

УДК 519.863

Наведено математичну модель та метод багатокритеріальної оптимізації змісту проекту по критеріям строки та вартість при наявності обмежень та заданих альтернативних варіантах виконання комплексів робіт, представлених у вигляді сітьових моделей. Описані результати розрахунку тестового прикладу з використанням запропонованого методу

Ключові слова: проект, зміст, строки, вартість, математична модель, багатокритеріальна оптимізація

Приведены математическая модель и метод многокритериальной оптимизации содержания проекта по критериям время и стоимость при наличии ограничений и заданных альтернативных вариантах выполнения комплексов работ, представленных в виде сетевых моделей. Описаны результаты расчета тестового примера с использованием предложенного метода

Ключевые слова: проект, содержание, время, стоимость, математическая модель, многокритериальная оптимизация

This article presents a mathematical model and a method for multiobjective optimization of project's content by criteria time and cost if the constraints and the alternatives of task series are present which are described as network models. The proposed method is used on the test sample and the results are described

Key words: project, content, time, cost, mathematical model, multiobjective optimization

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ ПРОЕКТА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВРЕМЕНИ И СТОИМОСТИ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ

И.В. Кононенко

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой*

Контактный тел.: (057) 707-67-35, 707-68-24

E-mail: kiv@kpi.kharkov.ua

В.А. Мироненко*

*Кафедра стратегического управления Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный тел.: 097-881-64-08

E-mail: vikmyronenko@gmail.ru

1. Введение

В последние годы при управлении проектами и программами наблюдается увеличение числа возможных альтернативных вариантов выполнения работ. Одна и та же работа или их комплекс могут быть выполнены с привлечением различных исполнителей, физических или юридических лиц. Каждый исполнитель в свою очередь может применить не одну возможную технологию. В результате появляются альтернативные варианты, отличающиеся содержанием работ, их стоимостью, временем выполнения, связями с другими работами. При планировании проектов всё чаще возникают задачи выбора лучшего сочетания вариантов выполнения работ на отдельных этапах проекта. В качестве важнейших критериев рассматривают время и стоимость выполнения проекта. В результате возникает задача оптимизации содержания проекта по критериям время и стоимость.

В работах [1,2] были предложены математическая модель и метод минимизации сроков выполнения ра-

бот по проекту при ограничении на его стоимость. В этих работах предполагалось, что проект состоит из нескольких этапов, при этом на некоторых этапах возможные технологии выполнения работ или их совокупностей задаются альтернативными вариантами, представленными в виде сетевых моделей. Предложенная модель является динамической, с булевыми переменными, с алгоритмической целевой функцией и с аналитическими ограничениями. Описанный метод относится к группе методов неявного перебора. Также предполагается, что любая работа последующего этапа в проекте не может быть начата пока не будут закончены все работы предыдущего этапа.

В работах [2,3] были разработаны математическая модель и метод минимизации затрат по проекту при ограничениях на сроки выполнения работ. Остальные предположения о задаче аналогичны предыдущему случаю. Предложенная модель является динамической, с булевыми переменными, с аналитической целевой функцией, с алгоритмическим и аналитическими

ограничениями. Описанный метод также относится к группе методов неявного перебора.

Однако известные методы решения указанных задач не предполагают рассмотрения многокритериальной оптимизации времени и стоимости выполнения проекта при заданных альтернативных вариантах выполнения комплексов работ или этапов проекта, представленных в виде сетевых моделей и связанных со многими предшествующими и последующими работами.

2. Цель работы

Создание математической модели и метода двухкритериальной оптимизации содержания проекта по срокам и стоимости. При этом предполагается, что альтернативные варианты выполнения комплексов работ задаются в виде фрагментов сети, сложным образом связанных с предыдущими и последующими работами проекта.

Предположим, что содержание проекта задаётся в виде сетевой модели. При этом операции интерпретируются как узлы сети, а дуги описывают технологические взаимосвязи между операциями. Для каждого узла будем задавать время выполнения операции, а также необходимые финансовые ресурсы. Также предполагается, что в сетевой модели отсутствуют циклы.

Примечание: В данной статье понятия «работа» и «операция» рассматриваются как синонимы.

3. Математическая модель и метод оптимизации содержания проекта по срокам и стоимости его выполнения

Математическая модель содержит две подлежащие минимизации целевые функции, одна из которых представляет собой длительность критического пути в сетевой модели, описывающей проект, а другая – стоимость выполнения проекта.

В модели предполагается, что после завершения отдельных этапов выполнения проекта не должно быть финансовых задолженностей. Еще одним ограничением модели является максимальное время выполнения проекта. Также предполагается, что на каждом этапе проекта может осуществляться не более одного варианта выполнения работ.

Модель имеет вид:

$$T_{\text{проекта}} = \phi(x_{hj}) \rightarrow \min_{x_{hj}}, \quad j = \overline{1, M_h}, \quad h = \overline{1, N}; \quad (1)$$

$$\sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj} = F \rightarrow \min_{x_{hj}}, \quad (2)$$

$$S_h = S_{h-1} + K_h - \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj}; \quad (3)$$

$$S_h \geq 0, \quad h = \overline{1, N};$$

$$T_{\text{проекта}} \leq T_{\text{задан}}, \quad T_{\text{проекта}} = \phi(x_{hj}), \quad j = \overline{1, M_h}, \quad h = \overline{1, N}; \quad (4)$$

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

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

где $T_{\text{проекта}}$ – длительность выполнения всех операций проекта;

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

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

h – номер этапа выполнения операций;

N – максимальное количество этапов;

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

Значение целевой функции (1) $T_{\text{проекта}} = \phi(x_{hj})$ представляет собой время выполнения проекта, которое рассчитывается с помощью метода критического пути или иного метода в сетевой модели $G = \{A, Z, \tau, W\}$, где

G – сетевая модель операций проекта;

A – множество узлов сети,

$$A = \{a_{hi^j}\}, \quad i = \overline{1, n_j}, \quad h = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, M_h},$$

где a_{hi^j} – 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,

$$Z = \{z_{hi^j, pk^f}\}, \quad i = \overline{1, n_j}, \quad k = \overline{1, n_f}, \quad h, p = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, M_h},$$

$$f = \overline{1, M_p},$$

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

τ – множество сроков выполнения операций в узлах,

$$\tau = \{\tau_{hi^j}\}, \quad i = \overline{1, n_j}, \quad h = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, M_h};$$

где τ_{hi^j} – срок выполнения i -й операции на h -м этапе для j -го варианта выполнения операций;

W – множество стоимостей выполнения операций сети,

$$W = \{w_{hi^j}\}, \quad i = \overline{1, n_j}, \quad h = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, M_h},$$

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

Значение целевой функции (2) $\sum_{h=1}^N \sum_{j=1}^{M_h} w_{hj} x_{hj} = F$ представляет собой затраты на осуществление проекта;

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

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

Ограничение (3) предполагает, что при осуществлении проекта не должно быть финансовых задолженностей после завершения каждого этапа.

Ограничение (4) означает, что время выполнения проекта должно быть не больше значения $T_{\text{задан}}$, которое заранее указано заказчиком.

Выражение (5) характеризует ограничение, согласно которому на каждом этапе h можно осуществить не более одного варианта выполнения работ.

В модели (1) – (6) могут быть и иные ограничения, например, на расходование некоторых ресурсов, в том числе кадров, оборудования, сырья, материалов, комплектующих.

Предложенная модель является двухкритериальной, динамической, с булевыми переменными, с алгоритмической и аналитической целевыми функциями, с алгоритмическим и аналитическими ограничениями.

Для решения задачи (1) – (6) предложен метод многокритериальной оптимизации содержания проекта по срокам и стоимости его выполнения при наличии ограничений и заданных альтернативных вариантах выполнения работ или их комплексов, представленных в виде сетевых моделей, основанный на применении метода минимакса в сочетании с методом неявного перебора. Метод предназначен для решения задач оптимизации содержания проекта по критериям время и стоимость в условиях, когда любая работа последующего этапа в проекте не может быть начата, пока не будут закончены все работы предыдущего этапа. При этом альтернативные варианты могут относиться как к одному этапу выполнения работ, так и к нескольким этапам.

Опишем в виде последовательных стадий подготовку информации для разработанного метода.

1. Представить в виде сетевых моделей альтернативные варианты выполнения работ по проекту, установить их взаимосвязи друг с другом. Определить время и стоимость выполнения работ каждой из альтернатив.

2. Провести анализ, цель которого заключается в выявлении альтернатив, которые охватывают несколько этапов. Если некоторая альтернатива охватывает более одного этапа, то эти этапы объединить в один.

3. Вычислить нижние границы длительности выполнения операций на каждом h -м этапе, $h = \overline{1, N}$.

Вычисление значений нижней границы предполагает выполнение ряда следующих действий:

3.1. Для каждого из этапов $h = \overline{1, N}$ ввести логические вершины начала $S(\text{start})$ и окончания $T(\text{target})$.

3.2. Для каждого из этапов $h = \overline{1, N}$ рассчитать по методу критического пути сроки выполнения всех операций каждой из альтернатив t_{hj} .

3.3. Для каждого из этапов $h = \overline{1, N}$ рассмотреть времена выполнения работ каждой из альтернатив и выбрать среди них минимальное t_{\min_h} .

Множество выбранных минимальных сроков будет составлять: $T_{\min} = \{ t_{\min_h} \}_{h=1}^H$.

4. Вычислить нижнюю границу длительности выполнения операций на N этапах $f_{\min}^1 = \sum_{h=1}^H t_{\min_h}$.

5. Вычислить верхнюю границу длительности выполнения операций на N этапах. Для этого на каждом из этапов $h = \overline{1, N}$ рассмотреть времена выполнения всех работ каждой из альтернатив и выбрать среди них максимальное t_{\max_h} .

Верхняя граница длительности выполнения операций на N этапах будет составлять: $f_{\max}^1 = \sum_{h=1}^H t_{\max_h}$.

6. Вычислить нижние границы стоимости выполнения операций на каждом h -м этапе, $h = \overline{1, N}$.

Вычисление значений нижней границы предполагает выполнение ряда следующих действий:

6.1. Для каждого из этапов $h = \overline{1, N}$ ввести логические вершины начала $S(\text{start})$ и окончания $T(\text{target})$.

6.2. Для каждого из этапов $h = \overline{1, N}$ рассчитать стоимости выполнения всех операций каждой из альтернатив w_{hj} .

6.3. Для каждого из этапов $h = \overline{1, N}$ рассмотреть стоимости выполнения операций каждой из альтернатив и выбрать среди них минимальную w_{\min_h} .

Множество выбранных минимальных стоимостей будет составлять: $W_{\min} = \{ w_{\min_h} \}_{h=1}^H$.

7. Вычислить нижнюю границу стоимости выполнения операций на N этапах $f_{\min}^2 = \sum_{h=1}^H w_{\min_h}$.

8. Вычислить верхнюю границу стоимости выполнения операций на N этапах. Для этого на каждом из этапов $h = \overline{1, N}$ рассмотреть стоимости выполнения операций каждой из альтернатив w_{hj} и выбрать среди них максимальную w_{\max_h} .

Верхняя граница стоимости выполнения операций на N этапах будет составлять: $f_{\max}^2 = \sum_{h=1}^H w_{\max_h}$.

Входные данные, необходимые для осуществления метода:

G – сетевая модель;

N – количество этапов;

$\{ K_h \}_{h=1}^H$ – множество объемов денежных средств, выделяемых для выполнения проекта на каждом этапе;

$\{ M_h \}_{h=1}^H$ – множество максимально возможных альтернативных вариантов на каждом этапе;

t_{hj} – время выполнения операций j -го варианта сетевой модели на h -м этапе (рассчитывается предварительно по сетевой модели и представляется в табличном виде);

w_{hj} – стоимость выполнения операций j -го варианта сетевой модели на h -м этапе (рассчитывается предварительно по сетевой модели и представляется в табличном виде);

$T_{\min} = \{ t_{\min_h} \}_{h=1}^H$ – множество минимальных сроков выполнения этапов проекта, рассчитанных до начала итеративной части метода;

$W_{\min} = \{ w_{\min_h} \}_{h=1}^H$ – множество минимальных стоимостей выполнения этапов проекта, рассчитанных до начала итеративной части метода;

$f_{\min}^1 = \sum_{h=1}^H t_{\min_h}$ – нижняя граница сроков выполнения операций на N этапах;

$f_{\max}^1 = \sum_{h=1}^H t_{\max_h}$ – верхняя граница сроков выполнения операций на N этапах;

$f_{\min}^2 = \sum_{h=1}^H w_{\min_h}$ – нижняя граница стоимости выполнения операций на N этапах;

$f_{\max}^2 = \sum_{h=1}^H w_{\max_h}$ – верхняя граница стоимости выполнения операций на N этапах;

$T_{\text{задан}}$ – максимально возможное время выполнения проекта. Значение $T_{\text{задан}}$ задается заказчиком перед началом планирования проекта.

Переменные:

f^* – рекордное значение нормированных целевых функций;

f_{\max} – максимальное значение из двух рассматриваемых нормированных целевых функций;

f^t – текущее значение целевой функции (1);

f^w – текущее значение целевой функции (2);

f^1 – значение нижней границы целевой функции (1);

f^2 – значение нижней границы целевой функции (2);

$f_{\text{норм}}^1$ – нормированное значение целевой функции (1);

$f_{\text{норм}}^2$ – нормированное значение целевой функции (2);

h – номер этапа;

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

j_h – номер варианта на этапе h ;

t_h – время выполнения операций на всех этапах от 1-го до h -го включительно;

$T'_{\text{нр}h}$ – нижняя граница сроков выполнения всех последующих этапов после h , которая представляет собой сумму вида:

$$T'_{\text{нр}h} = t_{\min_{h+1}} + \dots + t_{\min_H},$$

где времена $t_{\min_{h+1}}, \dots, t_{\min_H}$, являющиеся элементами множества $T_{\min} = \{t_{\min_h}\}_{h=1}^H$, рассчитываются способом, описанным ранее;

w'_h – стоимость выполнения операций на всех этапах от 1-го до h -го включительно, которая рассчитывается следующим образом:

$$w'_h = \sum_{k=1}^h \sum_{j=1}^{M_h} w_{kj} x_{kj};$$

$W'_{\text{нр}h}$ – нижняя граница стоимости выполнения всех последующих этапов после h , которая представляет собой сумму вида:

$$W'_{\text{нр}h} = w_{\min_{h+1}} + \dots + w_{\min_H},$$

где стоимости $w_{\min_{h+1}} + \dots + w_{\min_H}$, являющиеся элементами множества $W_{\min} = \{w_{\min_h}\}_{h=1}^H$, рассчитываются способом, описанным ранее.

Результат решения:

W_H – искомое решение, множество выбранных вариантов j на всех H этапах.

Рассмотрим предложенный метод двухкритериальной оптимизации содержания проекта по срокам и стоимости его выполнения при наличии ограничений в виде последовательности шагов:

1. Полагаем

$$W_H := \emptyset; T_{\min} = \{t_{\min_h}\}_{h=1}^H; W_{\min} = \{w_{\min_h}\}_{h=1}^H;$$

$$f_{\min}^1 = \sum_{h=1}^H t_{\min_h}; f_{\max}^1 = \sum_{h=1}^H t_{\max_h}; f_{\min}^2 = \sum_{h=1}^H w_{\min_h};$$

$$f_{\max}^2 = \sum_{h=1}^H w_{\max_h};$$

$$h := 1;$$

$$f^t := 0; f^w := 0; f^1 := 0; f^2 := 0;$$

$$f_{\text{норм}}^1 := 0; f_{\text{норм}}^2 := 0; f_{\max} := 0; f^* := +\infty.$$

2. Принимаем $j_h := 1$.

3. Проверяем выполнение ограничения (3) задачи на этапе h :

$$S_h = S_{h-1} + K_h - w_{hj}, \\ S_h \geq 0.$$

Вычисляем t_h (время выполнения операций на всех этапах от 1-го до h -го включительно) путём расчёта длительности критического пути в сети – СРМ(h, j) от начала проекта до этапа h включительно. Для этого вводится фиктивная вершина «финиш», обозначающая окончание всех операций h -го этапа.

Полагаем $f^t := t_h$. Вычисляем $T'_{\text{нр}h} = t_{\min_{h+1}} + \dots + t_{\min_H}$. Обозначим $T_{\text{проекта}} = f^t + T'_{\text{нр}h}$ и проверяем выполнение ограничения (4) задачи:

$$T_{\text{проекта}} \leq T_{\text{задан}}.$$

Проверяем выполнение иных ограничений, если они имеются. Если хотя бы одно ограничение не выполняется, переходим к шагу 9.

4. Полагаем $f^1 := T_{\text{проекта}}$. Нормируем f^1 следующим образом:

$$f_{\text{норм}}^1 = \frac{f^1 - f_{\min}^1}{f_{\max}^1 - f_{\min}^1}.$$

5. Рассчитываем значение: w'_h . Полагаем $f^w := w'_h$.

Вычисляем:

$$W'_{\text{нр}h} = w_{\min_{h+1}} + \dots + w_{\min_H}.$$

Обозначим $f^w + W'_{\text{нр}h} = f^2$. Нормируем f^2 следующим образом:

$$f_{\text{норм}}^2 = \frac{f^2 - f_{\min}^2}{f_{\max}^2 - f_{\min}^2}.$$

6. Определяем $f_{\max} = \max\{f_{\text{норм}}^1; f_{\text{норм}}^2\}$. Если $f_{\max} \geq f^*$, переходим к шагу 9.

7. При $h < H$ анализируем следующий этап проекта, т.е. $h := h + 1$ и возвращаемся к шагу 2.

8. Величине f^* присваиваем новое значения $f^* := f_{\max}$ и фиксируем множество $W_H := \{j_h\}_{h=1}^H$.

9. При $j_h < M_h$ рассматриваем следующий вариант, т.е. $j_h := j_h + 1$ и переходим к шагу 3.

10. При $h > 1$ переходим на предыдущий этап, т.е. $h := h - 1$. Извлекаем из памяти j_h , и переходим к шагу 9. При $h = 1$ и $W_H = \{\emptyset\}$ задача не имеет решения, в противном случае оптимальное решение получено. При этом значения величин f^t и f^w для W_H определяют время выполнения проекта $T_{\text{проекта}}$ и его стоимость F соответственно.

В качестве расчетного примера рассмотрим альтернативные варианты выполнения работ по проекту, которые изображены на рис. 1. На каждом этапе проекта выбирается один из возможных вариантов выполнения работ, при этом рассматриваются все возможные сочетания альтернативных вариантов. Для каждого узла рассматриваемой сети зададимся длительностями выполнения операций, а также величинами затрат, которые необходимы для выполнения каждой из них. Длительности операций указаны над узлом, стоимость же – непосредственно под узлом.

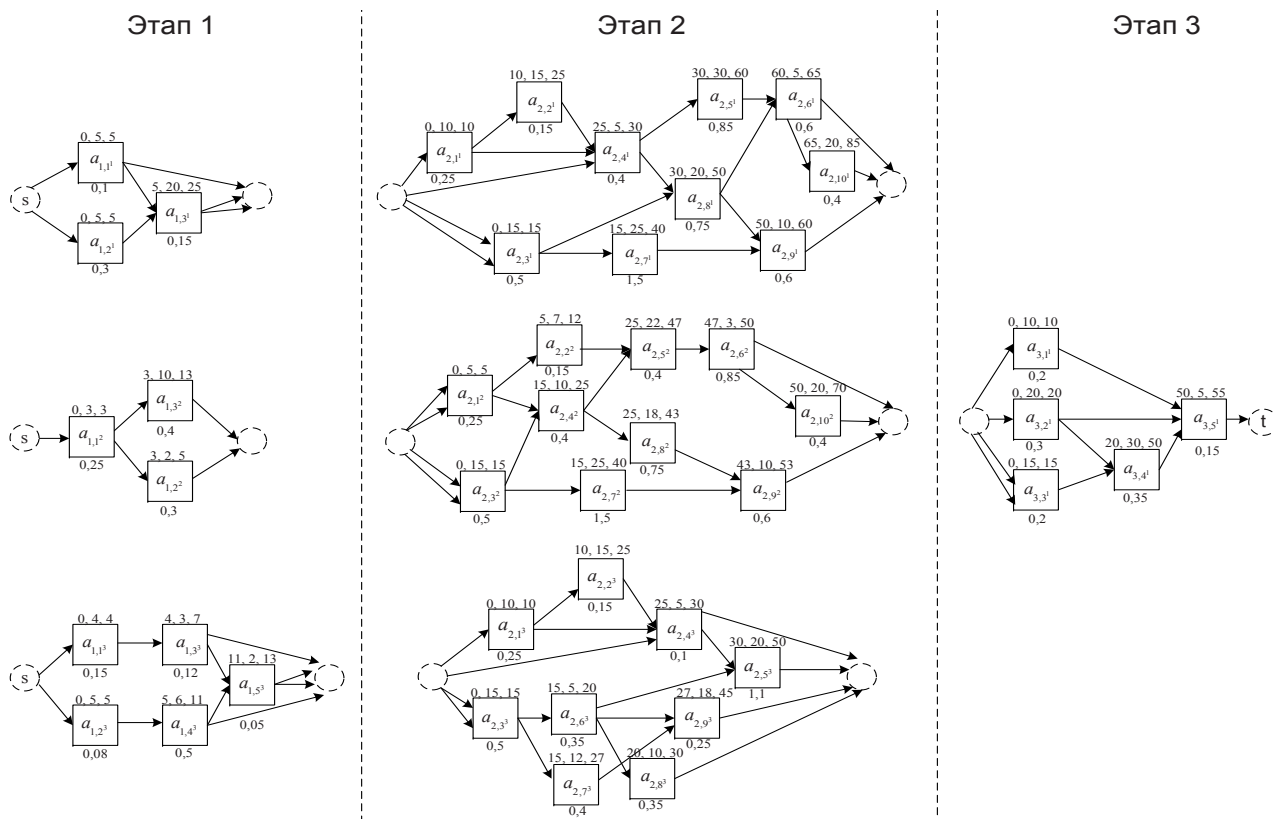


Рис. 1. Альтернативные варианты выполнения работ по проекту

Исходные данные для расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета

| Этап 1 | Этап 2 | Этап 3 |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| h = 1 | h = 2 | h = 3 |
| K ₁ = 0,9 млн. грн. | K ₂ = 6,5 млн. грн. | K ₃ = 1,5 млн. грн. |
| M ₁ = 3 | M ₂ = 3 | M ₃ = 1 |
| t ₁₁ = 25 дн. | t ₂₁ = 85. дн. | t ₃₁ = 55 дн. |
| t ₁₂ = 13 дн. | t ₂₂ = 70 дн. | w ₃₁ = 1,2 млн. грн. |
| t ₁₃ = 13 дн. | t ₂₃ = 50 дн. | |
| w ₁₁ = 0,55 млн. грн. | w ₂₁ = 6 млн. грн. | |
| w ₁₂ = 0,95 млн. грн. | w ₂₂ = 5,8 млн. грн. | |
| w ₁₃ = 0,9 млн. грн. | w ₂₃ = 3,45 млн. грн. | |

После проведенных расчетов были получены следующие результаты:

1. Время осуществления проекта составляет 118 дней.
2. Стоимость осуществления проекта составляет 5,55 млн.грн.
3. Для первого этапа выполнения проекта выбрана третья альтернатива, для второго этапа – третья альтернатива, на третьем этапе принят единственный вариант выполнения работ.
4. В случае использовании метода полного перебора, без отсеечения заранее не перспективных последовательностей работ, количество вариантов в соответствии с комбинаторным правилом произведения составило бы 3*3*1=9 вариантов – по 3 альтернативы на первом и втором этапах проекта, и один вариант на

третьем этапе. При решении задачи с помощью предложенного метода ветви выбирались следующим образом (по альтернативам):

- 1,1,1 – установлено значение рекорда $f^* = 0,864$;
- 1,2,... – ветвь отсечена из-за не выполнения на втором этапе условия $T_{\text{проекта}} \leq T_{\text{задан}}$;
- 1,3,1 – значение рекорда уменьшилось до $f^* = 0,255$;
- 2,... – ветвь отсечена из-за не выполнения на первом этапе условия $S_h \geq 0$;
- 3,1... – ветвь отсечена из-за не выполнения на втором этапе условия $T_{\text{проекта}} \leq T_{\text{задан}}$;
- 3,2, ... – ветвь отсечена, так как на втором этапе выполнилось условие $f_{\text{max}} \geq f^*$;
- 3,3,1 – установлено новое значение рекорда $f^* = 0,119$.

Таким образом, в процессе решения задачи предложенным методом перебрано только три полных решения, три неполных решения, которые были отсечены на втором этапе, и одно неполное решение, которое было отсечено на первом этапе.

Вывод

В работе представлены математическая модель и метод оптимизации содержания проекта с точки зрения времени и стоимости его выполнения при наличии ограничений и заданных альтернативных вариантах выполнения комплексов работ, представленных в виде сетевых моделей. Предложенная модель явля-

ется двухкритериальной, динамической, с булевыми переменными, с алгоритмической и аналитической целевыми функциями, с алгоритмическим и аналитическими ограничениями. Представленный метод основан на применении метода минимакса в сочетании с методом неявного перебора. Эффективность предложенного метода проверена на тестовом примере, результаты расчетов описаны в работе.

Литература

1. Кононенко И.В., Емельянова Е.В., Грицай А.И. Математическая модель и метод минимизации сроков выполнения работ по проекту / И.В. Кононенко, Е.В. Емельянова,

А.И. Грицай // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2007. – №2 (26). – С. 16–20.

2. Igor V. Kononenko, Olena V. Iemelianova, Andriy V. Mochonkov. Mathematical Models and Minimization Methods of Works Time and Costs on the Project // The 22nd International Project Management Association World Congress, 2008, – Rome. Italy, 9-11 November 2008.
3. Кононенко И.В., Емельянова Е.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». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2009. – № 4. С. 46–53.

Розглядаються проблеми фінансування побудови судів, які входять до складу портфеля проектів суднобудівного підприємства. Запропоновано математичну модель та відповідні алгоритми визначення контрактних цін на судна, що будуються

Ключові слова: портфель проектів, суднобудування, фінансування, ціноутворення

Рассматриваются проблемы финансирования постройки судов, входящих в состав портфеля проектов судостроительного предприятия. Предлагается математическая модель и соответствующие алгоритмы определения контрактных цен на строящиеся суда

Ключевые слова: портфель проектов, судостроение, финансирование, ценообразование

The problems of financing the construction of vessels comprising the portfolio of projects of shipyard are discussed. The mathematical model and corresponding algorithms for determination of contract prices for vessels under construction are proposed

Keywords: brief-case of projects, shipbuilding, financing, pricing

Одними из самых актуальных вопросов для отечественного судостроения на сегодняшний день остаются вопросы ценообразования и обеспечения финансирования постройки судов.

В практике мирового судостроения различают финансирование постройки судов и послепоставочное финансирование. Послепоставочное финансирование является, по сути, долгосрочным финансированием

УДК 005.935

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

К. В. Кошкин

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

Кафедра информационных управляющих систем и технологий*

Контактный тел.: 067-515-22-92

E-mail: konstantin.koshkin@nuos.edu.ua

А. М. Возный

Кандидат технических наук, доцент

Кафедра управления проектами*

*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

пр. Героев Сталинграда, 9, г. Николаев, Украина

Контактный тел.: 093-396-93-34

E-mail: avozny@gmail.com

А. Н. Шамрай

1-й заместитель генерального директора

ОАО "Вадан Ярдс Океан"

Заводская площадь, 1, г. Николаев, Украина

Контактный тел.: 067-512-42-96

E-mail: alexander.shamray@wadanyards.com