

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ

УДК 62-503.5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Б. Ф. Безродный, Е. А. Михеев

Для каждого производственного процесса могут быть определены наиболее существенные факторы, влияющие на эффективность системы менеджмента качества производственного предприятия. Это позволяет полностью определить возможные альтернативные стратегии менеджмента качества, подразумевающие применение конкретных предупреждающих и корректирующих действий для того или иного этапа производственного цикла. При выбранном вероятностно-игровом подходе к оценке эффективности применения стратегий менеджмента качества на различных этапах производственного цикла [1] возникает задача получения оценок условных вероятностей приемки продукции с первого предъявления для внедряемого проекта системы менеджмента качества. Отсутствие представительной прецедентной информации не позволяет применить для решения отмеченной задачи статистические методы. В этих условиях возможно использование метода экспертных оценок.

Очевидно, что применение метода экспертного оценивания предполагает решение следующих основных задач: подбор экспертов и организация опроса; выбор шкалы измерений; выбор метода обработки оценок отдельных экспертов; проверку согласованности оценок; обработку экспертных оценок. Следует отметить, что среда, в которой эксперт осуществляет свою деятельность, характеризуется неопределенностью, обусловленной случайностью проявления факторов, степенью их взаимного влияния, недостаточностью самой информации, а также случайностью исходов, закон распределения которых, как правило, неизвестен. Очевидно, что эксперт осуществляет отображение реальной задачи на некоторый формализованный и понятный ему язык [2]. Наряду с факторами, легко поддающимися количественному учету, возникают различные явления, сопутствующие возникновению и проявлению комплексов объективно действующих, но неявно выраженных факторов [3]. Это могут быть факторы, слабо выраженные в той или иной ситуативной форме. Признанным фактом является то, что высококвалифицированные специалисты причины неблагоприятных ситуаций идентифицируют за короткое время и без привлечения большого количества точных данных. Практики накапливают знания с опытом, наблюдая и сопоставляя признаки или существенные, по их мнению, факторы. Эксперт в общем случае представляет собой носителя глубоких, но трудно формализуемых знаний. Следует учитывать следующие особенности [4]:

1. Объем знаний эксперта о предметной области может быть очень велик, этими знаниями являются как конкретные прецедентные ситуации, соотношения между характеристиками управляющих решений и закономерностями развития процесса реализации поставленных задач, так и другая, как правило, трудно реализуемая информация, напрямую или косвенно характеризующая процесс управления.

2. Перенесение знаний эксперта в базу знаний сопряжено с конкретными трудностями, которые обусловлены тем, что эксперт знает многое, и знание его основано на прошлом опыте, на совокупности практических случаев. Однако наряду с кажущейся на первый взгляд конкретностью и разобщенностью отдельных случаев знание, которым пользуется эксперт, представляет результат сопоставления разрозненных фактов, признаков и осмысления существующих между ними закономерностей. Таким образом, в базе знания необходимо предусмотреть механизм анализа, сущность которого не является прямым следствием накопленного практического опыта.

3. Общеизвестным является то, что эксперт знает больше, чем осознает. И даже то, что он осознает, не всегда может быть выражено в четких правилах, регламентирующих процесс поиска. Таким образом, способности эксперта представлять свои знания в виде четких правил достаточно ограничены.

4. Действия эксперта при решении конкретной задачи по оценке сложившейся экономической ситуации и формированию управленческого решения, адекватного этой ситуации, во многом определяются особенностями человеческой системы переработки информации. Следовательно, при построении базы знаний необходимо осознавать особенности используемого для этого источника информации.

Очевидно, что качество решений экспертной системы во многом определяется теми возможностями, которые предоставляет способ, используемый для передачи экспертом базе знаний опыта эксперта.

Расширение круга используемых данных, в частности за счет привлечения знаний экспертов, делает неправомерными предположение только о вероятностной интерпретации исходных данных и использование статистических методов их обработки. Действительно, хотя ситуации, складывающиеся в ходе реализации вариантов стратегий менеджмента качества при модернизации производственных предприятий, сами по себе являются событиями случайными, но неопределенность, свойственная задаче определения вызывающих их причин, вызвана неполнотой, недостаточностью, недоопределенностью, неадекватностью исходных данных. Это обуславливает целесообразность применения соответствующих методов анализа, которые позволят эффективно бороться с отмеченными видами неопределенности.

Вопросы использования методов экспертной оценки тесно связаны между собой, и неудачное решение даже одного из них может поставить под сомнение успех экспертизы в целом. Это обстоятельство требует рассмотрения всех возникающих задач в тесной взаимозависимости и взаимообусловленности. Системный подход к экспертной оценке заключается в рассмотрении методики экспертной оценки как целостного множества взаимосвязанных элементов. Среди свойств системы особая роль принадлежит свойствам целостности и обособленности.

При рассмотрении системы, допускающей количественное измерение изменений ее элементов, целостность системы можно определить как отношение суммы изменений, происшедших во всех элементах в результате воздействия изменения одного из элементов, к произведению числа элементов на величину первоначального изменения:

$$\Omega = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g_{ik} \gamma_i, \quad (1)$$

где Ω – целостность системы; g_{ik} – величина изменения i -го элемента, происшедшего вследствие воздействия первоначального изменения в элементе k ; $i = \overline{1, n}$; n – количество элементов в системе; g_i – величина первоначального изменения в элементе k ; k – номер элемента, в котором произошло первоначальное изменение; y – вес i -го элемента.

Количественная характеристика значимости определенного совершенствования метода экспертной оценки должна включать две составляющие – ценность рассматриваемого совершенствования для того метода, для которого оно первоначально предназначалось, и суммарную значимость соответствующих изменений, происшедших в других методах под воздействием рассматриваемого совершенствования. Это можно выразить формулой

$$V_k = g_k \gamma_k + \sum_{i=1}^n g_{ik} \gamma_i. \quad (2)$$

Наиболее важным элементом подготовки программы экспертизы по методу отнесенной оценки является общая формулировка проблемы с концентрацией внимания экспертов на определенных ее аспектах. В подготовку программы входит также разъяснение экспертам основных принципов проведения экспертизы по методу отнесенной оценки. Успех такой экспертизы во многом зависит от опыта, накопленного экспертами при участии в проведении экспертной оценки по данному методу.

Выбор и формулировка задачи коллективной экспертной оценки должны начинаться с всестороннего анализа современного состояния и тенденций реализации систем менеджмента качества производственных предприятий. Всестороннюю оценку должны проводить эксперты в области реализации стратегий менеджмента качества при модернизации производственных предприятий совместно с высококвалифицированными узкоспециализированными специалистами в областях, имеющих отношение к обеспечению процесса внедрения инноваций в менеджменте качества на производственных предприятиях. В результате этого должна быть сформулирована общая цель модернизации системы менеджмента качества производственного предприятия в прогнозируемый период и определена задача экспертизы.

Коллективная экспертная оценка начинается с разработки матрицы «цель – качество», основу которой составляют: 1) перечень подцелей, которые в комплексе могли бы обеспечить решение проблемы, вытекающей из общей цели (подцели образуют столбцы матрицы); 2) перечень средств достижения цели (качества), которые образуют строки матрицы (табл. 1). В клетках этой матрицы в итоге должны быть указаны искомые условные вероятности приемки продукции с первого предъявления при выборе конкретной стратегии менеджмента качества, полученные в результате анализа данных экспертной оценки.

Весьма ответственным этапом экспертизы является разработка развернутой программы проведения экспертной оценки. Главным организующим стержнем этой программы являются вопросы, адресованные экспертам. Вопросы должны быть сформулированы таким образом, чтобы обеспечить однозначное их понимание всеми экспертами (в случае коллективной экспертной оценки) и получение ответов на них в количественной форме. В некоторых случаях эксперту предлагается сделать выбор из заранее сформулированных вариантов. Такой подход к формулировке вопросов, обеспечивая получение однозначных и сопоставимых ответов, позволяет на следующем этапе экспертной оценки производить математическую обработку материалов экспертизы и их обобщение.

Таблица 1

Матрица «цель – качество»

Инновации достижения цели	Общая цель		
	Подцель А	Подцель В	Подцель С
Стратегия менеджмента качества B_1	$P(A/B_1)$	$P(B/B_1)$	$P(C/B_1)$
Стратегия менеджмента качества B_2	$P(A/B_2)$	$P(B/B_2)$	$P(C/B_2)$
.....
Стратегия менеджмента качества B_j	$P(A/B_j)$	$P(B/B_j)$	$P(C/B_j)$
.....
Стратегия менеджмента качества B_j	$P(A/B_j)$	$P(B/B_j)$	$P(C/B_j)$

Во многих случаях наиболее приемлемой формой представления вопросов являются специально разработанные для этой цели таблицы экспертной оценки. Цели экспертизы и специфика решаемой задачи в значительной степени определяют типы вопросов, адресуемых экспертам, а также форму таблиц экспертной оценки.

В данном случае, когда целью экспертизы является нахождение рационального по ряду критериев варианта стратегии менеджмента качества в определенных условиях развития производственного предприятия, эксперту предлагается также дать оптимистическую и пессимистическую оценки вероятности достижения поставленной цели, а также оптимистическую и пессимистическую оценки стоимости соответствующего варианта решения. Вопросы, включаемые в таблицы экспертной оценки, следует составлять по некоторой иерархической схеме, т.е. сначала формулировать общие вопросы, а затем частные. Обобщенный вариант построения структурно-иерархической схемы можно представить, как состоящий из IV уровней, где I уровень: вопросы оценки стратегий менеджмента качества (B_1, B_2, \dots, B_j) для достижения общей цели и входящих в

нее подцелей (A, B, \dots, D); II уровень: вопросы оценки альтернатив развития системы менеджмента качества производственного предприятия (p, q, \dots, s), входящих в инновационный проект I уровня; III уровень: вопросы оценки отдельных аспектов, оказывающих существенное влияние на качество развития производственного предприятия в соответствии с ранее определенными решениями и альтернативами развития производственного предприятия (u, v, \dots, x, y, \dots), IV уровень: вопросы оценки вероятности отдельных событий в развитии производственного предприятия в процессе модернизации его системы менеджмента качества ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$).

Еще одно требование при составлении таблиц экспертных оценок заключается в том, чтобы обеспечить получение:

- 1) количественно определенных ответов на предлагаемые эксперту вопросы;
- 2) формализованных сведений о характере источников аргументации, а также о степени влияния каждого из источников на ответ эксперта;
- 3) количественно определенной оценки степени знакомства эксперта с областью, к которой относится предлагаемый ему вопрос.

Для выполнения первого условия предлагаемые экспертам вопросы целесообразно классифицировать следующим образом:

1. Оценка относительной важности различных стратегий менеджмента качества. Эксперту предлагается дать оценку (в баллах, по 100-балльной системе) относительной важности различных вариантов стратегий менеджмента качества для достижения требуемого уровня модернизации системы менеджмента качества производственного предприятия.

2. Оценка времени свершения определенного события, связанного либо с принятием определенного варианта стратегии менеджмента качества либо с проявлением ряда существенных факторов. Эксперту предлагается сделать отметку на шкале времени в соответствии с его мнением о времени свершения определенного события.

3. Оценка значимости различных аспектов, оказывающих существенное влияние на качество модернизации системы менеджмента качества производственного предприятия в соответствии с ранее определенными решениями и альтернативами развития. Эксперту предлагается сделать отметку на шкале процентов (от 0 до 100 %) в соответствии с его мнением о значимости различных аспектов на прогнозируемый период времени.

4. Присоединение к одному из альтернативных суждений. Эксперту предлагается отметить тот инновационный проект модернизации системы менеджмента качества производственного предприятия, которое соответствует его точке зрения.

Для выполнения второго условия – получения формализованных сведений о характере источников аргументации и степени влияния каждого источника на ответ эксперта – ему предлагается отметить в таблице (табл. 2) источники аргументации, послужившие ему основанием для ответа. Отметка делается для каждого источника в одной из трех граф в зависимости от степени влияния (высокая, средняя, низкая) источника на мнение эксперта.

Таблица 2

Оценка источников аргументации

Источник аргументации	Степень влияния источника		
	(высокая)	(средняя)	(низкая)
Теоретические знания	γ_{11}	γ_{12}	γ_{13}
Производственный опыт	γ_{21}	γ_{22}	γ_{23}
Обобщение работ отечественных авторов	γ_{31}	γ_{32}	γ_{33}
Обобщение работ зарубежных авторов	γ_{41}	γ_{42}	γ_{43}
Личное знакомство с состоянием дел за рубежом	γ_{51}	γ_{52}	γ_{53}
Интуиция	γ_{61}	γ_{62}	γ_{63}

Для выполнения третьего условия – получения от эксперта количественно определенной оценки степени его знакомства с областью, к которой относится предлагаемый ему вопрос, – эксперту предлагается сделать отметку на шкале (от 0 до 10). Причем максимальной оценке (10) соответствует знакомство с проблематикой определенного вопроса на уровне авторства (соавторства) в разработке некоторых подходов к решению обсуждаемой проблемы, минимальной оценке (0) – отсутствие знакомства с соответствующей проблемой.

Успешное проведение экспертной оценки во многом зависит от правильной организации опроса экспертов. При этом весьма важно создание благоприятного психологического климата в процессе опроса, обеспечение заинтересованного и активного отношения экспертов к результатам экспертизы. Следует сказать, что в этом плане большинство известных методов экспертной оценки создают примерно одинаковые трудности для участников экспертизы. При проведении опроса экспертов необходимо обеспечить однозначность понимания экспертами отдельных вопросов, формулировка которых может вызвать различные толкования, и независимость суждений экспертов. Тщательный анализ суждений специалиста по различным вопросам должен давать основание для заключения о степени его компетентности как эксперта.

Целью обработки материалов коллективной экспертной оценки является определение показателя обобщенного мнения и степени согласованности мнений экспертов по каждому вопросу, а также выявление экспертов, высказывавших оригинальные суждения (резко отличающиеся от мнения большинства), и групп экспертов, придерживающихся противоположных точек зрения. При обработке материалов коллективной экспертной оценки условной вероятности приемки продукции как основного показателя относительной важности инновационных проектов модернизации системы менеджмента качества промышленного предприятия целесообразно использование методов ранговой корреляции.

Оценка отдельным экспертом относительной важности инновационных проектов модернизации системы менеджмента качества промышленного предприятия может осуществляться путем назначения экспертами либо рангов вариантам стратегий менеджмента качества, либо некоторой количественной оценки, например, по 100-балльной системе. В последнем случае количественные оценки можно при обработке проранжировать по убыванию и получить оценки в рангах. Применение в данном случае методов ранговой корреляции целесообразно в связи с тем, что они представляют собой весьма удобный и эффективный аппарат определения показателя обобщенного мнения и степени согласованности мнений экспертов.

Объекты называются ранжированными [5], если некоторое их количество упорядочено в соответствии с определенным качеством, которым они обладают в разной степени. Обычно ранги обозначают числами натурального ряда $1, 2, \dots, n$, где n есть количество ранжируемых объектов. Необходимо отметить, что ранги не являются количественными категориями, так как характеризуют лишь упорядоченность в соответствии со степенью выраженности определенного признака, но не величину этой степени. Причиной применения ранжирования при оценке вероятностей в рассматриваемом случае является то, что несмотря на их принципиальную измеримость в настоящий момент без привлечения эксперта она не может быть измерена.

Возможность измерения определенного качества связана с построением шкалы. Всегда можно проранжировать члены некоторой совокупности в соответствии с их расположением на шкале. В этом случае ранжирование можно рассматривать как менее точный способ выражения упорядоченного отношения членов совокупности, менее точный потому, что он не дает сведений о том, насколько близко друг от друга расположены на шкале различные члены совокупности. Однако то, что ранжирование теряет в точности, оно выигрывает в общности, так как ранжировка инвариантна относительно линейного преобразования шкалы.

Согласованное мнение группы экспертов об альтернативных стратегиях менеджмента качества на этапах технологического цикла производственного предприятия по их относительной важности с точки зрения достижения требуемой вероятности приемки продукции с первого предъявления может быть определено путем суммирования оценок в рангах, полученных каждой стратегией менеджмента качества в отдельности. Распределение сумм рангов, полученных каждой стратегией менеджмента качества, представляет собой согласованное мнение экспертов о распределении вариантов стратегий менеджмента качества по их относительной важности (условной вероятности).

Показатель обобщенного мнения экспертов по каждой стратегии менеджмента качества может быть определен так же, как среднее арифметическое значение величины оценки в баллах или в виде частоты максимально возможных оценок, полученных некоторым вариантом стратегии менеджмента качества.

Для характеристики степени согласованности нескольких ранжировок, назначенных различными экспертами определенному количеству объектов по степени выраженности некоторого качества, в теории ранговой корреляции используется коэффициент конкордации [5]. Пусть m экспертов оценили по 100-балльной шкале (от 0 до 100 баллов) n вариантов стратегий менеджмента качества с точки зрения важности их для приемки продукции предприятия при ее первом

предъявлении заказчику. Необходимо оценить степень согласованности мнений экспертов. Проранжируем по убыванию n оценок каждого эксперта. Для этого оценки, данные определенным экспертом каждому из n вариантов стратегий менеджмента качества, обозначают числами натурального ряда таким образом, что число 1 присваивается максимальной оценке, а число n – минимальной. Если все n оценок различны, то соответствующие числа натурального ряда есть ранги оценок соответствующего эксперта (табл. 3).

Таблица 3

Ранжирование экспертных оценок (все оценки различны)

Вариант стратегии менеджмента качества	c	b	c	d	e	f	g	h	b
Баллы	70	40	60	90	100	20	50	30	80
Ранги	4	7	5	2	1	9	6	8	3

Если среди оценок, данных определенным экспертом, есть одинаковые, то этим оценкам назначается одинаковый ранг, равный среднему арифметическому соответствующих чисел натурального ряда (табл. 4).

Таблица 4

Ранжирование экспертных оценок (некоторые оценки одинаковы)

Вариант стратегии менеджмента качества	c	b	c	d	e	f	g	h	b
Баллы	70	100	90	70	100	70	80	50	40
Числа натурального ряда	5	1	3	6	2	7	4	8	9
Ранги	6	1,5	3	6	1,5	6	4	8	9

Обозначим через L количество групп равных (связанных) рангов. В данном примере $L = 2$ (одна группа соответствует оценкам в 100 баллов, ранг 1,5; другая – 70 баллов, ранг 6).

Обозначим через t_1 количество равных (связанных) рангов в l -й группе. В данном примере $t_1 = 2$ (две оценки по 100 баллов), $t_2 = 3$ (три оценки по 70 баллов).

Сначала определим W для случая, когда среди всех экспертов нет ни одного, назначившего различным вариантам стратегий менеджмента качества одинаковые оценки, т.е. для случая, когда $L = 0$.

Рассмотрим два крайних случая распределения мнений экспертов:

1) оценки (в рангах) всех экспертов полностью совпадают – полная согласованность мнений (табл. 5);

2) оценки одной половины экспертов полностью совпадают между собой; однако ранжировка одной половины экспертов прямо противоположна ранжировке другой половины экспертов, что соответствует полному отсутствию согласованности мнений всей группы в целом (табл. 6).

Таблица 5

Полная согласованность мнений экспертов

Эксперты	Варианты стратегий менеджмента качества						Суммы рангов по экспертам
	1	2	...	j	...	n	
1	1	2	...	j	...	n	$\frac{1}{2}n(n+1)$
2	1	2	...	j	...	n	$\frac{1}{2}n(n+1)$
...
i	1	2	...	j	...	n	$\frac{1}{2}n(n+1)$
...
m	1	2	...	j	...	n	$\frac{1}{2}n(n+1)$
Суммы рангов по вариантам стратегий менеджмента качества	m	$2m$	...	jm	...	nm	$\frac{1}{2}mn(n+1)$

Таблица 6

Полное отсутствие согласованности мнений экспертов

Эксперты	Направления развития						Суммы рангов по экспертам
	1	2	...	j	...	n	
1	1	2	...	j	...	n	$\frac{1}{2}n(n+1)$
2	n	$n-1$	...	$n-j+1$	...	1	$\frac{1}{2}n(n+1)$
...
i	1	2	...	j	...	n	$\frac{1}{2}n(n+1)$
...
m	n	$n-1$	...	$n-j+1$	...	1	$\frac{1}{2}n(n+1)$
Суммы рангов по направлениям развития	$\frac{1}{2}m(n+1)$	$\frac{1}{2}m(n+1)$	...	$\frac{1}{2}m(n+1)$	...	$\frac{1}{2}m(n+1)$	$\frac{1}{2}mn(n+1)$

Полное отсутствие согласованности мнений всей группы экспертов в целом возможно также и при отсутствии высокосогласованных подгрупп, т.е. когда каждый эксперт имеет свое, отличное от других, мнение.

На основании табл. 5 и 6 за показатель согласованности мнений группы экспертов (коэффициент конкордации W) естественно принять отношение суммы квадратов отклонений сумм рангов по вариантам стратегии менеджмента качества от их среднего арифметического к максимально возможной сумме квадратов отклонений при фиксированных m и n [6, 7].

Очевидно, что максимум суммы квадратов отклонений при фиксированных m и n имеет место в случае полной согласованности мнений экспертов. Поэтому при полной согласованности мнений $W = 1$.

В случае полного отсутствия согласованности сумма квадратов отклонений сумм рангов по направлениям развития от их среднего арифметического равна нулю. Поэтому при полном отсутствии согласованности мнений $W = 0$.

В промежуточных случаях сумма квадратов отклонений будет принимать различные значения между нулем и своим максимальным значением; причем чем больше степень согласованности мнений группы экспертов, тем больше будет значение суммы квадратов отклонений, а следовательно, и значение W .

Итак, W выражается дробью, числитель которой можно записать в виде $\sum_{j=1}^n d_j^2$, где $j = 1, 2, \dots, n$;

d_j – отклонение суммы рангов, полученных j -м вариантом стратегии менеджмента качества, от среднего арифметического сумм рангов, полученных всеми полученными j -м вариантами стратегий менеджмента качества. Знаменатель дроби есть сумма квадратов отклонений сумм рангов по вариантам стратегий менеджмента качества от среднего арифметического в случае полной согласованности мнений экспертов.

Сумма рангов, назначенных одним экспертом n вариантам стратегий менеджмента качества, равна $-\frac{1}{2}n(n+1)$, т.е. сумме первых n чисел натурального ряда. Сумма рангов, назначенных

m экспертами n вариантам стратегий менеджмента качества, равна $\frac{1}{2}mn(n+1)$. Среднее арифметическое сумм рангов, полученных n вариантам стратегий менеджмента качества, в n раз меньше и равно $\frac{1}{2}m(n+1)$. Если все m экспертов проранжировали n вариантов стратегий менеджмента качества одинаково, то суммы рангов по n вариантам стратегий менеджмента качества будут выглядеть следующим образом: $m, 2m, 3m, \dots, nm$, а их отклонения от среднего арифметического:

$$-\frac{1}{2}m(n-1), -\frac{1}{2}m(n-3), \dots, \frac{1}{2}m(n-1). \tag{3}$$

Действительно:

$$\begin{aligned}
 m - \frac{1}{2}m(n+1) &= -\frac{1}{2}m(n-1), \\
 2m - \frac{1}{2}m(n+1) &= -\frac{1}{2}m(n-3), \\
 &\dots\dots\dots \\
 nm - \frac{1}{2}m(n+1) &= \frac{1}{2}m(n-1).
 \end{aligned}$$

Количество членов ряда (3) равно n . Вычислим значение суммы квадратов членов ряда (3). Рассматривая квадраты членов ряда (3), находим общий множитель, равный $\frac{1}{4}m^2$. Поэтому перейдем к ряду (4):

$$-(n-1), -(n-3), -(n-5), \dots, (n-1). \tag{4}$$

Ряд (4) можно получить из выражения $-[n-(2k-1)]$, где $k = 1, 2, \dots, n$ [5]. Используя известные формулы $\sum_{k=1}^n k = \frac{1}{2}n(n+1)$ и $\sum_{k=1}^n k^2 = \frac{1}{6}n(n+1)(2n+1)$, получим

$$\begin{aligned}
 \sum_{k=1}^n [n-(2k-1)]^2 &= \sum_{k=1}^n (n^2 - 4nk + 2n + 4k^2 - 4k + 1) = \\
 &= n^3 - 4n \frac{n(n+1)}{2} + 2n^2 + 4 \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} - 4 \frac{n(n+1)}{2} + n = \frac{1}{3}(n^3 - n).
 \end{aligned} \tag{5}$$

Таким образом, сумма квадратов членов ряда (3) равна $\frac{1}{12}m^2(n^3 - n)$. Итак, при полной согласованности мнений m экспертов по n направлениям развития в случае, когда среди всех m экспертов нет ни одного, назначившего различным направлениям развития одинаковые оценки (отсутствие равных рангов), сумма квадратов отклонений сумм рангов по направлениям развития системы от их среднего арифметического равна $\frac{1}{12}m^2(n^3 - n)$.

Коэффициент конкордации W в случае отсутствия равных рангов определяется по формуле

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n)} \sum_{j=1}^n d_j^2, \tag{6}$$

где $j = 1, 2, \dots, n$; n – количество вариантов стратегий менеджмента качества производственного предприятия; m – количество экспертов; d_j – отклонение суммы рангов по j -му варианту стратегии менеджмента качества от среднего арифметического сумм рангов по n вариантам стратегий менеджмента качества.

В случае наличия равных рангов коэффициент конкордации W определяется по формуле

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2, \tag{7}$$

где T_i – показатель равных (связанных) рангов; $T_i = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l)$; L – число групп равных рангов в оценках i -го эксперта; $l = 1, 2, \dots, n$; t_l – число равных рангов в l -й группе.

Появление поправки в знаменателе формулы (7) связано с тем, что в случае наличия равных рангов при полной согласованности мнений экспертов сумма квадратов отклонений сумм рангов (по вариантам стратегий менеджмента качества) от их среднего арифметического окажется меньше $\frac{1}{12}m^2(n^3 - n)$.

С учетом вышеизложенного может быть организована процедура групповой экспертной оценки условных вероятностей приемки продукции с первого предъявления для внедряемого варианта стратегии менеджмента качества [8].

Список литературы

1. Безродный, Б. Ф. Вероятностно-игровой подход к планированию инновационного процесса модернизации производственного предприятия / Б. Ф. Безродный, В. А. Ключко // Известия Института инженерной физики. – 2010. – № 3 (17). – С. 66–69.
2. Искусственный интеллект : справочник : в 3 кн. / под ред. Э. В. Попова. – М. : Радио и связь, 1990. – Кн. 1: Системы общения и экспертные системы. – 440 с.
3. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под ред. Д. А. Поспелова. – М. : Наука, 1986. – 312 с.
4. Гаврилова, Т. А. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем / Т. А. Гаврилова, К. Р. Червинская. – М. : Радио и связь, 1992. – 200 с.
5. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании / Г. М. Добров, Ю. В. Ершов, Е. И. Левин, Л. П. Смирнов. – Киев : Наукова думка, 1974. – 160 с.
6. Трусов, В. А. Использование самоорганизующегося алгоритма для нелинейных технологических процессов / В. А. Трусов // Надежность и качество : тр. Междунар. симп. : в 2 т. / под ред. Н. К. Юркова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – Т. 2. – С. 395.
7. Баннов, В. Я. Методы построения современных автоматизированных систем / В. Я. Баннов, В. В. Стюхин // Надежность и качество : тр. Междунар. симп. : в 2 т. / под ред. Н. К. Юркова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – Т. 2. – С. 488–489.
8. Лапшин, Э. В. Исследование информационных процессов, протекающих в тренажерах / Э. В. Лапшин // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 2. – С. 87–93.

УДК 62-503.5

Безродный, Б. Ф.

Эффективность системы менеджмента качества производственного предприятия / Б. Ф. Безродный, Е. А. Михеев // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 1(5). – С. 25–34.

Безродный Борис Федорович

доктор технических наук, профессор,
главный инженер,
Проектно-конструкторско-технологическое бюро
железнодорожной автоматики и телемеханики
(105082, Россия, г. Москва, Переведеновский пер., 21/9)
(849-9)260-01-19
E-mail: boris-bezrodny@yandex.ru

Михеев Евгений Александрович

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
Межрегиональное общественное учреждение
«Институт инженерной физики»
(142210, Россия, Московская обл., г. Серпухов,
Б. Ударный пер., 1 «А»)
(4967) 35-31-93
E-mail: info@iifrf.ru

Bezrodnyy Boris Fedorovich

doctor of technical sciences, professor,
chief engineer,
Design-technological bureau of railway automation
and remote control
(105082, 21/9 Perevedenskiy lane, Moscow, Russia)

Mikheev Evgeniy Aleksandrovich

candidate of technical sciences, senior staff scientist,
Inter-regional public institution
«Institute of engineering physics»
(142210, 1 «A» B. Udarniy lane, Serpukhov city,
Moscow region, Russia)

Аннотация. С целью повышения эффективности системы менеджмента качества производственного предприятия формируются возможные альтернативные стратегии менеджмента качества, подразумевающие применение конкретных предупреждающих и корректирующих действий для того или иного этапа производственного цикла. Для оценки эффективности применения различных стратегий менеджмента качества на этапах производственного цикла используются условные вероятности приемки продукции с первого предъявления. Отсутствие представительной прецедентной информации не позволяет применить для их оценки статистические методы. В этих условиях предлагается использование различных вариантов метода экспертных оценок.

Ключевые слова: менеджмента качества, производственный цикл, экспертные оценки.

Abstract. With a view to enhancing the effectiveness of the quality management system of the production plant are the possible alternative strategies of quality management strategies involving the use of specific preventive and corrective actions for each stage of the production cycle. To assess the effectiveness of the quality management of the various policies on the stages of the production cycle used the conditional probability of acceptance of products on first bill. The absence of representative case law information does not allow to apply statistical methods to evaluate them. In these circumstances, the use of different options are proposed the method of expert evaluations.

Key words: quality management, the production cycle, expert estimates.