

УДК 658.012.23

О. Е. ФЕДОРОВИЧ, Ю. А. ЛЕЩЕНКО*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

РАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДСТВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Ставится и решается задача обоснования средств выделяемых предприятием для проведения мероприятий по обеспечению качества выпускаемой продукции. На каждом этапе логистической цепи определяются значимые мероприятия для улучшения качества. Распределение средств осуществляется с учётом важности мероприятий, которые оцениваются с помощью полного факторного эксперимента на основе прогноза экспертов. Предложена стратегия улучшения качества в условиях ограниченных возможностей предприятия.

Ключевые слова: *развивающееся предприятие, обеспечение качества продукции, оптимизация средств, выбор мероприятий для улучшения качества, стратегия управления качеством.*

Введение

Для обеспечения конкурентоспособности отечественных предприятий аэрокосмической отрасли большое внимание руководство уделяет качеству выпускаемой продукции. Для этого необходимо, в условиях модернизации производства, сформировать множество мероприятий (М) для улучшения качества «продукта» и обеспечивающего «процесса» (основных и вспомогательных процессов производства). Необходимо отметить, что с учётом современных требований логистики [1] качество выпускаемой продукции связано с качеством процессов на всех звеньях логистической цепи (ЛЦ) «снабжение – производство – сбыт» [2].

Поэтому актуальна тема предлагаемой публикации, в которой ставится и решается задача обоснования выделяемых средств для повышения качества продукции в условиях модернизации предприятия.

Решение задачи исследования

Множество мероприятий по улучшению качества разобьём на подмножества связанные с этапами ЛЦ:

$$M = M_1, M_2, \dots, M_n,$$

где n – количество рассматриваемых этапов в ЛЦ.

Для каждого i -го этапа необходимо оценить эффективность мероприятий M_i по улучшению качества. Для этого сформируем полный набор воз-

можных вариантов проводимых мероприятий для i -го этапа ЛЦ начиная от одного и заканчивая 2^{m_i} , где m_i – количество мероприятий для i -го этапа ЛЦ. В работе для выделения факторов существенно влияющих на качество i -го этапа ЛЦ использован полный факторный эксперимент (ПФЭ) [3]. Пусть каждая строка плана будет соответствовать набору возможных мероприятий проводимых по качеству и представлен в виде набора «0» и «1». Где ноль соответствует не использованию j -го мероприятия из полного набора M_i для i -го этапа ЛЦ, а единица использования j -го мероприятия. Например, для e -й строки ПФЭ получим набор мероприятий в виде 01011, что означает: первое мероприятие не используется в наборе мероприятий, второе – используется, третье – не используется, четвёртое и пятое – используются. В примере максимальное возможных количество мероприятий – 5, а число вариантов наборов мероприятий: $2^5 = 32$.

Для оценки эффективности e -го набора мероприятий по улучшению качества производства целесообразно привлечь экспертов по качеству. В результате оценки e -го набора получим значение прогноза по улучшению качества (ΔK_e). Для всех наборов 2^{m_i} возможных мероприятий, которые получим вектор – столбец значений «откликов» в ПФЭ. В результате расчётного метода для ПФЭ можно получить регрессионную зависимость вида [4]:

$$\begin{aligned} \Delta K = & k_0 + k_1 x_1 + k_2 x_2 + \dots + k_{m_i} x_{m_i} + \\ & + k_{1_2} x_1 x_2 + \dots + k_{1_2 \dots m_i} x_1 x_2 \dots x_{m_i}, \end{aligned}$$

где x_{ij} – j -е мероприятие (фактор ПФЭ) для i -го этапа ЛЦ,

k_{ij} – коэффициент (вес), который указывает на значимость i_j -го фактора (мероприятия) для улучшения качества ΔK , $i_j = \overline{1, M_i}$, на i -м этапе ЛЦ.

Полученное значение k_{ij} используется для выделения значимых факторов (мероприятий) оказывающих существенное влияние на значение качества. Незначимые коэффициенты (мероприятия) можно отбросить, что приводит к уменьшению количества факторов (мероприятий), а значит времени и средств, затрачиваемых на улучшение качества на i -м этапе ЛЦ.

Расположим мероприятия с учётом значимости факторов в виде ряда:

$$E_1, E_2, \dots, E_{M_i'}$$

где на первом месте находится наиболее значимое, влияющие на качество (по прогнозу) мероприятие, а на последнем месте – наименее значимое. Здесь M_i' – количество мероприятий после их сокращения, проведённого с учётом значимости факторов.

Полученный набор возможных мероприятий будем использовать при распределении ограниченных средств предприятия выделяемых для улучшения качества на i -м этапе ЛЦ. Для этого необходимо оценить минимально необходимое количество средств для каждого мероприятия, которое обеспечит его выполнение. Оценка осуществляется руководством предприятия с помощью специалистов по качеству. В результате получим:

$$W_1, W_2, \dots, W_{m_i'}$$

где W_{ij} – минимально необходимый объем средств для выполнения j -го мероприятия на i -м этапе ЛЦ для улучшения качества продукции $i_j = \overline{1, M_i'}$.

Тогда минимальное количество средств, которое необходимо выделить предприятию для улучшения качества производства:

$$W_{\min_i} = \sum_{i_j=1}^{M_i'} W_{i_j}$$

С учётом ограниченных возможностей для улучшения качества производства предприятие мо-

жет выделить W_{i_0} средств. Возможны следующие соотношения между W_{i_0} и W_{\min_i} :

$$1. W_{i_0} = W_{\min_i}$$

В этом случае выделяемые средства являются достаточными для выполнения полного набора мероприятий M_i' на i -м этапе ЛЦ. Средства W_{i_0} распределяются в соответствии со значениями W_{i_j} .

$$2. W_{i_0} < W_{\min_i}$$

Это означает, что средств недостаточно для проведения полного набора мероприятий по улучшению качества.

В этом случае распределение средств осуществляется с помощью ряда построенного с учётом значимости мероприятий:

$$E_1, E_2, \dots, E_{M_i'}$$

При этом менее значимые мероприятия в конце ряда не будут обеспечены средствами для их реализации.

$$3. W_{i_0} > W_{\min_i}$$

В этом случае имеется избыток средств:

$$\Delta W_i = W_{i_0} - W_{\min_i}$$

Для рационального распределения избытка средств ΔW_i воспользуемся оценками значимости мероприятий (факторов), которые зависят от значений коэффициентов k_{ij} полученных в результате расчётов в ПФЭ.

Пронормируем \hat{k}_{ij} :

$$\hat{k}_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sum_{i_j=1}^{M_i'} k_{i_j}}$$

Тогда распределение средств на i -м этапе ЛЦ осуществляется с учётом значений \hat{k}_{ij} :

$$\Delta W_i = \hat{k}_{i_1} \Delta W_i + \hat{k}_{i_2} \Delta W_i + \dots + \hat{k}_{i_{M_i'}} \Delta W_i$$

Общее количество средств выделяемых предприятием:

$$W = \sum_{i=1}^{M_i} W_i$$

Стратегия последовательного улучшения качества в условиях ограниченных возможностей предприятия

Представим логистику аэрокосмического производства в виде логистической цепи (ЛЦ), элементы которой последовательно связаны (по входам и выходам) между собой. На верхнем уровне такое представление соответствует ЛЦ – «снабжение – производство – сбыт» [2]:

Для работающего аэрокосмического предприятия выпускаемая продукция имеет конкретные значения качества K_0 . Руководство предприятия учитывает ограниченность средств выделяемых для улучшения качества, что соответствует новому значению K_1 , которое обеспечит конкурентоспособность выпускаемой продукции. С учётом проведённого анализа ЛЦ можно, путём привлечения специалистов по качеству, задать новые требования качества для каждого элемента ЛЦ [5]. Таким образом, формируется ряд «новых» требований качества, с учётом существующих «старых» требований:

- "старые": $K_{0_1}, K_{0_2}, \dots, K_{0_n}$,
- "новые": $K_{1_1}, K_{1_2}, \dots, K_{1_n}$,

где K_{1_2} , например, соответствует «новым» требованиям качества для 2-го элемента ЛЦ, а K_{0_2} – соответствует «старым» требованиям. Возникает разность между «новыми» и «старыми» требованиями,

$$\Delta K_1, \Delta K_2, \dots, \Delta K_n,$$

которую необходимо в ходе мероприятий по улучшению качества реализовать.

Предлагается следующая стратегия последовательного улучшения качества:

1. Анализируем возможность улучшения качества для первого элемента ЛЦ. Определим значения K_1 и получим ΔK_1 . После этого сформируем множество мероприятий M_1 для реализации ΔK_1 .

2. По результатам проведённых мероприятий по улучшению качества получим фактические значения K_1 в виде K_{1_f} и ΔK_{1_f} , для первого элемента ЛЦ.

3. Учитывая полученные фактические значения K_{1_f} и ΔK_{1_f} эксперты по качеству пересматривают требования к качеству последующих элементов ЛЦ после первого элемента. В результате получим:

$$K_2^1, K_3^1, \dots, K_n^1;$$

$$\Delta K_2^1, \Delta K_3^1, \dots, \Delta K_n^1.$$

4. Перейдём ко второму элементу ЛЦ. Сформируем множество мероприятий M_2 для реализации ΔK_2^1 второго элемента ЛЦ.

5. По результатам проведённых мероприятий по улучшению качества получим фактические значения K_2^1 в виде $K_{2_f}^1$ и $\Delta K_{2_f}^1$ для второго элемента ЛЦ.

6. Учитывая полученные значения $K_{2_f}^1$ и $\Delta K_{2_f}^1$ эксперты по качеству пересматривают требования к качеству последующих после второго элементов ЛЦ. В результате получим:

$$K_3^2, K_4^2, \dots, K_n^2;$$

$$\Delta K_3^2, \Delta K_4^2, \dots, \Delta K_n^2.$$

Далее п.п. 4, 5, 6 для третьего и последующих элементов ЛЦ повторяются. Для i -го рассматриваемого элемента ЛЦ получим:

$$K_i^{i-1}, K_{i+1}^{i-1}, \dots, K_n^{i-1};$$

$$\Delta K_i^{i-1}, \Delta K_{i+1}^{i-1}, \dots, \Delta K_n^{i-1}.$$

Итоговое значение качества продукции определяются последним, элементом ЛЦ и соответствует множеству мероприятий, которые были последовательно проведены на всех элементах ЛЦ, начиная от первого и кончая последним.

Преимущество такой стратегии связано с ограниченными возможностями предприятия, а также с реально существующими на практике системной зависимостью полученного значения качества промежуточного продукта для i -го элемента ЛЦ с будущим значением качества продукта, которое формируется после проведения мероприятий на последующем $i+1$ -м элементе ЛЦ производства высокотехнологической продукции.

Отметим, что в соответствии с предложенной стратегией последовательного улучшения качества, в условиях ограниченных возможностей предприятия, целесообразно выделение средств и улучшение качества осуществлять последовательно «шаг за шагом», с учётом логистической цепи «снабжение – производство – сбыт» развивающегося предприятия.

Заключение

Предложенный подход целесообразно использовать на этапе прогнозирования и стратегического

планирования развития предприятия, когда в условиях жесткой конкуренции на рынках сбыта продукции необходимо обеспечить высокий уровень качества.

Литература

1. Газда, А. Методи підвищення якості логістики процесів виробництва [Текст] / А. Газда // Логістика. – Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2008. – № 633. – С. 99-105.

2. Федорович, О. Е. Логистические модели управления производством [Текст] : моногр. / О. Е. Федорович, О. И. Замирец, А. В. Попов. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2010. – 218 с.

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

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

5. Федорович, О. Е. Стратегия последовательного улучшения качества в логистической цепи аэрокосмического производства [Текст] / О. Е. Федорович, Ю. А. Лещенко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – № 5 (112). – С. 109-112.

Поступила в редакцию 2.06.2015, рассмотрена на редколлегии 22.06.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. каф. инженерии программного обеспечения И. В. Шостак, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина.

РАЦІОНАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ КОШТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА, ЩО РОЗВИВАЄТЬСЯ

О. Є. Федорович, Ю. О. Лещенко

Ставиться і вирішується завдання обґрунтування засобів, які виділяються підприємством для проведення заходів щодо забезпечення якості продукції, що випускається. На кожному етапі логістичного ланцюга визначаються значні заходи для поліпшення якості. Розподіл коштів здійснюється з урахуванням важливості заходів, які оцінюються за допомогою повного факторного експерименту на основі прогнозу експертів. Запропоновано стратегію поліпшення якості в умовах обмежених можливостей підприємства.

Ключові слова: підприємство, що розвивається; забезпечення якості продукції; оптимізація засобів; вибір заходів для поліпшення якості; стратегія управління якістю.

THE RATIONAL ALLOCATION OF FUNDS TO IMPROVE THE QUALITY OF PRODUCTS TO DEVELOP THE ENTERPRISE

O. Ye. Fedorovich, Ju. A. Leshchenko

Formulate and solve problems of justify funds now allocated for measures to ensure product quality. At each stage of the supply chain are defined by significant measures to improve the quality. Distribution of funds is carried out taking into account the importance of the activities that are evaluated using a full factorial experiment, based on the forecast of experts. A strategy for improving quality in the limited capacity of the enterprise.

Keywords: developing enterprise, product quality assurance, optimization of resources, choice of activities to improve the quality, quality management strategy.

Федорович Олег Евгеньевич – д-р техн. наук, проф., зав. каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина.

Лещенко Юлия Александровна – м. н. с. каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина.