

УДК 658.52.011

О.Е. ФЕДОРОВИЧ<sup>1</sup>, Т.Н. НАЗАРЕНКО<sup>1</sup>, С.А. ЯШИН<sup>2</sup><sup>1</sup> *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Украина*<sup>2</sup> *Межотраслевой НИИ проблем физического моделирования**Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Украина*

## РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР КОММУНИКАЦИЙ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

*В предложенной публикации ставится и решается задача выбора коммуникаций для снижения риска выполнения инновационного проекта или нового производственного заказа. Рассматривается и анализируется риск, связанный с появлением новых задач, технических требований в проекте создания сложного изделия машиностроения. Этот риск снижается путем усиления контроля хода выполнения проекта (заказа) и проведения интенсивных коммуникационных взаимодействий участников проекта (заказа). Задача оптимизации коммуникационных взаимодействий формулируется в терминах целочисленного линейного программирования. Основными исследуемыми критериями являются: стоимость организации и проведения коммуникационных процессов; время, потраченной на коммуникации; риск, связанный с инновационностью проекта.*

**Ключевые слова:** инновационный проект, сложный производственный заказ, коммуникации, минимизация риска, многокритериальная оптимизация

### Введение

Для конкурентоспособности создаваемых изделий машиностроения разработчики инновационных технических проектов (ИТП) или сложных производственных заказов (СПЗ) вводят новации в виде новых функциональных задач, которые будут использоваться в выпускаемых изделиях, или новых требований к характеристикам и качеству продукции. Любая новация приводит к возникновению риска «нового». Чтобы его минимизировать, предприятие или проектная организация ужесточает контроль хода проектирования (производства) [1, 2]. Это приводит к появлению многочисленных коммуникаций и увеличению затрат, связанных с коммуникационными процессами [3, 4]. Отсюда следует актуальность задачи оптимизации выбора коммуникаций, связанных с инновационной составляющей проекта (заказа).

### Постановка задачи исследования

Пусть заранее, путем предварительного анализа будущего проекта (заказа), менеджеры рассмотрели и исследовали возможные коммуникации, которые могут быть использованы для обеспечения взаимодействий участников проекта (заказа).

Необходимо выбрать рациональные коммуникационные взаимодействия участников проекта (заказа), которые позволят снизить риск выполнения инновационного проекта (заказа).

Введем следующие критерии, связанные с оптимизацией выбора коммуникаций с учетом инновационной составляющей проекта (заказа):

1.  $C$  – стоимость реализации коммуникационных процессов, связанных с управлением инновационным проектом (заказом) и его контролем. Стоимость формируется в виде суммы затрат на реализацию коммуникационных процессов.

2.  $T$  – время, затраченное на коммуникационные процессы в ходе выполнения ИТП (СПЗ).

3.  $R$  – риск, связанный с инновационной составляющей проекта. Этот риск зависит от рационального выбора коммуникаций для обеспечения контроля хода разработки или выполнения нового производственного заказа.

### Решение задачи исследования

Пусть, предварительно, эксперты совместно с руководителями ИТП (СПЗ) оценили влияние коммуникаций на риск, связанный с инновациями в проекте (заказе).

Для решения задачи оптимизации выбора коммуникаций для планирования и выполнения ИТП (СПЗ) воспользуемся методом целочисленного линейного программирования [5].

Введем булеву переменную  $x_{ik} = \{1, 0\}$ , где  $x_{ik} = 1$  означает, что для  $i$ -ой функциональной задачи (ФЗ) выбран  $k$ -й тип коммуникаций,  $i = \overline{1, N}$ ,  $k = \overline{1, M}$ ;  $N$  – количество ФЗ ИТП или СПЗ,  $M$  –

общее количество возможных типов коммуникаций;  $x_{ik} = 0$  – в противном случае. Обязательным условием является выполнение следующего равенства:

$$\sum_k x_{ik} = 1 \text{ для всех } i = \overline{1, N}.$$

Тогда критерии, используемые в задаче оптимизации, связанные с рациональным выбором коммуникаций в ИТП (СПЗ), будут выглядеть следующим образом:

1. Стоимость реализации коммуникационных процессов ИТП (СПЗ):

$$C = \sum_i \sum_k x_{ik} c_{ik}, \quad (1)$$

где  $c_{ik}$  – стоимость  $k$ -го типа коммуникаций, используемого для выполнения  $i$ -ой ФЗ.

2. Длительность всех коммуникационных процессов при выполнении ИТП (СПЗ):

$$T = \sum_i \sum_k x_{ik} t_{ik}, \quad (2)$$

где  $t_{ik}$  – время реализации коммуникационных процессов, связанных с выполнением  $i$ -ой ФЗ, для которой выбран  $k$ -й тип коммуникации.

3. Риск, связанный с инновационной составляющей проекта (заказа), который зависит от выбора коммуникации для управления и контроля хода проектирования (освоения нового заказа):

$$R = \sum_i \sum_k x_{ik} r_{ik}, \quad (3)$$

где  $r_{ik}$  – риск, связанный с реализацией  $i$ -ой ФЗ инновационного проекта (заказа), для которой выбран  $k$ -й тип коммуникаций.

Сформулируем основные постановки задачи оптимизации выбора коммуникаций, связанных с инновационной составляющей ИТП (СПЗ).

1. Необходимо минимизировать риск  $R$ , связанный с инновационной составляющей ИТП (СПЗ), путем выбора соответствующих коммуникаций:

$$\min R, R = \sum_i \sum_k x_{ik} r_{ik}, \quad (4)$$

с учетом ограничений:

$$C \leq C', C = \sum_i \sum_k x_{ik} c_{ik}, \quad (5)$$

$$T \leq T', T = \sum_i \sum_k x_{ik} t_{ik}, \quad (6)$$

где  $C'$  – допустимые финансовые затраты, связанные с коммуникационными процессами инновационного проекта (заказа);

$T'$  – допустимые затраты времени, связанные с реализацией коммуникационных процессов инновационного проекта (заказа).

2. Необходимо минимизировать стоимость  $C$  проведения коммуникационных процессов ИТП (СПЗ):

$$\min C, C = \sum_i \sum_k x_{ik} c_{ik}, \quad (7)$$

с учетом ограничений:

$$R \leq R', R = \sum_i \sum_k x_{ik} r_{ik}, \quad (8)$$

$$T \leq T', T = \sum_i \sum_k x_{ik} t_{ik}, \quad (9)$$

где  $R'$  – допустимый риск, связанный с инновационной составляющей ИТП (СПЗ).

3. Необходимо минимизировать время  $T$  всех коммуникационных процессов, связанных с выполнением ИТП (СПЗ):

$$\min T, T = \sum_i \sum_k x_{ik} t_{ik}, \quad (10)$$

с учетом ограничений:

$$R \leq R', R = \sum_i \sum_k x_{ik} r_{ik}, \quad (11)$$

$$C \leq C', C = \sum_i \sum_k x_{ik} c_{ik}. \quad (12)$$

4. Многокритериальная постановка задачи оптимизации выбора коммуникаций с учетом риска выполнения ИТП (СПЗ).

Предварительно, с учетом проведенных локальных оптимизаций (задачи (4), (7), (10)), переведем критерии  $R, C, T$  в безразмерную шкалу:

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

где  $R^*, C^*, T^*$  – минимальные значения  $R, C, T$ , найденные при решении задач (4), (7), (10).

Введем комплексный критерий  $K$  для оптимизации выбора коммуникаций с учетом риска выполнения инновационного проекта (заказа):

$$K = \alpha_R \hat{R} + \alpha_C \hat{C} + \alpha_T \hat{T}, \quad (13)$$

где  $\alpha_R, \alpha_C, \alpha_T$  – важность отдельных критериев, которую предварительно оценили эксперты и руководители инновационного проекта (заказа),

$$\alpha_R + \alpha_C + \alpha_T = 1. \quad (14)$$

Необходимо найти минимальное значение комплексного критерия  $K$

$$\begin{aligned} \min K, \\ K &= \alpha_R \hat{R} + \alpha_C \hat{C} + \alpha_T \hat{T} = \\ &= \alpha_R \cdot \frac{R - R^*}{R' - R^*} + \alpha_C \cdot \frac{C - C^*}{C' - C^*} + \alpha_T \cdot \frac{T - T^*}{T' - T^*} = \\ &= \frac{\alpha_R}{R' - R^*} \sum_i \sum_k x_{ik} r_{ik} + \frac{\alpha_C}{C' - C^*} \sum_i \sum_k x_{ik} c_{ik} + \\ &+ \frac{\alpha_T}{T' - T^*} \sum_i \sum_k x_{ik} t_{ik} - \frac{\alpha_R \cdot R^*}{R' - R^*} - \frac{\alpha_C \cdot C^*}{C' - C^*} - \frac{\alpha_T \cdot T^*}{T' - T^*} \end{aligned} \quad (15)$$

с учетом ограничений:

$$R \leq R', R = \sum_i \sum_k x_{ik} r_{ik}, \quad (16)$$

$$C \leq C', \quad C = \sum_i \sum_k x_{ik} c_{ik}, \quad (17)$$

$$T \leq T', \quad T = \sum_i \sum_k x_{ik} t_{ik}, \quad (18)$$

Для решения предложенных в работе оптимизационных задач, представленных с помощью метода целочисленного линейного программирования с булевыми переменными, можно воспользоваться одним из способов [6].

### Выводы

Предложенный подход позволяет на этапе предварительного рассмотрения инновационного проекта (заказа) оценить риск «нового» и выбрать коммуникации для усиления контроля выполнения инновационного проекта (заказа), чтобы снизить этот риск.

### Литература

1. Попов, Л.В. Управление инновационными проектами [Текст] / Л.В. Попов. – М.: Инфра-М, 2007. – 336 с.

2. Управление инновационными проектами [Текст]: уч. пос. в 2-х частях. Ч. I. Методология управления инновационными проектами / Т.В. Александрова, С.А. Голубев, О.В. Колосова и др.; под ред. И.Л. Туккеля. – 2-е изд. – СПб.: СПбГТУ, 1999. – 100 с.

3. Суровцева, Е.А. Комплексная методика измерения организационных коммуникаций [Электронный ресурс] / Е.А. Суровцева // Научный журнал КубГАУ. – 2007. – № 33. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/09/pdf/15.pdf>.

4. Каймакова, М.В. Коммуникации в организации [Текст] / М. В. Каймакова. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 73 с.

5. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации [Текст]: учебное пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 368 с.

6. Гуляницкий, Л.Ф. Решение задач комбинаторной оптимизации алгоритмами ускоренного вероятностного моделирования [Текст] / Л.Ф. Гуляницкий // Компьютерная математика. – 2004. – №1. – С. 64 – 72.

Поступила в редакцию 21.11.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой информатики А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков.

## РАЦІОНАЛЬНИЙ ВИБІР КОМУНІКАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКУ ВИКОНАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ

*О.Є. Федорович, Т.М. Назаренко, С.А. Яшин*

У запропонованій публікації ставиться і вирішується задача вибору комунікаційних процесів для зниження ризику виконання інноваційного проекту або нового виробничого заказу. Розглядається і аналізується ризик, пов'язаний з появою нових завдань, технічних вимог до проекту (заказу) створення складного виробу машинобудування. Цей ризик контролюється і знижується шляхом посилення контролю ходу виконання проекту (заказу), що пов'язано з проведенням численних комунікаційних взаємодій учасників проекту (заказу). Завдання оптимізації формулюється в термінах цілочисельного лінійного програмування. Основними критеріями є: вартість організації та проведення комунікаційних процесів, час, витраченої на комунікації, ризик, пов'язаний з інноваційністю проекту.

**Ключові слова:** інноваційний проект, складний виробничий заказ, комунікації, мінімізація ризику, багатокритеріальна оптимізація

## RATIONAL CHOICE OF COMMUNICATION PROCESSES FOR MINIMIZATION OF RISK OF INNOVATIVE PROJECT IMPLEMENTATION

*O.Ye. Fedorovich, T.N. Nazarenko, S.A. Yashin*

There is problem definition of choice of communication processes for the decline of risk of innovative project implementation in the article. Risk, related to appearance of new tasks, technical requirements to the innovative project is examined and analyzed. This risk is controlled and decreased by strengthening of control of project performance course, that is related to the lead through of numerous project participants communication co-operations. The problem definition is formulated in terms of the integer linear programming. Cost of organization and implementation of communication processes; time, spent on communication; risk, related to the innovative project are the

**Key words:** innovative project, communication, risk minimization, multicriterion problem definition

**Федорович Олег Евгеньевич** – д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Информационные управляющие системы», Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

**Назаренко Татьяна Николаевна** – м.н.с. кафедры «Информационные управляющие системы», Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, e-mail: [Baggirou@gmail.com](mailto:Baggirou@gmail.com)

**Яшин Сергей Анатольевич** – с.н.с. Межотраслевого НИИ проблем физического моделирования Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.