

УДК 658.512.032

Н.В. Доценко, Е.И. Шостак, А.А. Лысенко

Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків

**КВАЛИФИКАЦИОННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ СОСТАВА КОМАНДЫ ПРОЕКТА**

*В статье рассмотрены вопросы количественной оценки качественного состава трудовых ресурсов проекта по видам комплексов работ различной степени сложности в условиях неопределенности их объемов. Полученные результаты позволяют сформировать в рамках требуемого уровня качества исполнителей различной квалификации состав команды проекта, который обеспечивает реализацию всего комплекса работ в требуемые сроки, с запланированными затратами при условии, что объемы необходимых разработок задаются с помощью интервальных оценок их возможного изменения.*

**Ключевые слова:** обобщенный показатель качества команды проекта, интервальные оценки объемов разработок, задача математического программирования, математическая игра с нулевой суммой, принцип гарантированного результата, задача линейного программирования.

**Введение**

Вопросы формирования команды проекта являются одними из основных факторов, определяющих эффективность достижения запланированных результатов в заданные сроки и в рамках выделяемых финансовых ресурсов.

Наиболее известными из существующих подходов к формированию команды проекта являются методы, основанные на использовании информационной базы опыта прошлых разработок и теории прецедентов [1, 2].

Высокая степень уникальности проектов, отсутствие репозитариев проектной информации в компаниях, нестабильность проектного окружения, высокий уровень риска, необходимость управления изменениями при реализации проекта за счет применения гибких методологий управления проектами существенно ограничивают возможность использования прецедентного подхода к формированию команды проекта [3].

При этом в современной практике управления проектами отсутствуют формализованные модели и методы количественной оценки качественного состава трудовых ресурсов по видам комплексов работ различной степени сложности, в условиях недетерминированных объемов требующих выполнения разработок.

**Целью данной статьи** является создание формализованной модели определения наилучшего с точки зрения выбранного критерия качественного состава трудовых ресурсов различной квалификации в условиях отсутствия базы данных по прецедентам реализации прошлых разработок.

**Основной материал исследований**

Рассматривается реализация проекта, предполагающая выполнение комплексов работ различной степени сложности в рамках необходимой квалифи-

кации исполнителей в заданные сроки с минимальными издержками.

Ставится задача сформировать из располагаемых трудовых ресурсов  $N_1, \dots, N_m$  команду требуемого качества, состоящую из исполнителей

$$0 \leq n_k \leq N_k, \quad k = \overline{1, m}$$

различной квалификации по критерию минимизации расходов на реализацию проекта в заданный срок.

Качество команды проекта предполагается количественно характеризовать обобщенным показателем  $R$ , представляющим собой взвешенную сумму коэффициентов относительного числа исполнителей различной квалификации  $k = \overline{1, m}$ , выполняющих работы различной степени сложности

$$R = \sum_{k=1}^m \frac{b_k \cdot n_k}{N_k};$$

где  $N_k$  – располагаемое количество исполнителей  $k$ -й категории квалификации;

$n_k$  – количество исполнителей, выполняющих работы  $k$ -й степени сложности;

$b_k$  – удельная весомость (значимость) работ  $k$ -й степени сложности;

$$\sum_{k=1}^m b_k = 1.$$

В условиях неопределенности объемов требуемых разработок различной степени сложности планируемые значения показателей трудоемкости комплексов работ  $Q_1, \dots, Q_m$  формируется на основе интервальных оценок их возможного изменения

$$Q_k \in [Q_k^{\min}, Q_k^{\max}], \quad k = \overline{1, m}$$

путем случайных выборок

$$Q_{i1}, \dots, Q_{im}; \quad i = \overline{1, n},$$

например, методом Монте-Карло.

Для каждого  $i$ -го плана

$$\bar{Q}_i = Q_{i1}, \dots, Q_{im}, \quad i \in \{\overline{1, n}\}$$

решается задача математического программирования. Найти вектор  $\bar{x}_i = x_{i1}, \dots, x_{im}$ , доставляющий

$$\min_{x_i} \sum_{k=1}^m \frac{S_k \cdot Q_{i,k}}{a_k} \cdot x_{ik}$$

при выполнении условий

$$K_{\text{пар}} \cdot \sum_{k=1}^m \frac{Q_{ik}}{\Phi_k \cdot a_k \cdot x_{ik}} \leq T_0;$$

$$\sum_{k=1}^m \frac{b_k \cdot x_{ik}}{N_k} \geq R_0;$$

$$0 \leq x_{ik} \leq N_k, \quad k = \overline{1, m},$$

где  $S_k$  – стоимость трудозатрат при выполнении единицы объема работы  $k$ -й степени сложности исполнителем  $k$ -й квалификации;

$a_k$  – коэффициент выполнения норм для исполнителей  $k$ -й категории квалификации;

$\Phi_k$  – суточный фонд времени исполнителей  $k$ -й категории квалификации;

$K_{\text{пар}}$  – коэффициент параллельности выполнения работ

$$K_{\text{пар}} = \frac{T}{T_{\Sigma}};$$

$T_{\Sigma}$  – суммарная продолжительность последовательного выполнения комплексов работ проекта различной степени сложности;

$T$  – реальная продолжительность выполнения всего комплекса работ проекта;

$T_0$  – заданный срок реализации проекта;

$R_0$  – требуемый уровень качества команды проекта.

Найденное решение  $x_{ik} = n_{ik}$ ,  $k = \overline{1, m}$  для каждого  $i$ -го плана объемов работ различной степени сложности

$$\bar{Q}_i = Q_{i1}, \dots, Q_{im}, \quad i \in \{\overline{1, n}\}$$

определяет собой оптимальный состав исполнителей различной квалификации

$$\bar{n}_i = n_{i1}, \dots, n_{im},$$

который в рамках требуемого уровня качества команды проекта  $R_0$  позволяет выполнить весь объем запланированных разработок  $\bar{Q}_i$  в заданный срок  $T_0$  с минимальными затратами.

На основании полученных данных рассчитывается представленная на рис. 1 матрица возможных затрат на реализацию проекта, которые определяются следующим образом

$$z_{ij} = \sum_{k=1}^m \frac{S_k \cdot Q_{jk}}{a_k} \cdot n_{ik};$$

где  $i$  – индекс состава команды проекта  $i \in \{\overline{1, n}\}$ ;

$j$  – индекс принятого плана объемов работ проекта  $j \in \{\overline{1, n}\}$ .

Далее рассматривается матричная игра двух лиц с нулевой суммой, в которой действием первого игрока является выбор одного из оптимальных составов команды проекта

$$\bar{n}_i = n_{i1}, \dots, n_{im}; \quad i = \overline{1, n},$$

а стратегия второго участника операции представляет собой планируемые объемы комплексов работ различной степени сложности

$$\bar{Q}_j = Q_{j1}, \dots, Q_{jm}, \quad j = \overline{1, n}.$$

Прогнозируемый объем работ по проекту	$\bar{Q}_1 = Q_{11}, \dots, Q_{1m}$	...	$\bar{Q}_j = Q_{j1}, \dots, Q_{jm}$	...	$\bar{Q}_n = Q_{n1}, \dots, Q_{nm}$
Состав команды проекта					
$\bar{n}_1 = n_{11}, \dots, n_{1m}$	$z_{11}$	...	$z_{1j}$	...	$z_{1n}$
...	...	...	...	...	...
$\bar{n}_i = n_{i1}, \dots, n_{im}$	$z_{i1}$	...	$z_{ij}$	...	$z_{in}$
...	...	...	...	...	...
$\bar{n}_n = n_{n1}, \dots, n_{nm}$	$z_{n1}$	...	$z_{nj}$	...	$z_{nn}$

Рис. 1. Матрица возможных затрат на реализацию

Решение игры согласно критерия Вальда (Wald) соответствующего принципу гарантированного результата [4] находится как линейная комбинация оптимальных составов команд проекта  $\bar{n}_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ; взятых с такими долевыми коэффициентами  $\rho_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ; что необходимый минимальный гарантированный уровень затрат  $z > 0$  получается

независимым от принятого плана объемов  $\bar{Q}_j$ ,  $\forall j \in \{\overline{1, n}\}$  работ проекта

$$\sum_{i=1}^n \rho_i \cdot z_{ij} \leq z, \quad j = \overline{1, n};$$

$$\sum_{i=1}^n \rho_i = 1, \quad \rho_i \geq 0, \quad i = \overline{1, n}.$$

Таким образом, решение матричной игры сводится к рассмотрению следующей задачи линейного программирования: найти вектор  $\bar{y} = y_1, \dots, y_n$ ; доставляющий

$$\max_y \sum_{i=1}^n y_i;$$

при ограничениях

$$\sum y_i \cdot z_{ij} \leq 1, \quad j = \overline{1, n}; \quad y_i \geq 0, \quad i = \overline{1, n};$$

где  $y_i = \frac{\rho_i}{3}$ ;  $\forall i \in \{ \overline{1, n} \}$ .

Найденное решение сформулированной задачи линейного программирования  $\bar{y}^* = y_1^*, \dots, y_n^*$  определяет собой долевое участие

$$\rho_i^* = y_i^* / \sum_{i=1}^n y_i^*, \quad i = \overline{1, n}$$

оптимальных составов исполнителей комплексов работ различной степени сложности

$$\bar{n}_i = n_{i1}, \dots, n_{im}; \quad i = \overline{1, n}$$

в безрисковой команде проекта

$$\bar{n} = n_1^*, \dots, n_m^*$$

где

$$n_k^* = \sum_{i=1}^n \rho_i^* \cdot n_{ik}, \quad k = \overline{1, m},$$

которая обеспечивает минимально гарантированный уровень затрат

$$3 = \sum_{i=1}^n \rho_i^* \cdot 3_{ij}, \quad \forall j \in \{ \overline{1, n} \}$$

при реализации проекта в независимости от реальных объемов выполняемых разработок  $Q_1, \dots, Q_m$  при условии, что они принадлежат принятым интервалам их изменения [4].

## Выводы

Разработанная модель позволяет на основе использования игровых методов формализации получить детерминированную оценку минимальных затрат необходимых для реализации проекта содержащего работы различной степени сложности в условиях неопределенности их реальных объемов.

Модель позволяет сформировать в рамках требуемого уровня качества состав исполнителей проекта различной квалификации, который обеспечивает реализацию всего комплекса работ в заданные сроки, с запланированными затратами, в случае когда трудоемкости требуемых разработок задаются с помощью интервальных оценок их возможного изменения.

## Список литературы

1. Лысенко Д.Э. Прецедентный метод формирования команды исполнителей проекта [Текст] / Д.Э. Лысенко, И.В. Чумаченко, Ю.С. Выходец, В.П. Пономаренко // Системы обробки інформації: зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба. – Х.: ХУПС, 2008. – Вип. 3(70). – С. 168-170.
2. Новиков Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд [Текст] / Д.А. Новиков. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2008. – 184 с.
3. Армстронг М. Практика управління людськими ресурсами [Текст]: 10-е вид. / М. Армстронг: пер. з англ.; під ред. С.К. Мордовина. – СПб.: Питер, 2009. – 848 с.
4. Lysenko A.I. Game model of production resources diversification [Text] / A.I. Lysenko // Engineering & Automation Problems. – 2001. – № 1, Vol. 2. – P. 43-45.

Поступила в редколлегию 1.12.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. Л.И. Нефедов, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков.

## КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ФОРМУВАННЯ СКЛАДУ КОМАНДИ ПРОЕКТУ

Н.В. Доценко, О.І. Шостак, О.О. Лисенко

У статті розглянуто питання кількісної оцінки якісного складу трудових ресурсів проекту за видами комплексів робіт різного ступеня складності в умовах невизначеності їх обсягів. Отримані результати дозволяють сформувати в рамках необхідного рівня якості виконавців різної кваліфікації склад команди проекту, який забезпечує реалізацію всього комплексу робіт в необхідні терміни, із запланованими витратами за умови, що обсяги необхідних розробок задаються за допомогою інтервальних оцінок їх можливої зміни.

**Ключові слова:** узагальнений показник якості команди проекту, інтервальні оцінки обсягів розробок, задача математичного програмування, математична гра з нульовою сумою, принцип гарантованого результату, задача лінійного програмування.

## FORMATION OF THE QUALIFICATION OF THE PROJECT TEAM

N.V. Dothenko, E.I. Shostak, A.A. Lysenko

In article questions of a quantitative assessment of qualitative structure of a manpower of the project by types of complexes of works of various degree of complexity in the conditions of uncertainty of their volumes are considered. The received results allow to create within a demanded level of quality of performers of various qualification a line-up of the project which provides realization of all complex of works in demanded terms, with the planned expenses provided that volumes of necessary development are set by means of interval estimates of their possible change.

**Keywords:** composite index of quality of the project team, interval assessments of the development, the problem of mathematical programming, mathematical zero-sum game, the principle of guaranteed result, a linear programming problem.