

Вісник Харківського національного університету
Серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи
управління»

УДК 378.1:519.816

№ 629, 2004, с.159-164

Имитационные модели анализа и генерирования альтернативных планов ремонтных работ в вузе

Е. В. Мирная

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

The development necessity of decision-making support tools at repair works planning in high school is justified. The problems of the decision-making support system are formulated and the simulation models for automation of two stages - the analysis of a situation and generating of the alternate plans satisfying to financial limitations - are offered. The circumscribed models generate the information for application methods of multi-criteria selection with the purpose of obtaining the most effective plan.

1. Актуальность проблемы. Одним из источников проблем, возникающих в сфере управления состоянием материально-технической базы (МТБ) вуза, является недостаточное обеспечение руководителей инструментальными средствами тактического и стратегического планирования ремонтных работ. Планирование ремонтных работ объектов МТБ вуза можно проводить, основываясь на принципах классической *системы планово-предупредительных работ*. В этом случае сроки работ известны заранее, а содержание работ уточняется на основании заявок и в процессе технического осмотра, в результате которого составляется дефектный акт. Такая модель планирования подходит, в основном для технического оборудования (станков, инструментов и т.п.), но практически не применима для зданий и сооружений, где межремонтный ресурс нельзя определить с приемлемой для составления конкретного плана точностью. Кроме, того, специфика деятельности высшего учебного заведения предполагает необходимость учета не только технического аспекта при решении задач поддержания и развития МТБ, но и таких понятий, как объем аудиторного фонда, размер лабораторной базы, социальная или эстетическая необходимость, престиж вуза и т.п. Если же учесть ограничения по финансовым возможностям и трудовым ресурсам, что актуально для административно-финансовой части любого университета, то задача планирования ремонтных работ представляется уже многофакторной проблемой принятия решений не только технического, но и организационно-экономического характера [1].

Эффективно решить такую задачу возможно только посредством комплексной автоматизации каждого из этапов принятия решений [2, 3], а именно:

- *анализ состояния проблемы,*
- *генерирование множества альтернатив решения проблемы,*
- *оценка каждой альтернативы,*
- *выбор наилучшего плана-проекта.*

2. Постановка задачи. Представляемое исследование посвящено разработке инструментальных средств для взаимосвязанного разрешения руководителем первых двух задач составления плана ремонтных работ. Это обусловлено, с

одной стороны, практической необходимостью – отсутствием коммерческих реализаций компьютерных систем [4], применимых для таких целей, а с другой стороны, научным интересом, связанным с трудностями формализации указанных этапов и определенными особенностями, не позволяющими применить один из существующих математических аппаратов решения подобных задач [5-6]. Вербальную постановку задачи можно сформулировать следующим образом.

Дано:

- исходное множество заявок от подразделений или дефектных актов;
- прогнозируемый объем финансирования ремонтных работ на плановый период;
- плановый период.

Требуется:

- сформировать информацию для анализа складывающейся ситуации на плановый период, предполагая, что все работы принимаются к выполнению;
- сформировать альтернативные планы-проекты работ, учитывающие финансовые ограничения в каждом плановом месяце.

Исходное множество *необходимых ремонтных работ* $Z = \{z_i\}$, сформированное на основании заявок от подразделений и дефектных актов можно определить как

$$z_i = \{sr_i, tf_i, T_i, tb_i, \alpha_i, Mz_i\}, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

где n – общее количество необходимых ремонтных работ; sr_i – сметная стоимость работы, [грн]; tf_i – крайний срок окончания работы, [день, месяц, год]; T_i – длительность работы, [календ. дн.]; tb_i – благоприятный период начала работы, заданный множеством календарных месяцев $tb_i \subseteq \{1, 2, \dots, 12\}$; α_i – коэффициент увеличения стоимости работы при ее откладывании: при $\alpha_i = 1$ реализуются линейные, при $\alpha_i > 1$ – нелинейные выпуклые вниз, при $\alpha_i < 1$ – выпуклые вверх зависимости [8]; Mz_i – массив условно-приведенных показателей значимостей работы, как объективных, так и субъективных.

Ввиду того, что некоторые работы могут быть взаимосвязаны, на множестве Z необходимо задать *отношение следования*:

$$Rs_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } z_i R_s z_j; \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

На основании такой формальной постановки задачи сформируем модели каждого из выделенных ранее этапов принятия решений.

3. Модель анализа ситуации. На этапе анализа, имея текущую дату t_0 и заданную длительность планового периода Tpl , на основании множества Z необходимо сформировать множество $Zpl = \{zpl_i\}$ *плановых работ*

$$zpl_i = \{tn_i, tk_i, s_i, tf_i, T_i, tb_i, \alpha_i, Mz_i\}, i = 1, 2, \dots, p,$$

где p – количество ремонтных работ, начало которых приходится на заданный плановый период; tn_i – дата начала работы, [день, месяц, год]; tk_i –

дата окончания работы, [день, месяц, год]; s_i – стоимость работы с учетом ее удорожания, [грн].

Причем для получения более полной картины для анализа можно сформировать альтернативные множества Zpl , имитирующие две предельные и одну промежуточную ситуации (Рис.1):

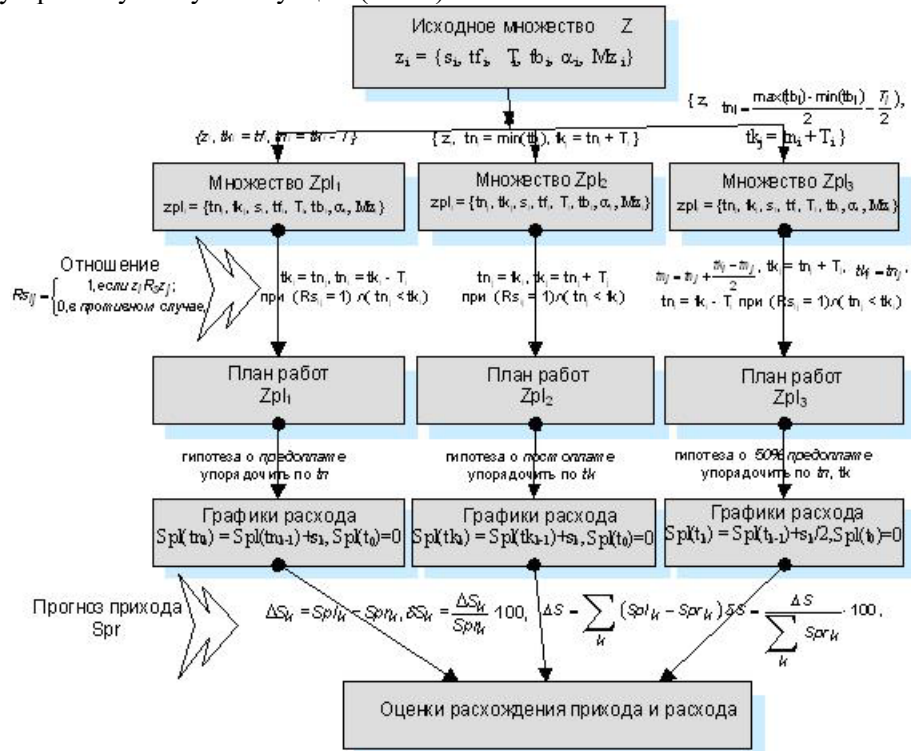


Рис.1. Структура имитационной модели анализа ситуации в сфере ремонтных работ объектов МТБ

1) *пессимистическую* – планируемый срок окончания всех работ совпадает с соответствующим крайним сроком окончания $Zpl_1 = \{z_i, tk_i = t_f, tn_i = tk_i - T_i\}$;

2) *оптимистическую* – планируемый срок начала всех работ совпадает с началом соответствующего благоприятного периода $Zpl_2 = \{z_i, tn_i = \min(t_b), tk_i = tn_i + T_i\}$;

3) *усредненную* – период выполнения каждой планируемой работы приходится на середину соответствующего благоприятного срока $Zpl_3 = \left\{ z_i, tn_i = \frac{\max(t_b) - \min(t_b)}{2} - \frac{T_i}{2}, tk_i = tn_i + T_i \right\}$.

Затем параметры tn_i, tk_i элементов множеств Zpl необходимо пересчитать с учетом отношения следования Rs . Для получения оценочного профиля финансирования для всего планового периода можно воспользоваться одной из гипотез оплаты работ: *предоплата*, *постоплата* или *50%-ная предоплата*. Используя прогнозную кривую прихода денежных средств на нужды

поддержания и развития МТБ, можно получить оценку расхождения требуемых и имеющихся денежных ресурсов.

4. Модель генерирования альтернативных планов ремонтных работ. На этом этапе необходимо сформировать *альтернативные множества* $Zalt = \{zalt_i\}$ совместимых с финансовой точки зрения работ по ремонту объектов МТБ

$$zalt_i = \{tn_i, tk_i, s_i, tf_i, T_i, tb_i, \alpha_i, Mz_i\}, i = 1, 2, \dots, g, \quad (3)$$

где g – количество ремонтных работ, удовлетворяющих финансовым ограничениям в каждый месяц планового периода.

Для подобных оптимизационных задач на практике используют: метод ветвей и границ, методы динамического программирования, методы, основанные на «жадных алгоритмах» [8]. Для их применения должен быть определен критерий оптимальности, а также время начала и окончания каждой работы. В нашем случае сроки каждой работы могут варьироваться в пределах заданного благоприятного периода, а в качестве критерия, по которому ранжировать работы, можно с равной степенью обоснованности выбрать: максимум длительности, минимум длительности, максимум стоимости, минимум стоимости и т.п.

Таким образом, из перечисленных выше методов для разрабатываемой модели можно позаимствовать только принципы разбиения на подзадачи и выбора на каждом этапе как можно «большого куска». Основой же для генерирования альтернатив будет *имитационный подход* [9]. Вычислительная сложность алгоритма прямого перебора всех вариантов не оправдана, поэтому в качестве базовых множеств для имитации возьмем три множества Zpl , отражающие крайние ситуации, которые были получены на предыдущем этапе. Таким образом, задачу генерирования альтернатив планов на некоторый плановый период будем решать для каждого месяца, выбирая последовательно из множеств Zpl те работы, сумма стоимостей которых не превышает заданного ограничения. Выполнять такие действия будем для различных исходных вариантов планов, различных гипотез об оплате и изменяя параметр и порядок сортировки (рис.2). Для планов с гипотезой предоплаты альтернативные варианты определим как:

$$Zalt(k) = \left\{ \left\{ zpl_i \in Zpl \right\} \left(month(tn_i) = k \right) \wedge \left(\sum_i s_i \leq S_k \right) \wedge (opt[Psor]) \right\}, \quad (4)$$

для гипотез постоплаты:

$$Zalt(k) = \left\{ \left\{ zpl_i \in Zpl \right\} \left(month(tk_i) = k \right) \wedge \left(\sum_i s_i \leq S_k \right) \wedge (opt[Psor]) \right\}, \quad (5)$$

для гипотез 50%-ной оплаты:

$$Zalt(k) = \left\{ \left\{ zpl_i \in Zpl \right\} \left(mont(tn_i) = k \right) \wedge \left(mont(tk_i) = k \right) \wedge \left(\sum_i \frac{s_i}{2} \leq S_k \right) \wedge (opt[Psor]) \right\}, \quad (6)$$

где $\text{opt}[]$ – оператор максимизации или минимизации; Psort – один из параметров сортировки: $mci, si, Ti, (tf - tk_i)$; k – номер месяца, изменяющийся либо с начала планового периода, либо с конца планового периода, либо с его середины: $k = \text{month}(t_0), \dots, \text{month}(t_0 + Tpl)$ – для $Zpl = Zpl_1, Zpl_3$, $k = \text{month}(t_0 + Tpl), \dots, \text{month}(t_0)$ – для $Zpl = Zpl_2$.

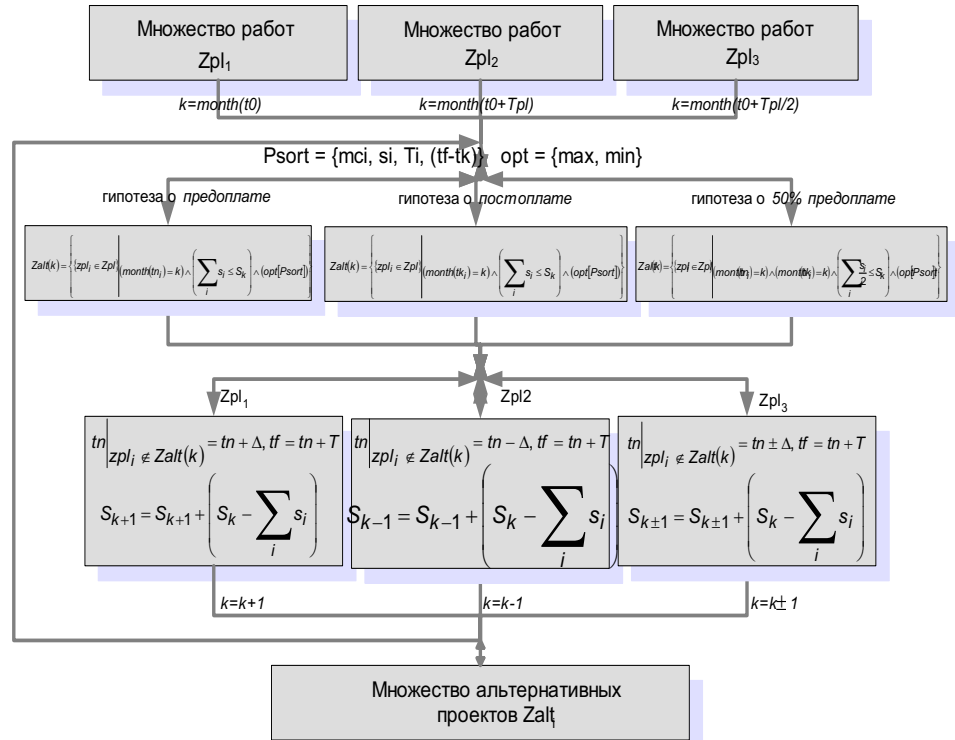


Рис.2. Схема имитационной модели генерирования альтернативных планов ремонтных работ

При этом сумма, неизрасходованная в предыдущем месяце и работы, не принятые в предыдущем месяце, переносятся на следующий. Если после такой процедуры окажется, что для некоторой работы $zalt_i \exists zalt_j, tn_j < tk_i$ при $Rs_{ij} = 1$, то необходимо произвести соответствующие перерасчеты. Если при этом время окончания работы превысит благоприятный период, то от нее придется отказаться в данном варианте распределения работ. Множество, полученное при помощи такой **имитационной модели генерирования альтернативных проектов ремонтных работ**, будет содержать ограниченное количество возможных вариантов, в достаточной степени покрывающие множество всевозможных планов, которые могут быть дополнены вариантами, полученными в результате корректировок, внесенных ЛПР.

5. Выводы. Реализация предлагаемых моделей в виде программных модулей дает возможность дальнейшего применения многокритериальных моделей оценки и выбора, что позволит автоматизировать весь процесс принятия решений при составлении плана работ и обеспечить руководителей различных

уровней мощным инструментальным средством информационной и аналитической поддержки [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационно-аналитическая поддержка управления административно-финансовой деятельностью вуза. Кривцов В.С., Нечипорук Н.В., Кулик А.С., Чухрай А.Г., Пищухина О.А., Мирная Е.В. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ». – 2003. – 265 с.
2. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. – М.: СИНТЕГ, 1998. – 280 с.
3. Евланов Л.Г. Теория и практика принятия решений. – М.: Экономика, 1984. – 176 с.
4. Трахтенгерц Э.А. Возможности и реализация компьютерных систем поддержки принятия решений // Изв. АН. Теория и системы управления. – 2001. – № 3. – С. 86 – 93.
5. Ямпольский В.З., Петров О.М., Чудинов И.Л., Валентинов В.В. Автоматизация управления высшей школой. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1987. – 176 с.
6. Яровая(Мирная) Е.В. Моделирование процессов управления материально-технической базой вуза // Авиационно-космическая техника и технология: – Х: Гос. аэрокосм. ун-т “Харьк. авиац. ин-т”. – 2000. – Вып.25. – С. 255 – 260.
7. Петров Э.Г. Организационное управление городом и его подсистемами (методы и алгоритмы). – Х.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1986.–144 с.
8. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: Построение и анализ. – М.: МЦНМО, 2001. – 960 с.
9. Моделирование развивающихся систем/ В.М. Глушков, В.В. Иванов, В.М. Яненко – М.: Наука, 1983. – 350 с.
10. Мирная Е.В., Кулик А.С. Выбор оптимального проекта ремонтных работ при управлении материально-технической базой вуза // Тез. докл. Міжнар.наук.-техн. конф. “ІКТМ-2001”. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т “ХАІ”, 2001. – С. 89.