по обоим сценариям, показывает следующее.

1. Приоритеты объектов исследования при любом сценарии исследования, несмотря на их, в общем, непохожие веса в блоках информации (12) и (13), сохраняют относительно друг друга свое ранговое положение (разве что весовые показатели у объектов ко 2-му сценарию несколько снижаются). В целом, ранговая картина, отражающая порядок их взаимной важности, сохраняется (здесь их ранговая взаимосвязь отмечается знаком «>», что в нечетких вычислениях означает «не хуже»). В скобках (14)

указаны степени принадлежности для 1 и 2 сценариев, соответственно, – элементов множества $У = \{yi\}$, носителем которых оно и является:

Материалы и продукты (1.000; 1.000)
|| ***Сырье и природное топливо (0,999; 0,999)***
|| ***Ремонтопригодные изделия (0,788; 0,878)*** (14)
|| ***Ремонтируемые изделия (0,762; 0,880)***
|| ***Неремонтируемые изделия (0,713; 0,841)***

Однако показатели управления качеством $A_{ij} \in Y_i$ для сценариев 1 и 2 существенно отличаются. Так, для первого сценария, когда акцент направлен на изделия, и второго сценария, когда, наоборот, акцент на «неизделия», – приоритеты показателей качества как элементы носителя нечеткого множества $A_{ij} \in X$ выражены не столь одинаково.

Так, для сценария, ориентированного по направленности показателей качества на изделия (сценарий 1), картина, согласно рисунку 3, складывается следующая:

Сохраняемость (1,000)
|| ***Надежность (0,883)***
|| ***Технология применения (0,791)***
|| ***Эргономичность (0,395)***
|| ***Долговечность (0.393)*** (15)
|| ***Безотказность (0,363)***
|| ***Ремонтопригодность ((0,246)***
|| ***Ресурсопотребление (0,187)***

Для сценария 2, ориентированного на «неизделия», приоритеты показателей качества располагаются в отношении списка нестрогих предпочтений, в отличие от списка предпочтений (15), несколько иначе:

Сохраняемость (1,000)
|| ***Технология применения (0,883)***
≥ ***Надежность (0,883)***
|| ***Долговечность (0,637)***
|| ***Безотказность (0,637)*** (16)
|| ***Эргономичность (0,590)***
|| ***Ресурсопотребление (0,488)***
|| ***Ремнотопригодность» (0,404)***

Как видно из сравнения результатов моделирования по показателям качества, его показатели в рамках обоих сценариев из выражений отношений нестрогого порядка (15) и (16) в целом совпадают разве что в отношении показателей «Сохранность», «Надежность» и «Технология применения», тогда как другие показатели качества имеют специфические для сценариев приоритеты. Однако приоритетность таких показателей качества, как «Сохранняемость», «Надежность» и «Технология применения» являются общими для противоположных сценариев, в которых намеренно ставились акценты либо на «изделия», либо на «неизделия».

Таким образом, полученные результаты моделирования в рамках двух сценариев могут выступать в виде своеобразной «нормативной решетки» показателей качества для «изделий» и «неизделий», которые, как установлено в настоящей работе, имеют не только сходные, но и особенные, присущие только им показатели качества как отдельные стороны исследуемого явления.

Перспективы разработки данной темы. В основу исследования была принята матрица инцидентности автора монографии [1]. Поскольку приведенная матрица инцидентности имела избыточную для ненаправленного графа информацию, она была приведена к требуемому виду для дальнейшего моделирования. С учетом того, что в исходную матрицу (см. табл. 1), с одной стороны, не вошли ГОСТовские требования, но таблица была дополнена неГОСТовскими позициями, продолжение исследования, в том числе и в лингвистической шкале, возможно на оставшихся фрагментах с последующей нормализацией полученных результатов и дальнейшим их нормализованным объединением (в том числе разных подходов) к решению данной проблемы.

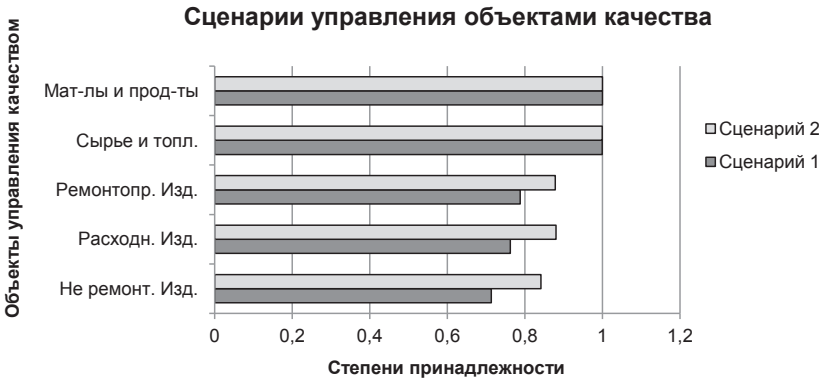

Рис. 2. Приоритеты объектов управления со стороны качества для 1 сценария, ориентированного на изделия и 2 сценария, ориентированного на материалы, сырье, то есть на «неизделия»

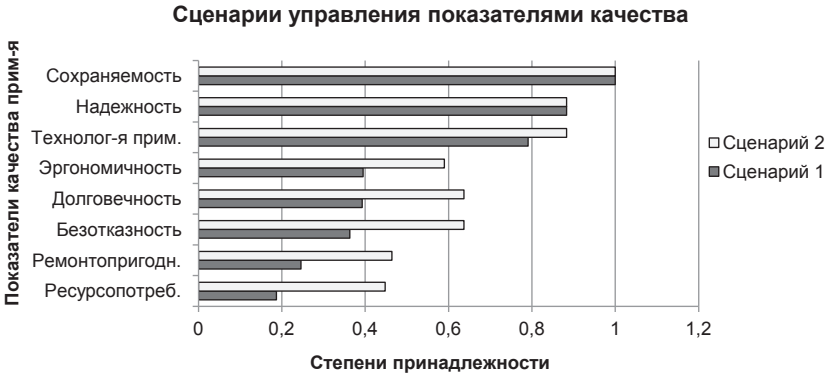

Рис. 3. Приоритеты видов качества в сценариях с акцентом на изделия (1 сценарий) и на материалы, не являющиеся изделиями (2 сценарий)

Литература:

1. Ребрин Ю.И. Управление качеством: учеб. пособие. – Таганрог: Изд-во ТРГТУ, 2004. – 174 с.
2. Матрица инцидентности графа. – URL: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%B8%D0%B (дата обращения 28.06.2017).
3. Экспертные системы в химической технологии. Основы теории, опыт разработки и применения / В.П. Мешалкин. – М.: Химия, 1995. – 368 с.
4. Shikhalev A.M.; Panasyuk M.V.; Ahmetova I.A. Modelling of conceptual space of the regional social potential term on the basis of fuzzy frames / INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED ECONOMICS (ICOAE). – 2015. – Vol. 24. – P. 634-642 (WoS).
5. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой информации. – М.: Наука, 1981. – 208 с.
6. Батыршин И.З., Халитов Р.Г. Иерархические алгоритмы кластеризации на базе классов толерантности // Исследование операций и аналитическое проектирование в технике. – Казань: КАИ, 1987. – С. 105-110.

Assessment and Management of Quality Indicators in the Process of Main Products Development. Model experiment (Based on the materials of monograph Quality management by Yu. I. Rebrin)

Shikhalev A.M., Akhmetova I.A., Khamidullina G.R., Vorontsov D.P.
Kazan (Volga Region) Federal University

The list of quality indicators for all types of produced goods and products and fixing of some indicators to a concrete type of product according to their importance is a current problem both for producers and for the consumers, legal entities and individuals. The authors made an attempt to objectify not only the list of obligatory quality indicators for main types of products ("product" and "non-product" categories), but also common and specific features for each kind of quality indicators according to the revealed priorities. As a result the so-called "standard lattice" of quality indicators according to own priorities for the main types of products was worked out.

Key words: quality indicators, types of products, vertex incidence (adjacency) matrix, fuzzy frames, content analysis, cluster analysis, decisions tree, wavelet algorithm, ranged responses of quality indicators and goods types.