

УДК 658.562+658.512

Ю. Л. ПРОНЧАКОВ, Ю. А. ЛЕЩЕНКО

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ**

Ставится и решается задача улучшения качества выпускаемой продукции в условиях модернизации и развития предприятия, связанного с выпуском высокотехнологической продукции. Задача решается в два этапа: обоснование проекта модернизации предприятия; выбор набора мероприятий для улучшения качества выпускаемой продукции. Для решения поставленной задачи использованы методы логистики, теория прецедентов, теория качества, теория принятия решений, методы целочисленной оптимизации, теория планирования эксперимента.

Ключевые слова: развитие предприятия, качество выпускаемой продукции, база данных прецедентов, оптимизация решений по модернизации производства, стратегия развития.

Введение

Ужесточение требований качества для обеспечения конкурентоспособности продукции аэрокосмической отрасли Украины приводит к необходимости модернизации технологического оборудования, формированию инновационных схем производства, что связано с поиском новых организационных и технологических решений [1]. Отсюда вытекает актуальность решаемой задачи, в которой обосновывается выбор направления развития предприятия и проведение мероприятий по улучшению качества выпускаемых изделий.

Постановка задачи исследования

В предлагаемой работе для улучшения качества выпускаемой продукции в условиях модернизации и развития предприятия необходимо решить следующие задачи:

- 1) обосновать выбор проекта модернизации предприятия на основе типового или нового организационно – технологического решения;
- 2) обосновать набор мероприятий для улучшения качества выпускаемой продукции.

Решение задачи исследования*1. Выбор проекта модернизации предприятия.*

На этапе модернизации [2] предприятия необходимо сформировать базу данных (БД) существующих и перспективных организационно – технологических схем производства, которые влияют на качество выпускаемой аэрокосмической продукции. Для формирования такой базы, будем использовать метод, основанный на прецедентном подходе [3]. Необходимо сформировать информационные блоки, содержащие

организационно – технологические решения существующих и перспективных производств, а также вектор оценок их качества, состоящий из набора значимых отдельных показателей качества:

$$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_i, \dots, q_m\}.$$

Будем считать, что существующие и перспективные организационно – технологические решения образуют множество возможных решений по модернизации производства:

$$B = \{b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n\},$$

которые необходимо оценить для выбора направления развития предприятия. При модернизации производства может возникнуть проблемная ситуация r_s , разрешение которой потребует поиска близких к готовым (базовым) решениям, которые хранятся в БД прецедентов. Таких решений может быть не одно, а несколько, поэтому в этом случае возникает задача выбора рационального варианта из множества альтернатив:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_l\}.$$

Предполагаемая модернизация производства предварительно анализируется экспертами и оценивается с помощью вектора показателей качества Q_s , при этом планируемая модернизация может не совпадать с готовыми решениями из БД прецедентов. Поэтому требуются дополнительные согласования в пользу пересмотра или принятия существующего в БД организационно – технологического готового решения. Если типовое решение не принимается, то модернизация осуществляется на базе нового реше-

ния с учётом привлечения специалистов по качеству. В этом случае, разработанная новая организационно-технологическая схема образует новый прецедент в БД со своим набором значений показателей качества. При принятии типовой организационно-технологической схемы осуществляется предварительное оценивание затрат, времени (сроков) и рисков, связанных с модернизацией существующего производственного процесса на предприятии. Если затраты и риски удовлетворяют руководство, то вырабатывается окончательное решение и проводится модернизация производства по типовому решению. В случае нескольких возможных альтернатив в виде типовых решений, осуществляется сравнение предполагаемого решения с подмножеством близких типовых решений по критериям затрат, времени и рисков, с выбором рационального решения, которое принимается в качестве основы (базы) для модернизации.

Решение поставленной задачи предлагается проводить в несколько этапов.

Этап 1. На этом этапе осуществляется формирование БД прецедентов для существующих организационно – технологических решений. Введём лексикографическое представление вектора значений показателей качества для последующего упорядочения прецедентов в БД. Для этого, для каждого показателя будем использовать качественную шкалу, в которой значения лингвистической переменной будут выражены в виде, например, букв латинского алфавита:

- A – превосходное значение;
- B –отличное значение;
- C – хорошее значение;
- D – удовлетворительное значение;
- E – неудовлетворяющее значение.

Для каждого показателя диапазон качественных значений по отдельным буквам может быть свой и задаваться экспертом, который участвует в оценке качества, как основного, так и вспомогательного процессов производства. В зависимости от заданного набора значений показателей формируется «слово», которое характеризует качество рассматриваемого прецедента в виде типовой организационно-технологической схемы производства. Например, для j-го прецедента «слово» имеет следующий вид:

$$S_j = A_{j1}, B_{j2}, C_{j3}, D_{j4},$$

где A_{j2} – значение лингвистической переменной первого показателя рассматриваемого j-го прецедента;

B_{j2} – значение лингвистической переменной B для второго показателя качества j-го прецедента и т. д.

Заметим, что «слово», которое оценивает качество конкретного прецедента, упорядочено: на первом месте находится наиболее значимый критерий качества, а на последнем – наименее значимый.

Этап 2. На втором этапе осуществляется лексикографическое упорядочение прецедентов в БД с использованием «слов», характеризующих качество отдельных прецедентов. В результате, получим упорядоченное множество прецедентов в БД.

Этап 3. На третьем этапе определяется место по порядку предлагаемого организационно – технологического решения. Пусть каждая новая проблемная ситуация (новое решение) будет характеризоваться новым «словом», значение которого формируется экспертами по качеству. Это «слово» лексикографически сравнивается с ранее упорядоченным множеством «слов» находящихся в БД прецедентов. Например, в упорядоченной БД прецедентов находятся «слова»:

- A_1, A_2, A_3, B_4
- A_1, A_2, A_3, C_4
- A_1, A_2, B_3, A_4
- A_1, A_2, C_3, B_4
- A_1, B_2, A_3, A_4
- A_1, C_2, A_3, B_4
-

Пусть новая проблемная ситуация, связанная с модернизацией производства, характеризуется «словом»:

$$S^* = A_1, A_2, C_3, A_4 .$$

Определим место этого «слова» в упорядоченной БД прецедентов. Получим:

- A_1, A_2, A_3, B_4
- A_1, A_2, A_3, C_4
- A_1, A_2, B_3, A_4
- A_1, A_2, C_3, A_4
- A_1, A_2, C_3, B_4
- A_1, B_2, A_3, A_4
- A_1, C_2, A_3, B_4
-

«Слова», которые находятся выше заданного «слова» (новой проблемной ситуации) образуют множество M^* , которые имеет смысл рассматривать

для выбора типового решения по модернизации производства, так как значения показателей качества у них не хуже чем у заданного.

Этап 4. Происходит выбор и обоснование рационального типового организационно-технологического решения из БД прецедентов. Здесь возможны следующие ситуации:

- подмножество, для выбора наилучшего прецедента M^* , состоит из одного варианта;

- M^* состоит из нескольких вариантов.

Для первой ситуации эксперты оценивают возможность модернизации производства, сравнивая предлагаемое организационно-технологическое решение с выбранным прецедентом. При этом оцениваются:

- финансовые затраты – W ;
- длительность (сроки) проведения модернизации – T ;
- риски успешного выполнения проекта модернизации – R .

Если значения W, T, R удовлетворяют руководство предприятия, то принимается окончательное решение по модернизации существующего производства. В противном случае от модернизации отказываются.

Для второй ситуации сравниваются W_p, T_p, R_p новой проблемной ситуации с каждым i -м W_i, T_i, R_i в выделенном подмножестве M^* . При этом учитывается значимость или «вес» показателей затрат, сроков и рисков. В результате получим интересующий нас прецедент в качестве готового решения по модернизации производства.

2. *Обоснование набора мероприятий по улучшению качества выпускаемой продукции.*

Понятие управление качеством включает в себя как контроль «продукта» и «процесса», так и проведение мероприятий, связанных с обеспечением качества: прогнозирование и планирование качества, выделение существующих факторов, а также выбор направлений управления качеством [4]. Стоит отметить специфику предприятий отечественного машиностроения, связанную с ограниченностью финансовых ресурсов и требованием перехода на новые (европейские) стандарты производства выпускаемой продукции [5].

Для улучшения качества продукции предприятию необходимо прогнозировать и планировать мероприятия по качеству, которые касаются как основных, так и вспомогательных процессов производства. На проведение мероприятий необходимо выделять средства и контролировать работы и сроки выполнения. Обозначим j -е мероприятие в виде M_j ; срок выполнения – T_j ; необходимые ресурсы (с учё-

том их ограниченности) – C_j ; риски успешного выполнения – R_j . Необходимо выделить существенные факторы, влияющие на качество выпускаемой продукции и обосновать направление улучшения качества.

Для улучшения качества продукции представим направление в виде множества реализуемых мероприятий по качеству (от одного мероприятия до их полного набора). Будем считать, что каждое мероприятие M_j соответствует фактору y_j , который оказывает влияние на качество продукции. Тогда направление улучшения качества S_i можно представить как набор мероприятий (от 1 до n). Представим формально набор мероприятий в виде комбинации нулей и единиц (двоичное представление). Тогда, например, направление $S_i=0,1,0,1,\dots,1$ означает, что мероприятие M_1 для улучшения качества не используется, M_2 – используется, M_3 – не используется, ..., M_n – используется. Полное множество от $0,0,\dots,0$ до $1,1,\dots,1$ можно получить в виде полного набора значений двоичного счётчика, где общее количество значений:

$$N = 2^n .$$

Такое представление используется в теории многофакторного планирования эксперимента в виде плана полного факторного эксперимента (ПФЭ) [6]. Для нашего случая столбцы плана (факторы) будут соответствовать мероприятиям, а строки – возможным направлениям улучшения качества (рис. 1). В расчётах с помощью ПФЭ «0» будем представлять в виде «-1», а «1» в виде «+1».

i/j	M_1	M_2	...	M_i	...	M_n	K
S_1	0	0	...	0	...	0	K_1
S_2	0	0	...	0	...	1	K_2
...
S_i	0	1	...	0	...	1	K_i
...
S_N	1	1	...	1	...	1	K_N

Рис. 1. План ПФЭ

Последний столбец в ПФЭ соответствует значению «отклика» (в нашем случае значению показателя качества выпускаемой продукции – K_i). Значение качества (отклик) будем определять с помощью экспертных оценок. Для этого экспертам необходимо оценить полный набор ($N = 2^n$) возможных направлений для получения всех значений «отклика». Прогнозируемые оценки качества могут формироваться в виде количественных значений в заранее заданной шкале (например, $1 \div 10$) либо в виде нечётких значений (например, оказывает существенное влияние, оказывает слабое влияние, оказывает

влияние и т.д.). В последующих случаях для обработки качественных значений необходимо осуществить фазификацию, дефазификацию и задать функцию принадлежности для проведения расчётов.

При формировании значений оценок качества по отдельным направлениям эксперты должны обратить внимание на возможный «синергетический» эффект от взаимодействия проводимых мероприятий, который обусловлен тем, что качество зависит в большей мере от выбираемой комбинации связанных между собой мероприятий, чем от аддитивного (независимого) вклада отдельных мероприятий в улучшении качества продукции.

По результатам проведённой экспертизы будет заполнен столбец «отклика» в виде множества значений качества $K: K_1, K_2, \dots, K_N$. С помощью ПФЭ можно оценить влияние отдельных факторов (проводимых мероприятий) на значение «отклика». Для этого по результатам отработки ПФЭ строится неполноквадратическая регрессионная зависимость вида [7]:

$$K = k_0 + k_1 \cdot y_1 + k_2 \cdot y_2 + \dots + k_n \cdot y_n + k_{12} \cdot y_1 \cdot y_2 + \dots + k_{123} \cdot y_1 \cdot y_2 \cdot y_3 + \dots + k_{123\dots n} \cdot y_1 \cdot y_2 \cdot y_3 \dots y_n.$$

По результатам расчёта выделяются существенные факторы, которые можно использовать для окончательного выбора направлений (набора мероприятий) проводимых для улучшения качества выпускаемой продукции предприятия.

Пример применения методики

В качестве примера проведём выбор и обоснование мероприятий по улучшению качества продукции. В набор мероприятий включены действия, связанные с улучшением качества «процесса» (основные и вспомогательные технологические операции) и «продукта» (например, изделия приборостроения). В соответствии с современной концепцией ISO улучшение «продукта» и «процесса» приводит к улучшению качества конечного продукта приборостроительного изделия. В набор мероприятий включим:

- 1) компьютеризация и автоматизация входного контроля;
- 2) модернизация технологического оборудования;
- 3) повышение квалификации персонала;
- 4) улучшение дисциплины труда на приборостроительном предприятии.

С помощью ПФЭ сформируем план для проведения опроса экспертов с оценками улучшения качества ΔK в шкале 0 ÷ 10 (рис. 2).

i/j	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	ΔK
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1
3	0	0	1	0	2
4	0	0	1	1	4
5	0	1	0	0	5
6	0	1	0	1	6
7	0	1	1	0	7
8	0	1	1	1	7
9	1	0	0	0	4
10	1	0	0	1	5
11	1	0	1	0	6
12	1	0	1	1	7
13	1	1	0	0	6
14	1	1	0	1	8
15	1	1	1	0	9
16	1	1	1	1	10

Рис. 2. План ПФЭ для набора мероприятий

После обработки результатов экспертного опроса получим оценки влияния факторов (мероприятий) в виде регрессионной неполноквадратической зависимости. Приведём линейную часть зависимости для анализа влияния факторов:

$$\Delta K = 7,33 + 1,44y_1 + 1,81y_2 + 1,44y_3 + 0,56y_4.$$

Наиболее влияющим фактором на улучшение качества выпускаемой продукции, как отметили эксперты, оказывают мероприятия, связанные с модернизацией технологического оборудования на приборостроительном предприятии. Равное, но меньшее влияние оказывают мероприятия, связанные с улучшением входного контроля и повышением квалификации персонала. Наименьшее влияние оказывает улучшение дисциплины труда. Это связано с тем, что эксперт считает существующую дисциплину труда удовлетворительной.

Заключение

Приведённая методика улучшения качества продукции, а также пример использования для приборостроительного предприятия позволяют сделать вывод об эффективности ее применения.

Предлагаемый подход целесообразно использовать для задач улучшения качества выпускаемой продукции в условиях модернизации и развития предприятия, связанного с выпуском высокотехнологической продукции.

Литература

1. Федорович, О. Е. Системное моделирование управления качеством продуктов и процессов производства [Текст] / О. Е. Федорович, Ю. А. Лещенко, С. Т. Шуфани // Системы обработки информации. – 2010. – № 6 (87). – С. 253 – 256.

2. Федорович, О. Е. Метод выбора проекта модернизации предприятия для обеспечения качества основного и вспомогательного процессов производства [Текст] / О. Е. Федорович, Ю. А. Лещенко, К. О. Западня // Авиационно-космическая техника и технология. – 2010. – № 6 (73). – С. 100 – 104.

3. Карпов, Л. Е. Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов [Текст] / Л. Е. Карпов, В.Н. Юдин // Труды института системного программирования РАН. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citforum.ru/consulting/BI/karpov/>. – 30.07.2015.

4. Шамилева, Э. Э. Стратегия управления качеством продукции [Текст] / Э. Э. Шамилева, Л. О. Хилько // Экономика Крыма. – 2011. – № 1(34). – С. 422 – 425.

5. Croft, N. H. ISO 9001:2015 and beyond - Preparing for the next 25 years of quality management standards [Electronic resource] / N. H. Croft // ISO, News 2012. – Mode of access: http://www.iso.org/iso/home/news_index/news_archive/news.htm?refid=Ref1633. – 28.08.2012.

6. Монтгомери, Д. К. Планирование эксперимента и анализ данных [Текст] : пер. с англ. / Д. К. Монтгомери. – Л. : Судостроение, 1980. – 384 с.

7. Гайдадин, А. Н. Применение полного факторного эксперимента при проведении исследований [Текст] / А. Н. Гайдадин, С. А. Ефремова. – Волгоград : ВолГТУ, 2008. – 16 с.

Поступила в редакцию 29.08.2015, рассмотрена на редколлегии 11.09.2015

ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР НАПРЯМКУ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Ю. Л. Прончаков, Ю. О. Лещенко

Ставиться і вирішується завдання поліпшення якості продукції, що випускається в умовах модернізації і розвитку підприємства, яке пов'язане з випуском високотехнологічної продукції. Завдання вирішується в два етапи: обґрунтування проекту модернізації підприємства; вибір набору заходів для поліпшення якості своєї продукції. Для вирішення поставленого завдання було використано методи логістики, теорія прецедентів, теорія якості, теорія прийняття рішень, методи цілочисельної оптимізації, теорія планування експерименту.

Ключові слова: розвиток підприємства, якість продукції, що випускається, база даних прецедентів, оптимізація рішення з модернізації виробництва, стратегія розвитку.

RATIONALE AND CHOOSING THE DIRECTION OF ENTERPRISES TO IMPROVE THE QUALITY OF PRODUCTS

Yu. L. Pronchakov, Ju. A. Leshchenko

Formulate and solve problems to improve the quality of products in the modernization and development of the company associated with the release of high – tech products. The problem is solved in two stages: the study of the project of modernization of the enterprise; selecting a set of measures to improve the quality of products. To solve our problem used methods of logistics, precedent theory, the theory of quality, decision theory, methods of integer optimization, theory of experiment planning.

Keywords: enterprise development, quality of products, database precedents, optimization solutions for modernization of production, development strategy.

Прончаков Юрий Леонидович – канд. техн. наук, доцент, декан факультета економіки и менеджмента, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина.

Лещенко Юлия Александровна – мл. науч. сотр. каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина.