



**Семен Васильевич
ЗАРЕЦКИЙ,**
аспирант Санкт-Петербургского государственного экономического университета

Ключевые слова: вектор качества, многокритериальный анализ, уровень качества, медиана Кемени, уровень качества, метод главных компонент, суммарная дисперсия.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА КАЧЕСТВА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Итоговый вектор качества продукции представляется как результирующий вектор по всем уровням качества единичных показателей, к которому можно применить правила векторной алгебры. Метод главных компонент позволяет в разы сократить количество контролируемых переменных. Сжатие информации осуществляется путем ортогонального преобразования матрицы вектора качества в пространство обобщенных параметров меньшей размерности. Предложен алгоритм достижения оптимального качества для случая статистического метода построения вектора качества.

Традиционно в России задача повышения качества продукции и услуг решалась за счет значительных капиталовложений в покупку, установку и отладку нового оборудования и технологий, хотя на самом деле резервы существующего на тот момент процесса были задействованы лишь частично. В настоящее время, с учетом продолжающегося экономического кризиса и внезапно возникшей задачей импортозамещения огромного количества разнообразной продукции этот путь становится весьма труднореализуемым. Поэтому всё более актуальна задача подключения имеющихся резервов уже существующих производств с целью доведения качества продукции до уровня импортозаменимой без существенного повышения ее себестоимости. Такая задача успешно решается, если определяется так называемое оптимальное качество.

В нашем представлении оптимальное качество — это технически достижимый уровень качества продукции, максимально (на требуемом уровне) обеспечивающий интересы потре-

бителя и конкурентоспособность продукции при наилучшей (установленной) экономической эффективности.

На основании вышеприведенного определения возможны следующие задачи обеспечения оптимального качества:

1. Обеспечение максимального значения показателя достигаемого уровня качества при заданном значении экономической эффективности.

2. Достижение максимального значения экономической эффективности при заданном значении показателя уровня качества.

Достижение максимального значения экономической эффективности при наиболее возможном значении уровня качества.

С математической точки зрения имеем задачу нахождения экстремума целевой функции — критерия качества, построенной с помощью математического моделирования, от комплекса входных и управляющих параметров.

Решение этой, казалось бы, элементарной в век компьютерных технологий задачи, сопря-

жено с целым рядом трудностей и ограничений, пренебрежение которыми приводит к неадекватным реальным процессам и результатам.

В связи с тем, что количество параметров продукции измеряется десятками, а иногда и сотнями, то целесообразно итоговый вектор качества продукции представить в виде вектора многомерного пространства, проекции которого на соответствующие координатные оси будут представлять частные скалярные значения итогового вектора по соответствующему направлению (показателю). Традиционные процедуры сворачивания многомерного вектора в скаляр посредством нахождения среднего арифметического скалярных проекций являются математически некорректными и могут приводить к существенным погрешностям. В то же время, для сравнительной оценки их качества применяются принятые еще более 20 лет назад такие квалиметрические методы как дифференциальный, комплексный и их комбинации. Сущность этих методов заключается в том, что из множества разных по смыслу, характеру действия на качество и, наконец, по их физической сущности показателей, путем их простого сложения строится один комплексный показатель, по которому и производится оценивание.

Кроме того, часть показателей является результатом их ранжирования экспертами, и на основании правил статистики объектов нечисловой природы (к которым относят, в том числе, и ранжировки) применение к ним арифметических действий является грубой математической ошибкой. Кроме этого, в результате сложения величин разной размерности получаем выражение, лишенное какого-либо реального смысла. Мало того, довольно часто возникает ситуация, когда рост численного значения показателя, снижающего качество (например, ремонтосложности оборудования) все равно приводит к росту итогового значения уровня качества.

Поэтому введем понятие итогового вектора уровня качества продукции (или просто вектора качества), который может быть представлен как результирующий вектор по всем уровням качества единичных показателей:

$$\vec{Y}^k = (Y_1^k, Y_2^k, \dots, Y_j^k, \dots, Y_n^k) \quad (1)$$

где Y_j^k - значение частного j-го уровня качества, найденное по отношению:

$$Y_j^k = \frac{P_j^{cm}}{P_j^{bas}} \quad (2)$$

n – количество показателей (компонент) итогового вектора уровня качества.

Соответственно для алгебраических операций с ними должны применяться методы векторной алгебры.

Таким образом, итоговый вектор качества выпускаемой продукции \vec{Y}_i^k (целевая функция моделирования технологического процесса) в момент времени t_i его реализации можно представить как:

$$\vec{Y}_i^k = \Phi(\vec{Z}_i, \vec{V}_i, \vec{U}_i), \quad (3)$$

где Φ – целевая (моделирующая) функция изготовления продукции заданного качества;

\vec{Z}_i - вектор неуправляемых параметров технологического процесса в момент времени t_i :

$$\vec{Z}_i = Z(Z_{1i}, Z_{2i}, Z_{3i}, \dots, Z_{mi}), \quad (4)$$

где m – количество неуправляемых параметров технологического процесса.

\vec{V}_i – вектор управляемых параметров сырья:

$$\vec{V}_i = V(V_{1i}, V_{2i}, \dots, V_{si}), \quad (5)$$

где s – количество параметров, характеризующих вектор сырья.

\vec{U}_i – вектор управляемых параметров технологического процесса:

$$\vec{U}_i = U(U_{1i}, U_{2i}, \dots, U_{di}), \quad (6)$$

где d – количество управляемых параметров технологического процесса.

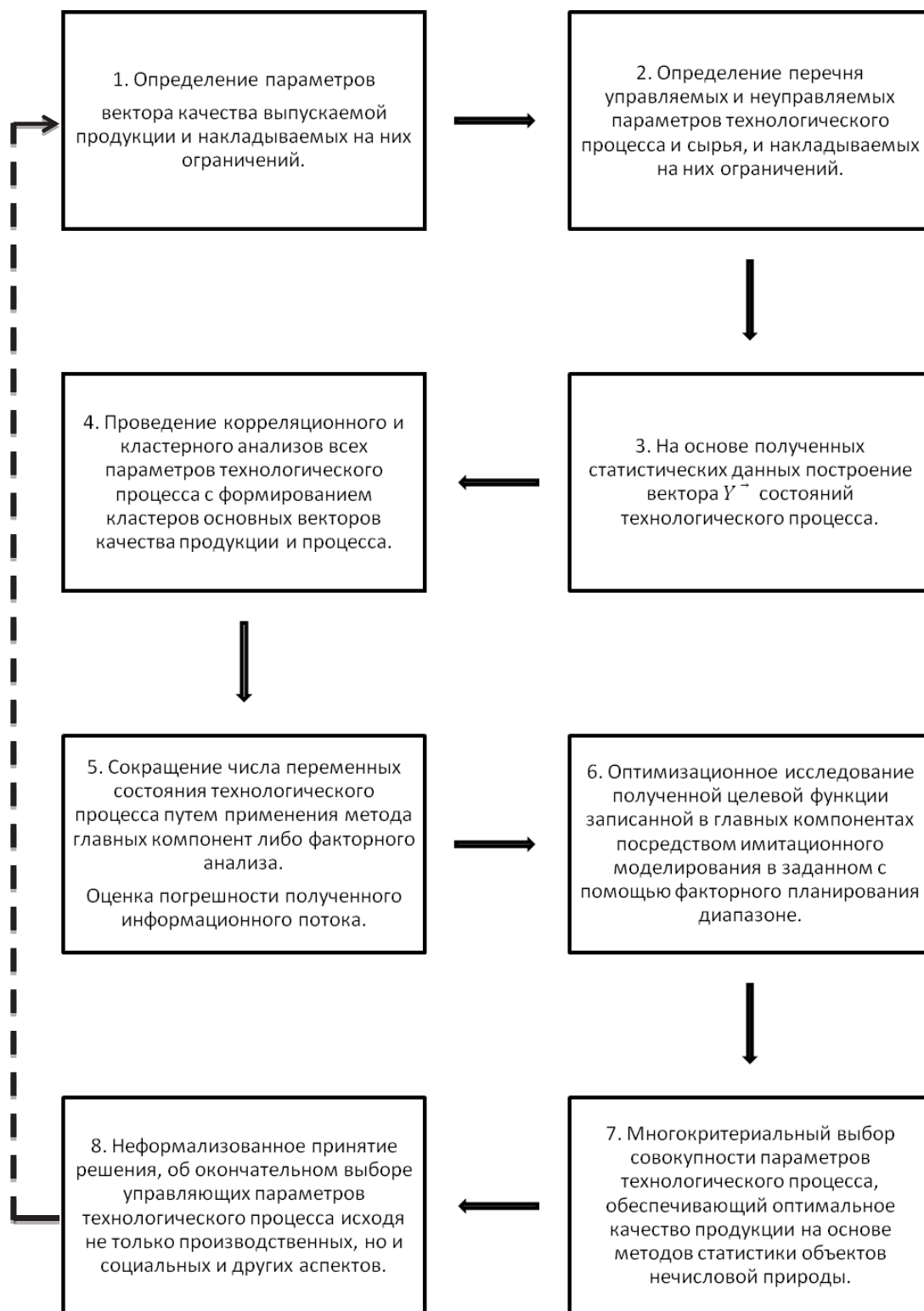
Как показывает анализ большого количества технологических процессов современного непрерывного производства, значения большинства параметров, отвечающих за качество продукции, в значительной степени латентны, что является сигналом к использованию метода главных компонент, который позволяет в разы снизить количество контролируемых переменных.

Это связано с тем, что данные мониторинга из-за сильных корреляционных связей обладают информационной избыточностью, которая определяется корреляционной матрицей исходных переменных.

Сжатие информации осуществляется путем ортогонального преобразования матрицы вектора качества в пространство обобщенных параметров меньшей размерности. Преобразование осуществляется таким об-

разом, чтобы сохранялась большая часть суммарной дисперсии, объясняющая максимальную вариативность данных.

В качестве обобщенного фазового пространства используют двух- или трехкомпонентные.



Алгоритм методики получения оптимального вектора качества

При этом информативность об исследуемом технологическом процессе, согласно критериям Кайзера или «каменистой осыпи», позволяет сохранить до 85–95% основной информации.

С учетом вышеизложенного, для принятия статистического метода в качестве основного для моделирования целевой функции технологического процесса изготовления продукции нами предложен алгоритм методики достижения оптимального качества продукции (рисунок) для случая статистического метода построения модели вектора качества.

В данной методике особо следует отметить многокритериальный подход к выбору окончательного решения. Практически любой вид человеческой деятельности связан с ситуациями, когда имеется несколько возможностей, и человек волен из этих возможностей выбрать любую, наиболее подходящую ему. Успешное решение многокритериальных задач является неотъемлемым условием успешной деятельности не только управляющего, но и предприятия в целом.

Актуальность темы в том, что наличие эффективных методов принятия решений, основанных на использовании современных информационных технологий и на многокритериальности, является главным фактором при управлении сложными системами (такими как предприятие).

Эти обстоятельства привели к необходимости разработки методов и инструментария поддержки принятия решений, учитывающих фактор неопределенности, многокритериальности и субъективности. Так как бальные ранжировки относят к объектам нечисловой природы, а следовательно, они должны описываться с подходов репрезентативной теории измерений, базирующейся на принципах теории нечетких множеств. Так, вычисление медианы Кемени (ранжировка,

которая находится на наименьшем расстоянии от объективного мнения), наиболее достоверным образом позволит с помощью многокритериальной оценки (по всем критериям сразу) найти самый эффективный вариант альтернативы.

На большинстве иностранных предприятий, поставки продукции которых России приходится замещать, неформально принят и внедрен комплекс международных стандартов серии ISO 9000 и отдельные методы «Бережливого производства», поэтому, чтобы успешно конкурировать с ними, проведение подобных действий недостаточно. Нужна технологическая оптимизация значений всей многопараметрической системы бизнес-процесса. Таким образом, необходимо внедрение новых более эффективных квалиметрических методов оценки качества продукции, услуг и процессов, основанных на применении многомерной оценки как параметров процесса, так и самого вектора качества. При этом работа, учитывая сложность проблемы, должна вестись в тесном сотрудничестве менеджеров по управлению качеством с технологами, математиками и программистами. Причем последние для осуществления результативного взаимодействия должны обладать достаточным багажом знаний в области управления качеством.

Литература

1. Виноградов Л. В. Бурылов В. С. Перспективные направления математических моделей систем менеджмента качества // Управление качеством: проблемы, исследования, опыт: Сборник научных трудов, выпуск 6. СПб.: СПбГИЭУ, 2009.
2. Виноградов Л. В. , Бурылов В. С., Семенов В. П. Экономико-математические методы управления качеством. Монография. СПбГИЭУ, 2010. С. 300.

© Зарецкий С. В.

Semyon V. ZARETSKY,

Postgraduate of the St. Petersburg State University of Economics (UNECON)

MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION SET OF VECTOR PARAMETERS OF QUALITY BUSINESS PROCESSES

The quality of the final product vector is represented as the resultant vector of all levels of quality of individual indicators, which can apply the rules of vector algebra. Principal component analysis allows several times to reduce the number of controlled variables. Data compression is carried out by the orthogonal transformation matrix vector quality in the space of generalized parameters of smaller dimension. An algorithm to achieve optimal quality for the case of the statistical method of building quality vector.

Keywords: *vector quality, multi-criteria analysis, the level of quality, the median Kemeny, quality, principal component analysis, the total variance.*