

УДК 658.562+658.512

К. О. ЗАПАДНЯ, Ю. А. ЛЕЩЕНКО

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

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ КАЧЕСТВА В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПРОИЗВОДСТВА

Ставится и решается задача обоснования и обеспечения новых требований к качеству выпускаемой продукции при модернизации производственной системы. Задача решается с позиции современных требований логистики, связанных с обеспечением качества, как элементов, так и всей логистической цепи производства (снабжение – производство – сбыт). Приведены постановки задач оптимизации для обеспечения требований качества в логистической цепи производства. Решение предлагаемых задач осуществляется с использованием аппарата линейного целочисленного программирования с булевыми переменными.

Ключевые слова: логистическая цепь, качество продукции, оптимизация качества, обеспечение требований качества.

Введение

Повышение качества выпускаемой продукции предприятиями машиностроения Украины является основным требованием для обеспечения конкурентоспособности продукции.

Глобализация производства привела к необходимости отслеживания качества по всем элементам распределенной логистической цепи (ЛЦ) производства начиная от снабжения и кончая сбытом продукции. Как известно большинство публикаций связано с обеспечением качества непосредственно при изготовлении продукции. Здесь производственники часто используют стратегию глобального менеджмента качества - Total quality management (TQM), когда необходимо выполнять требования качества не только при движении изготавливаемого продукта, но и для всех процессов (основных и вспомогательных), которые обеспечивают это движение. Выполнение требований качества для всех элементов ЛЦ требует пересмотра требований TQM для повышения конкурентоспособности продукции. Поэтому актуальна тема предлагаемой публикации, в которой ставится и решается задача обеспечения требований качества по всей ЛЦ [1, 2].

Постановка задачи исследования

Представим логистический процесс управления качеством в виде иерархического дерева (рис. 1). На каждом уровне ЛЦ необходимо управлять качеством с учётом последовательного материального потока движения по элементам ЛЦ рассматриваемого уровня.

Пусть определены требования и показатели качества для рассматриваемого j – го уровня ЛЦ. Представим набор требований для j – го уровня с учётом i – ых элементов ЛЦ в виде кортежа:

$$K_j = \langle k_{1j}, k_{2j}, \dots, k_{mj} \rangle.$$

В процессе управления качеством необходимо учитывать ограничения (финансовые, временные и др.), которые представим в виде:

$$C_j = \langle c_{1j}, c_{2j}, \dots, c_{nj} \rangle.$$

Задачу оптимизации управления качеством для рассматриваемого j – го уровня логистического представления производства можно решить с помощью предлагаемых подходов:

1. Оптимизация качества отдельных элементов рассматриваемого j – го уровня ЛЦ. В этом случае последовательно, по элементам, начиная от процессов снабжения, затем производства и заканчивая сбытом, решается задача максимизации показателей качества.

2. Гармонизация качества с учётом всех элементов входящих в j – й рассматриваемый уровень ЛЦ. В этом случае осуществляется решение максимальной задачи (max min) для улучшения (гармонизации) самого худшего по значению показателя качества с учётом всех элементов ЛЦ рассматриваемого j – го уровня.

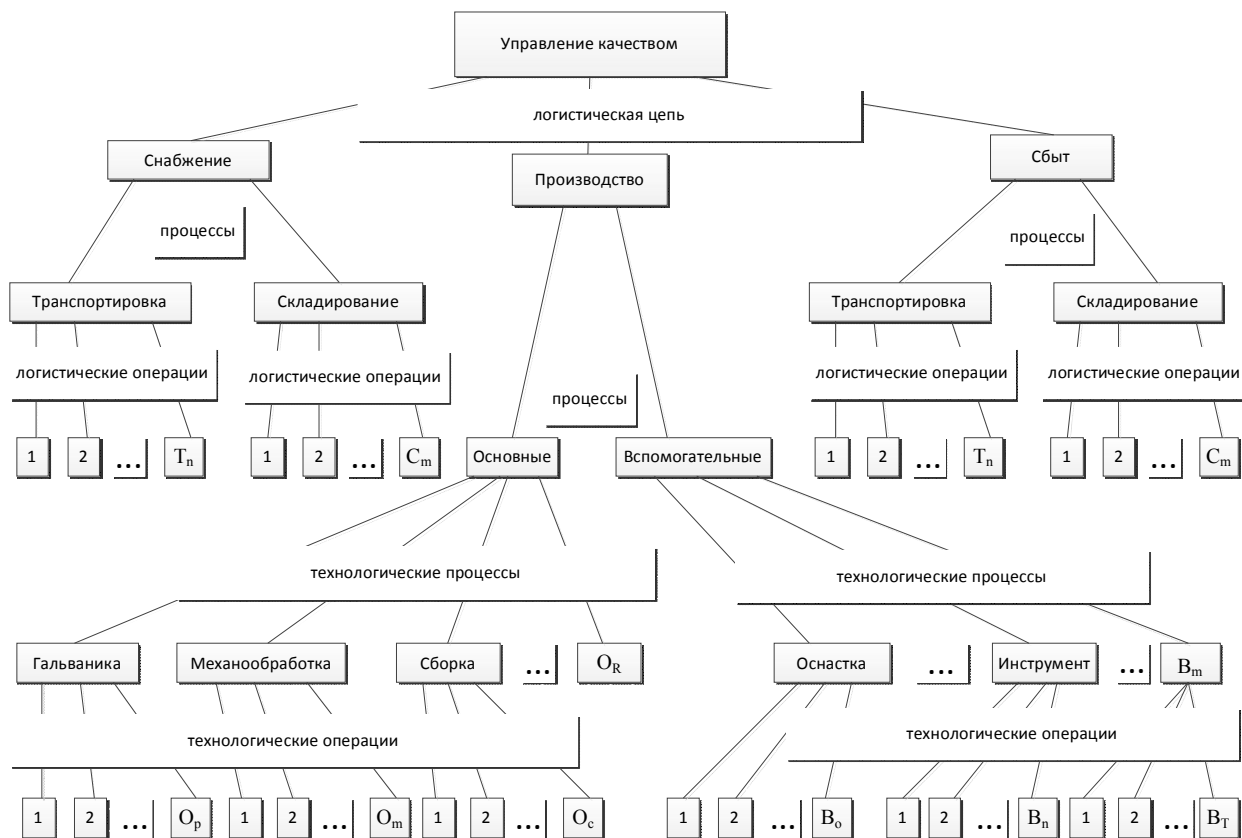


Рис. 1. Иерархия логистических процессов производства

Решение задачи исследования

Рассмотрим подробнее постановку и решение задач для каждого из предлагаемых подходов.

1. Оптимизация качества для отдельных элементов рассматриваемого j – го уровня ЛЦ.

Пусть для каждого j – го элемента ЛЦ специалисты по качеству определили множество возможных вариантов (способов) улучшения значений требований качества.

Введём булеву переменную $x_{j_{l_1}}$, которая принимает два возможных значения:

$$x_{j_{l_1}} = \begin{cases} 0, & \text{если не взят для улучшения качества} \\ & \text{1 - й вариант (способ);} \\ 1, & \text{если для улучшения качества выбран} \\ & \text{1 - й вариант (способ).} \end{cases}$$

Решение первой задачи можно провести в два этапа:

1.1. Оптимизация локальных показателей качества для каждого j_i – го элемента ЛЦ:

Необходимо максимизировать каждый $k_{e_{j_i}}$ – й показатель качества:

$$\max k_{e_{j_i}},$$

где $k_{e_{j_i}} = \sum_{l_e=1}^{s_{e_{j_i}}} p_{e_{j_{l_1}}} \cdot x_{j_{l_1}}$, для всех показателей $e = \overline{1, m_{j_i}}$, $s_{e_{j_i}}$ – количество вариантов (способов) управления качеством; $p_{e_{j_{l_1}}}$ – значения качества для $k_{e_{j_i}}$ – показателя, в случае выбора l – го варианта (способа) управления качеством.

При этом необходимо выполнять условия ограничений:

$$C_{q_{j_i}} = \sum_{l=1}^{r_{j_i}} f_{q_{j_{l_1}}} \cdot x_{j_{l_1}},$$

$$C_{q_{j_i}} \leq C'_{q_{j_i}}, \quad q = \overline{1, n_{j_i}},$$

где $f_{q_{j_{l_1}}}$ – значение ограничения (финансовое, временное и т.д.) для l – го варианта (способа) управления качеством; $C'_{q_{j_i}}$ – допустимое значение ограничения, которое нельзя превышать.

В результате решения задачи 1.1. получим максимальные значения для всех показателей качества

$k_{1j_i}^*, k_{2j_i}^*, \dots, k_{mj_i}^*$ розглядаємого j_i – го елемента ЛЦ.

1.2. Оптимізація комплексного критерія якості. На цьому етапі необхідно знайти найкраще значення комплексного критерія, яке в комплексному сенсі задовольняє локальним показателям якості. Представимо комплексний критерій якості в вигляді адитивної свертки показателів:

$$\begin{aligned} \widehat{K}_{j_i} &= \alpha_{1j_i} \cdot \widehat{k}_{1j_i} + \alpha_{2j_i} \cdot \widehat{k}_{2j_i} + \dots + \alpha_{mj_i} \cdot \widehat{k}_{mj_i} = \\ &= \sum_{e_{j_i}=1}^{m_{j_i}} \alpha_{e_{j_i}} \cdot \widehat{k}_{e_{j_i}}, \end{aligned}$$

де $\alpha_{e_{j_i}}$ – «вага» $\widehat{k}_{e_{j_i}}$ – го показателя (визначається експертами по якості).

$$\sum_{e_{j_i}=1}^{m_{j_i}} \alpha_{e_{j_i}} = 1,$$

$$\widehat{k}_{e_{j_i}} = \frac{k_{e_{j_i}} - k'_{e_{j_i}}}{k^*_{e_{j_i}} - k'_{e_{j_i}}}; \quad 0 \leq \widehat{k}_{e_{j_i}} \leq 1,$$

де $k'_{e_{j_i}}$ – допустиме значення локального критерія, яке не можна погіршити.

Необхідно максимізувати комплексний критерій якості:

$$\max \widehat{K}_{j_i},$$

$$\begin{aligned} \text{де } \widehat{K}_{j_i} &= \alpha_{1j_i} \frac{k_{1j_i} - k'_{1j_i}}{k^*_{1j_i} - k'_{1j_i}} + \alpha_{2j_i} \frac{k_{2j_i} - k'_{2j_i}}{k^*_{2j_i} - k'_{2j_i}} + \dots + \\ &+ \alpha_{mj_i} \frac{k_{mj_i} - k'_{mj_i}}{k^*_{mj_i} - k'_{mj_i}} = \frac{\alpha_{1j_i}}{k^*_{1j_i} - k'_{1j_i}} \sum_{l_1=1}^{e_{1j_i}} P_{1j_i l_1} \cdot x_{j_i l_1} + \\ &+ \frac{\alpha_{2j_i}}{k^*_{2j_i} - k'_{2j_i}} \sum_{l_2=1}^{e_{2j_i}} P_{2j_i l_2} \cdot x_{j_i l_2} + \\ &+ \frac{\alpha_{mj_i}}{k^*_{mj_i} - k'_{mj_i}} \sum_{l_m=1}^{e_{mj_i}} P_{mj_i l_m} \cdot x_{j_i l_m} - \\ &- \frac{\alpha_{1j_i} \cdot k'_{1j_i}}{k^*_{1j_i} - k'_{1j_i}} - \frac{\alpha_{2j_i} \cdot k'_{2j_i}}{k^*_{2j_i} - k'_{2j_i}} - \frac{\alpha_{mj_i} \cdot k'_{mj_i}}{k^*_{mj_i} - k'_{mj_i}}, \end{aligned}$$

С урахуванням обмежень:

$$C_{q_{j_i}} \leq C'_{q_{j_i}}, \quad q = \overline{1, n_{j_i}}.$$

2. Гармонізація якості з урахуванням всіх елементів входять в j – й розглядаємого рівня ЛЦ.

Преобразуємо локальні критерії, таким чином, щоб задача їх максимізації стала задачею мінімізації:

$$\min \widetilde{k}_{e_{j_i}},$$

$$\text{де } \widetilde{k}_{e_{j_i}} = 1 - \widehat{k}_{e_{j_i}} = 1 - \frac{k_{e_{j_i}} - k'_{e_{j_i}}}{k^*_{e_{j_i}} - k'_{e_{j_i}}} =$$

$$= \frac{k^*_{e_{j_i}} - k'_{e_{j_i}} - k_{e_{j_i}} + k'_{e_{j_i}}}{k^*_{e_{j_i}} - k'_{e_{j_i}}} = \frac{k^*_{e_{j_i}} - k_{e_{j_i}}}{k^*_{e_{j_i}} - k'_{e_{j_i}}}.$$

В ході спільної оптимізації всіх локальних критеріїв необхідно покращувати значення самого гіршого з урахуванням всіх елементів розглядаємого j – го рівня ЛЦ, що відповідає гармонізації і забезпеченню якості випускаємого виробничої продукції. С урахуванням перетворених значень локальних критеріїв необхідно здійснити рішення мінімаксової задачі:

$$\begin{aligned} \min_{\widetilde{k}_{e_{j_i}} \in K_j} \max_{x_{j_i l_1}} \widetilde{k}_{e_{j_i}} &= \min_{\widetilde{k}_{e_{j_i}} \in K_j} \max_{x_{j_i l_1}} \frac{k^*_{e_{j_i}} - k_{e_{j_i}}}{k^*_{e_{j_i}} - k'_{e_{j_i}}} = \\ &= \min_{\widetilde{k}_{e_{j_i}} \in K_j} \max_{x_{j_i l_1}} \frac{k^*_{e_{j_i}} - \sum_{l_1=1}^{e_{1j_i}} P_{e_{j_i} l_1} \cdot x_{j_i l_1}}{k^*_{e_{j_i}} - k'_{e_{j_i}}}. \end{aligned}$$

Рішення запропонованої мінімаксової задачі здійснюється шляхом введення допоміжної змінної з використанням апарату лінійного цілочисленого програмування з булевими змінними [3].

Висновок

Запропонований підхід цілеспрямовано використовувати в задачах модернізації підприємств машинобудівного комплексу України, коли необхідно з позицій логістичного управління здійснити оцінку якості продукції з урахуванням всіх елементів логістичної ланки виробництва (забезпечення – виробництво – продаж).

Литература

1. Геопространственные производственные системы. Часть 1. Анализ, моделирование, проектирование [Текст] : моногр. / В. М. Илюшко, О. Е. Федорович, О. И. Замирец, Л. Д. Греков. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2011. – 250 с.

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. Юдин, Д. Б. Линейное программирование. Теория, методы и приложения [Текст] / Д. Б. Юдин, Е. Г. Гольштейн. – М. : Наука, 1969. – 318 с.

Поступила в редакцию 31.01.2014, рассмотрена на редколлегии 11.06.2014

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

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМОГ ЯКОСТІ В ЛОГІСТИЧНОМУ ЛАНЦЮЗІ ВИРОБНИЦТВА

К. О. Западня, Ю. О. Лещенко

Ставиться і вирішується задача обґрунтування та забезпечення нових вимог до якості продукції, що випускається при модернізації виробничої системи. Задача вирішується з позиції сучасних вимог логістики, пов'язаних із забезпеченням якості, як елементів, так і всього логістичного ланцюга виробництва (постачання - виробництво - збут). Наведено постановки задач оптимізації для забезпечення вимог якості в логістичному ланцюзі виробництва. Рішення запропонованих завдань здійснюється з використанням апарату лінійного цілочисельного програмування з булевими змінними.

Ключові слова: логістичний ланцюг, якість продукції, оптимізація якості, забезпечення вимог якості.

PROVIDING REQUIREMENTS OF QUALITY IN A LOGISTIC CHAIN PRODUCTIONS

K. O. Zapadnia, Ju. A. Leshchenko

The task of justification and providing new requirements to quality of products is set and solved at modernization of a production system. The problem is solved from a position of modern requirements of the logistics connected with ensuring quality, both elements, and all logistic chain of production (supply – production – sale). These performances optimization problems for quality requirements in the logistics chain of production. The solution of offered tasks is carried out with use of the device of linear integer programming with Boolean variables.

Key words: logistics chain, product quality, optimizing quality, providing quality requirements.

Западня Ксенія Олеговна – канд. техн. наук, доцент, науч. сотр. 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.