

УДК 658.562+658.512

О.Е. ФЕДОРОВИЧ, Ю.А. ЛЕЩЕНКО

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ЛОГИСТИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ

Ставится и решается задача рационального выбора мероприятий и средств контроля качества на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) производимой продукции предприятиями машиностроения (аэрокосмос, автомобилестроение, судостроение и т.д.). Предложены критерии для сравнения и выбора рационального варианта для обеспечения качества на каждом этапе ЖЦ: финансовые затраты, время, риски. Оптимизация осуществляется с помощью целочисленного линейного программирования с булевыми переменными. Рассматривается постановка и решение задачи оптимизации для отдельных показателей и комплексного критерия качества.

Ключевые слова: обеспечение качества, логистическое управление, жизненный цикл, качество продукции

Введение

Современные логистические принципы производства позволяют управлять созданием, производством и эксплуатацией изделий машиностроения на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) (создание, производство, эксплуатация, утилизация) [1]. Большое внимание при этом уделяется обеспечению требований качества, так как от них, в настоящее время, зависит конкурентоспособность производимой продукции [2].

Если для отдельных этапов ЖЦ, в настоящее время, созданы математические методы, модели и информационные технологии исследования и управления качеством [3], то вопросам гармонизации качества по всему ЖЦ уделено мало влияния. Поэтому предлагаемая публикация актуальна, так как в ней ставится и решается задача рационального выбора мероприятий и средств контроля качества на всех этапах ЖЦ производимой продукции предприятиями машиностроения (аэрокосмос, автомобилестроение, судостроение и т.д.).

Постановка задачи исследования

При создании сложных изделий машиностроения специалисты по качеству рассматривают множество альтернативных вариантов обеспечения качества на каждом этапе ЖЦ. Каждая альтернатива связана с определенными затратами, временем потраченными на контроль и управление качеством, и рисками, связанными с отклонениями от требований качества, которые могут привести к появлению бра-

ка. Введём следующие критерии для сравнения и выбора рационального варианта обеспечения качества на каждом этапе ЖЦ создаваемых изделий машиностроения:

1. С – финансовые затраты. К ним относятся, затраты связанные с мероприятиями и средствами контроля качества (средства контроля качества, персонал по управлению качеством и т.п.).

2. Т – время, которое связано с проведением мероприятий по обеспечению требований качества (время контроля, принятия решений и т.д.).

3. R – риск, связанный с появлением возможных отклонений от требований качества (брак, ухудшение качества и т.д.).

Для постановки и решения задачи рационального выбора вариантов (средств контроля, персонала и т.д.), которые обеспечивают задаваемые требования качества, воспользуемся целочисленным линейным программированием [4]. Введём булеву переменную

$$x_{ij} = \{1, 0\}, \quad i = \overline{1, M}, \quad j = \overline{1, N_i},$$

где $x_{ij} = 1$, когда для i – го этапа ЖЦ выбран j – ый вариант обеспечения качества и $x_{ij} = 0$ – в противном случае;

M – количество этапов ЖЦ продукции машиностроения;

N_i – количество возможных альтернатив для обеспечения требований качества на i – ом этапе ЖЦ.

При этом $\sum_j x_{ij} = 1$ для всех $i = \overline{1, M}$.

Решение задачи исследования

Решение поставленной оптимизационной задачи проведём в два этапа.

1. Оптимизация отдельных критериев, связанных с требованиями качества.

1.1. Необходимо минимизировать финансовые затраты, связанные с обеспечением требований качества на всех этапах ЖЦ:

$$\min C, \tilde{N} = \sum_i \sum_j x_{ij} \tilde{n}_{ij},$$

где C – суммарные финансовые затраты связанные с обеспечением качества продукции на всех этапах ЖЦ;

c_{ij} – финансовые затраты на обеспечение качества j – го варианта (альтернативы) для i – го этапа ЖЦ.

Ограничениями являются:

$$T \leq T', T = \sum_i \sum_j x_{ij} t_{ij},$$

$$R \leq R', R = \sum_i \sum_j x_{ij} r_{ij},$$

где t_{ij} – время, потраченное на проведение мероприятий по обеспечению качества (контроль, проведение испытаний и т.д.) для j – го варианта на i – м этапе ЖЦ;

r_{ij} – риск, связанный с возможными отклонениями от требований качества (брак, нарушение уровня качества ит.д.) для j – го варианта на i – м этапе ЖЦ;

T' – допустимое время, потраченное на мероприятия по обеспечению качества;

R' – допустимый уровень риска, связанного с возникновением нарушений требований качества.

1.2. Необходимо минимизировать время, потраченное на мероприятия, по обеспечению качества продукции на всех этапах ЖЦ:

$$\min T, T = \sum_i \sum_j x_{ij} t_{ij},$$

где T – суммарная длительность всех мероприятий по обеспечению качества продукции на всех этапах ЖЦ.

Ограничениями являются:

$$C \leq C', \tilde{N} = \sum_i \sum_j x_{ij} \tilde{n}_{ij},$$

$$R \leq R', R = \sum_i \sum_j x_{ij} r_{ij},$$

где C' – допустимые финансовые затраты на обеспечение качества продукции на всех этапах ЖЦ.

1.3. Необходимо минимизировать риск, связанный с возможными отклонениями от требований качества на всех этапах ЖЦ:

$$\min R, R = \sum_i \sum_j x_{ij} r_{ij},$$

где R – суммарный риск, связанный с отклонениями от требований качества на всех этапах ЖЦ.

Ограничением является:

$$C \leq C', \tilde{N} = \sum_i \sum_j x_{ij} \tilde{n}_{ij},$$

$$T \leq T', T = \sum_i \sum_j x_{ij} t_{ij}.$$

В результате решения предложенных оптимизационных задач получим оптимальные значения C^*, T^*, R^* для рассмотренных критериев, связанных с обеспечением качества продукции на всех этапах ЖЦ.

2. Необходимо решить многокритериальную задачу, связанную с обеспечением качества продукции на всех этапах ЖЦ.

Пронормируем критерии для перевода их в безразмерную шкалу:

$$\hat{C} = \frac{C - C^*}{C' - C^*}, \hat{T} = \frac{T - T^*}{T' - T^*}, \hat{R} = \frac{R - R^*}{R' - R^*}.$$

Введём комплексный критерий, связанный с обеспечением качества продукции на всех этапах ЖЦ:

$$K = \alpha_C \hat{C} + \alpha_T \hat{T} + \alpha_R \hat{R},$$

где $\alpha_C, \alpha_T, \alpha_R$ – «веса» (значимость) критериев. Они могут быть получены с учётом мнений экспертов (специалистов по качеству). При этом:

$$\alpha_C + \alpha_T + \alpha_R = 1.$$

Необходимо минимизировать комплексный критерий:

$$\begin{aligned} \min K, K &= \alpha_C \hat{C} + \alpha_T \hat{T} + \alpha_R \hat{R} = \\ &= \alpha_C \frac{C - C^*}{C' - C^*} + \alpha_T \frac{T - T^*}{T' - T^*} + \alpha_R \frac{R - R^*}{R' - R^*} = \\ &= \frac{\alpha_C}{C' - C^*} \sum_i \sum_j x_{ij} c_{ij} + \frac{\alpha_T}{T' - T^*} \sum_i \sum_j x_{ij} t_{ij} + \\ &+ \frac{\alpha_R}{R' - R^*} \sum_i \sum_j x_{ij} r_{ij} - \frac{\alpha_C C^*}{C' - C^*} - \frac{\alpha_T T^*}{T' - T^*} - \frac{\alpha_R R^*}{R' - R^*}. \end{aligned}$$

Заключення

В заключении отметим, что предложенный подход целесообразно использовать на начальных этапах принятия решений по обеспечению качества продукции при обосновании новых производственных заказов для и оценки возможных затрат и рисков, связанных с требованиями качества.

Литература

1. Федорович, О.Е. *Логистика жизненного цикла аэрокосмической техники [Текст] / О.Е. Федорович, Ю.А. Лещенко К.О. Западня, Р.Е. Демен-*

тьев // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2011. – № 1 (49). – С. 139 – 145.

2. ДСТУ ISO 9004—2001. *Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.guds.gov.ua/document/53756;/DSTU%20IS O%209004_2001.doc. – 2.11.2011 г.*

3. Шишкин, Е.В. *Математические методы и модели в управлении [Текст]: учебн. пособие / Е.В. Шишкин, А.Г. Чхартишвили. – 3-е изд. – М.: Дело, 2004. – 440 с.*

4. Юдин, Д.Б. *Задачи и методы линейного программирования [Текст] / Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольштейн. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Сов. радио, 1964. – 736 с.*

Поступила в редакцию 22.11.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. информатики А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ЛОГІСТИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ НА ВСІХ ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ

О.Є. Федорович, Ю.О. Лещенко

Ставиться і вирішується завдання раціонального вибору заходів та засобів контролю якості на всіх етапах життєвого циклу (ЖЦ) виробленої продукції підприємствами машинобудування (аерокосмос, автомобілебудування, суднобудування та інші.). Запропоновано критерії для порівняння і вибору раціонального варіанту для забезпечення якості на кожному етапі ЖЦ: фінансові витрати, час, ризику. Оптимізація здійснюється за допомогою цілочисельного лінійного програмування з булевими змінними. Розглядається постановка і вирішення завдання оптимізації для окремих показників і комплексного критерію якості.

Ключові слова: забезпечення якості, логістичне управління, життєвий цикл, якість продукції.

LOGISTICS QUALITY ASSURANCE FOR ALL STAGES OF THE LIFE CYCLE OF PRODUCTS

O.Ye. Fedorovich, Ju. A. Leshchenko

We pose and solve the problem of rational choice, measures and means of quality control at all stages of the life cycle (LC) production enterprises engineering (aerospace, automotive, shipbuilding, etc.). The criteria for comparison and selection of management options to ensure quality at every stage of life cycle: the financial costs, time, risks. Optimization using an integer linear programming with boolean variables. We consider the formulation and solution of the optimization problem for the individual indicators and complex criterion of quality.

Key words: quality maintenance, logistic management, life cycle, quality of products.

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 – инженер каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина.