

М.Э. Колесник, Харьков, Украина

## **МОДЕЛЬ И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ ПРОЕКТА ПО КРИТЕРИЮ СТОИМОСТЬ**

*У статті розглядається модель однокритеріальної задачі оптимізації змісту проекту за критерієм вартість виконання проекту в рамках виконання завдання оптимізації змісту проекту за критеріями прибуток, строки, вартість, якість і ризики проекту за допомогою методу, заснованого на застосуванні узагальненого критерію і неявного перебору. Запропоновано застосування методу розв'язання даної задачі.*

*В статье рассматривается модель однокритериальной задачи оптимизации содержания проекта по критерию стоимость выполнения проекта в рамках решения задачи оптимизации содержания проекта по критериям прибыль, сроки, стоимость, качество и риски проекта с помощью метода, основанного на применении обобщенного критерия и неявного перебора. Предложено применение метода решения данной задачи.*

*In this paper, a model of one-criterion scope project optimization by the cost of the project in addressing the problem of optimizing the content of the draft criteria for income, time, cost, quality and project risks using a method based on the use of a generalized criterion and implicit enumeration. Proposed use of the method of solving this problem.*

**Актуальность.** Существует необходимость иметь решение однокритериальных задач для решения задачи оптимизации содержания проекта по критериям прибыль, сроки, стоимость, качество и риски проекта с помощью метода, основанного на применении обобщенного критерия и неявного перебора. В том числе задачи оптимизации содержания проекта по критерию стоимость осуществления проекта. Решение данной задачи во многих случаях может иметь и самостоятельное значение.

Следовательно, возникает актуальная задача создания модели и метода оптимизации содержания проекта по критерию стоимость.

### **Качественная постановка задачи**

Достаточно часто работы или комплексы работ в состав проекта включаются без достаточного анализа их влияния на другие работы. Количество рассматриваемых альтернатив при этом обычно невелико. Данная ситуация объясняется большой трудоемкостью анализа альтернативных вариантов работ или их комплексов в многоэтапных проектах. Модель и метод оптимизации содержания проекта с точки зрения времени его выполнения предложены

в работе [1]. В работе [2] рассматриваются модель и метод оптимизации содержания проекта по критерию затраты на его осуществление при наличии ограничений на сроки. Впервые предложена многокритериальная модель задачи оптимизации содержания проекта по критериям время и стоимость при наличии альтернативных вариантов выполнения работ или их комплексов, заданных в виде сетевых моделей в работе [3]. В работе [4] предложены модель и метод оптимизации содержания проекта по срокам и стоимости его выполнения при наличии ограничений на качество продукта после выполнения определенных этапов проекта. Математическая модель динамической задачи многокритериальной оптимизации содержания проекта при наличии ограничений и заданных альтернативных вариантах выполнения работ, представленных в виде сетевых моделей предложена работе [5]. Впервые в качестве критериев рассмотрены прибыль в результате выполнения проекта, качество продукта проекта, время выполнения проекта, его стоимость и связанные с ним риски. Предложен метод решения данной задачи. Для его осуществления необходимо иметь результаты однокритериальной оптимизации содержания проекта по критериям прибыль, качество, время, стоимость и риски.

**Целью работы** является создание модели и метода оптимизации содержания проекта по критерию стоимость осуществления проекта.

Целевая функция модели должна отражать единовременные затраты на осуществление проекта.

В модели предполагается, что после завершения отдельных этапов выполнения проекта не должно быть финансовых задолженностей.

Модель задачи оптимизации содержания проекта по критерию стоимость, это модель вида:

$$\sum_{h=1}^H \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj} = F \rightarrow \min_{x_{hj}}, \quad (1)$$

$$w_{hj} = \sum_{i=1}^{n_j} w_{hi}^j, \quad i = \overline{1, M_h}, \quad h = \overline{1, H}; \quad (2)$$

$$T_{pr} \leq T^{def}, \quad T_{pr} = \varphi_t(G, x_{hj}); \quad (3)$$

$$S_h = S_{h-1} + K_h - \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj};$$

$$S_h \geq 0, \quad h = \overline{1, H}; \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{M_h} x_{hj} = 1, \quad h = \overline{1, H}; \quad (5)$$

$$x_{hj} \in \{0, 1\}, \quad j = \overline{1, M_h}, \quad h = \overline{1, H}; \quad (6)$$

где  $T_{pr}$  – время выполнения всех операций проекта на инвестиционной фазе;

$M_h$  – количество вариантов выполнения операций на этапе  $h$ ,  $h = \overline{1, H}$ ;

$h$  – номер этапа выполнения операций;

$H$  – количество этапов в проекте;

$W_{hj}$  – стоимость выполнения операций  $j$ -го варианта сетевой модели на  $h$ -м этапе (может складываться из стоимостей нескольких операций);

$x_{hj}$  – булева переменная, равная единице, если осуществляется  $j$ -й вариант выполнения операций на  $h$ -м этапе, и равная нулю в противном случае;

$G$  – сетевая модель операций проекта, включающая альтернативные варианты их выполнения,  $G = \{A, Z, \tau, W\}$ ;

$A$  – множество узлов сети,

$$A = \{a_{hij}\}, \quad i = \overline{1, n_j}, \quad h = \overline{1, H}, \quad j = \overline{1, M_h},$$

где  $a_{hij}$  –  $i$ -я операция, осуществляемая на  $h$ -м этапе в  $j$ -м варианте (альтернативе) сетевой модели;

$n_j$  – количество операций в  $j$ -м варианте сетевой модели;

$Z$  – множество направленных дуг,

$$Z = \{z_{hij, pmf}\}, \quad i = \overline{1, n_j}, \quad m = \overline{1, n_f}, \quad h, p = \overline{1, H}, \quad j = \overline{1, M_h}, \quad f = \overline{1, M_p},$$

где  $z_{hij, pmf}$  – дуга, которая выходит из узла  $i$  на этапе  $h$  альтернативного варианта  $j$  и входит в узел  $m$  на этапе  $p$  альтернативного варианта  $f$ ;  $i \neq m$  при  $p = h$ ;  $p \geq h$ ;

$\tau$  – множество сроков выполнения операций в узлах,

$$\tau = \{\tau_{hij}\}, \quad i = \overline{1, n_j}, \quad h = \overline{1, H}, \quad j = \overline{1, M_h},$$

где  $\tau_{hij}$  – срок выполнения  $i$ -й операции на  $h$ -м этапе для  $j$ -го варианта выполнения операций;

$W$  – множество стоимостей выполнения операций сети,

$$W = \left\{ w_{hij} \right\}, \quad i = \overline{1, n_j}, \quad h = \overline{1, H}, \quad j = \overline{1, M_h},$$

где  $w_{hij}$  – стоимость выполнения  $i$ -й операции на  $h$ -м этапе для  $j$ -го варианта выполнения операций;

$S_h$  – остаток денежных средств после выполнения работ на  $h$ -м этапе;

$K_h$  – объем денежных средств, выделяемых на  $h$ -м этапе.

Для решения данной задачи воспользуемся методом, предложенным в работе [2]. Опишем в виде последовательных стадий подготовку информации для данного метода.

1. Описать в виде сетевых моделей совокупность работ по проекту, в том числе, известные альтернативные варианты выполнения работ, установить взаимосвязи между работами. Определить время и стоимость выполнения всех работ.

2. Провести анализ с целью выявления альтернатив, которые охватывают несколько этапов. Если некоторая альтернатива должна осуществляться более чем на одном этапе, то эти этапы необходимо объединить в один. В результате общее количество этапов в проекте будет равно  $N$ .

3. Оценить нижние границы для стоимости выполнения операций на каждом  $h$ -м этапе,  $h = \overline{1, H}$ .

Оценивание значений нижней границы выполнить следующим образом:

3.1 Рассчитать стоимости выполнения всех операций для каждой из альтернатив  $w_{hj}$  для каждого из этапов  $h = \overline{1, H}$ .

3.2 Рассмотреть стоимости выполнения операций каждой из альтернатив и выбрать среди них минимальную  $w_{\min_h}$  для каждого из этапов  $h = \overline{1, H}$ .

Множество выбранных минимальных стоимостей будет равно:

$$W_{\min} = \left\{ w_{\min_h} \right\}_{h=1}^H.$$

4. Вычислить оптимальное значение стоимости выполнения операций  $F_3$  на  $N$  этапах с помощью метода оптимизации стоимости проекта, предложенного в работе [2].

**Результаты.** В результате проведенной работы были предложены математическая модель и применение метод оптимизации содержания проекта по критерию стоимость. Разработанные модель и метод необходимы для решения более масштабной задачи оптимизации содержания проекта по критериям прибыль, сроки, стоимость, качество и риски проекта с помощью метода, основанного на применении обобщенного критерия и неявного перебора.

Модель в сочетании с разработанным методом предназначена для решения задач оптимизации содержания проекта для условий, когда любая работа последующего этапа в проекте не может быть начата до завершения работ предыдущего этапа. При этом альтернативные варианты выполнения работ могут относиться как к одному этапу их выполнения, так и к нескольким этапам.

Предложенная математическая модель и метод оптимизации на следующих этапах работы будет применена для оптимизации проекта развития инструментального производства ГП ХМЗ «ФЭД».

**Список использованных источников:** 1. Кононенко И.В. Математическая модель и метод минимизации сроков выполнения работ по проекту / И.В. Кононенко, Е.В. Емельянова, А.И. Грицай // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2007. – №2/6 (26). – С. 35–40. 2. Кононенко И.В. Математическая модель и метод минимизации затрат по проекту при ограничениях на сроки выполнения работ / И.В. Кононенко, Е.В. Емельянова // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»: сб. науч. тр. Темат. вып. : Системный анализ, управление и информационные технологии. – № 4. – X., 2009. – С. 46–53. 3. Кононенко И.В., Мироненко В.А. Математическая модель и метод оптимизации содержания проекта с точки зрения времени и стоимости его выполнения. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 1 / 2 (43) 2010 С. 12–17. 4. Кононенко И. В. Двухкритериальная оптимизация содержания проекта при ограничениях на качество продукта / И. В. Кононенко, И. В. Протасов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. – №5/4 (47). – С. 57–60. 5. Кононенко И. В. Оптимизация содержания проекта по критериям прибыль, время, стоимость, качество, риски / И. В. Кононенко, М. Э. Колесник // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2012. – №1/10 (55). – С. 13–15.

*Поступила в редколлегию 11.05.2012*