

*Е.А. ДРУЖИНИН*, канд.техн.наук, доц., *Е.С. ЯШИНА*, канд.техн.наук, доц., *Е.А. КОВРИКОВА* (Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»)

## **РАЗРАБОТКА ФОРМАЛЬНОГО ОПИСАНИЯ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЛАНА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА**

У статті пропонується один з можливих варіантів формалізації ресурсного забезпечення плану науково-технічного проекту, розроблений на підставі загальних понять теорії множин і за допомогою операцій алгебри логіки. За допомогою розробленої формальної моделі ресурсного забезпечення плану проекту були реалізовані різні види запитів за допомогою мови запитів SQL.

One of the possible variant to formalizations resource planning activity of the scientific-research project designed on the grounds of the general notion theory of sets and by means of operation of the algebra of the logic is offered in article. By means of designed formal model resource planning activity of the project was a marketed different types request by means of language request SQL.

Создание новой техники всегда является сложным и трудоемким процессом, при выполнении которого требуется оперирование большим объемом работ и ресурсов. Проекты, реализующие процесс создания технических систем всегда выполняются в условиях неопределенности и подвержены влиянию различных факторов риска. Риски приводят к перерасходу средств бюджета проекта и к срыву сроков выполнения проекта. Это затрудняет процесс планирования ресурсного обеспечения работ проекта, тем более сложен процесс автоматизации управления научно-технического проекта. Актуальной научной задачей в сфере управления проектами является формализация ресурсного обеспечения плана проекта. Многие авторы указывают на необходимость согласованного решения задач календарного планирования и распределения ресурсов [1 – 3]. Однако, несмотря на довольно интенсивное изучение данной проблемы, она пока далека от разрешения. Задача распределения ресурсов в проекте рассматривается в [4], но приведены в основном решения для частных случаев выполнения работ проекта, когда сетевая модель проекта имеет определенную топологию. Методы анализа динамики финансирования предложены в [5]. Для построения моделей динамики финансирования необходимо проанализировать взаимосвязь между стоимостными и временными параметрами работ. В данной работе ставится задача разработки формального описания ресурсного обеспечения плана проекта с целью дальнейшей алгоритмизации и автоматизации процессов управления проектами в условиях неопределенности и проявлений факторов риска.

**1. Постановка задачи.** Для описания, анализа и оптимизации проектов наиболее подходящими оказались сетевые модели, представляющие собой разновидность ориентированных графов.

Сетевая модель может быть представлена: 1) сетевым графиком, 2) в табличной форме, 3) в матричной форме, 4) в форме диаграммы на шкале времени. Преимущество табличной формы перед графическими представлениями состоит в том, что с их помощью удобно осуществлять анализ параметров сетевых моделей; в этих формах применимы алгоритмические процедуры анализа, выполнения которых не требует наглядного отображения модели на плоскости.

В реальных условиях выполнение отдельных или даже всех работ проектного комплекса можно ускорить путем выделения для них большого количества ресурсов (финансовых, трудовых, материальных). Это приводит к увеличению общих прямых затрат на выполнение работ. Вместе с тем, появляется множество различных комбинаций продолжительности работ, при которых может быть получена некоторая требуемая плановая продолжительность проекта.

Анализ соотношения между сроками и затратами имеет целью составление календарного плана, обеспечивающего минимальные затраты при данной продолжительности проекта. Существует небольшое число частных задач, для которых предложены точные методы решения. В общем случае применяются приближенные и эвристические алгоритмы. Однако в большинстве предлагаемых методов и моделей не учтено то что, проект может реализовываться в условиях неопределенности, иметь случайную структуру (стохастические сети) или вероятностные характеристики работ (вероятностные сети) [4].

Одним из основных преимуществ сетевых моделей является их наглядность. Но для крупных проектов с большим количеством работ формализация системы с помощью сетевых моделей не всегда является удобной из-за своей громоздкости. Не столь наглядным, но более компактным формализованным описанием является математическое описание системы с помощью теории множеств. Теория множеств связана с реляционной алгеброй, и поэтому реализация системы на основе математической модели, построенной с помощью теории множеств и алгебры логики, а также управление большим набором данных по проекту осуществляется просто [6].

Для формализации ресурсного обеспечения плана проекта предлагается применить теорию множеств. Основными достоинствами такой формализации являются:

- простота в определении объектов и их свойств;
- универсальность языка теории множеств;
- возможность применения классических математических операций над нематематическими объектами управления;
- простота дальнейшей алгоритмизации формализованной системы, построенной на языке теории множеств;
- удобство программной реализации с помощью языка запросов SQL, (в этом языке как раз и реализованы операции работы над множествами

набора данных).

Также можно отметить высокую степень абстракции представляемых объектов.

**2. Построение формализованного описания ресурсного обеспечения плана проекта.** Определим объект исследования: рассмотрим проект создания дистанционно пилотируемого летательного аппарата (ДПЛА).

Проектирование ДПЛА включает в себя двенадцать этапов [7]. Каждый этап включает в себя ряд взаимосвязанных работ. В проекте участвуют трудовые (кадровый состав) и технические ресурсы. Объектом исследования является процесс исследования устойчивости проекта по созданию ДПЛА.

Выделим  $G$  – процесс проектирования ДПЛА; процесс содержит несколько этапов:  $G_i \in G$ , где  $G_i$  – множество этапов процесса,  $i = \overline{1, n}$ , где  $n = 6$ ,  $n$  – количество этапов в процессе: «Внешнее проектирование ( $G_1$ ); Общее проектирование ( $G_2$ ); Проектирование частей ( $G_3$ ); Проектирование цеха по изготовлению опытного образца ( $G_4$ ); Изготовление ( $G_5$ ); Испытания ( $G_6$ )».

Выделим подмножество, принадлежащее множеству  $G_i$ :  $g_{ij} \in G_i$ , где  $j = \overline{1, m}$ ,  $g_{ij}$  – подмножество работ этапа,  $m$  – количество работ в этапе.

Например, для этапа «Внешнее проектирование»: «Определение объемов ( $g_{11}$ ); Определение типажа ( $g_{12}$ ); ТТТ( $g_{13}$ ); Область применения ( $g_{14}$ ); Сценарии применения ( $g_{15}$ ); ... Утверждение ( $g_{1.12}$ )»,  $m=12$ .

Каждая работа в проекте характеризуется рядом параметров работ  $\overline{g_{ij}}$ :

$$\overline{g_{ij}} = (\text{Work}, \text{Type}, D_{begin}, D_{end}, T = D_{end} - D_{begin}), \quad (1)$$

где *Work* – название работы; *Type* – тип работы (основная, повторяющаяся, восстановительная);  $D_{begin}$  – дата начала работы;  $D_{end}$  – дата окончания работы;  $T$  – длительность работы.

Например, работа «Определение объема»  $g_{11}$  имеет параметры:

$$\overline{g_{11}} = (\text{Определение объема, основная, 28.01.2003, 16.06.2003}).$$

За каждой работой в проекте закреплены ресурсы как трудовые, так и технические. Следовательно, определяется  $Q$  – множество ресурсов проекта. Рассматривается  $Q_a \in Q$ ,  $a = \overline{1, A}$ , где  $A$  – общее число ресурсов проекта и

$Q_a = R_{tech} \cap R_{hum}$ . В последнем выражении  $r_k^t \in R_{tech}$ , где  $R_{tech}$  – множество технических ресурсов;  $k = \overline{1, K}$ ,  $K$  – количество технических ресурсов, а  $r_l^h \in R_{hum}$ , где  $R_{hum}$  – множество трудовых ресурсов;  $l = \overline{1, L}$ ,  $L$  – количество трудовых ресурсов. Параметры технических ресурсов характеризуются следующим подмножеством  $\overline{r_k^t}$ :

$$\overline{r_k^t} = (\text{Name}, \text{State}, \lambda), \quad (2)$$

где *Name* – название ресурса; *State* – состояние технического ресурса;  $\lambda$  – интенсивность отказа технического ресурса.

Например, такой технический ресурс как стенд для отработки системы управления, используемый на работе «Монтаж силовой установки» имеет следующие параметры  $\overline{r}_k^t$ :

$$\overline{r}_k^t = (\text{Стенд для отработки СУ, Новый}, 10^{-5}).$$

Параметры трудовых ресурсов характеризуются следующим подмножеством  $\overline{r}_i^h$ :

$$\overline{r}_i^h = (\text{Post, Num, Sale, SumSale} = \text{Num} \cdot \text{Sale}, \text{Dept, Alt}), \quad (3)$$

где *Post* – должность; *Num* – число работников на должности; *Sale* – заработная плата; *SumSale* – общая заработная плата; *Dept* – подразделение; *Alt* – альтернатива (возможность замены работника).

Например, трудовой ресурс секретарь имеет следующие параметры  $\overline{r}_i^h$ :

$$\overline{r}_i^h = (\text{Секретарь}, 2, 250, 500, \text{Подразделение}_1, \text{Нем}).$$

Множество работ и множество ресурсов связаны операцией соответствия:  $W \subseteq G_i \times Q_a$ . Для формализации ресурсного обеспечения плана проекта, наконец, можно определить модель как тройку множеств:

$$S = (W, G_i, Q_a), \quad (4)$$

где *S* – модель ресурсного обеспечения плана проекта. В формуле (4) *W* – это такой вид соответствия, при котором, если ресурс  $q \in Q_a$  используется на работе  $g \in G_i$ , то пара «работа-ресурс»  $(g, q)$  является элементом множества *W*.

**3. Использование разработанной модели.** Ставится задача с помощью тройки множеств (4) описать ресурсное обеспечение плана проекта и реализовать некоторые условия выбора данных по проекту с помощью SQL-запросов, предъявляемых к базе данных проекта создания ДПЛА в прототипе системы исследования устойчивости. Язык SQL является удобным инструментом выполнения различных операций над набором данных.

Использование разработанной математической модели продемонстрировано на следующих несложных примерах. В примерах приведены случаи для описания фрагмента сетевой модели проекта в табличной форме и описание с помощью тройки множеств (4), а также запросы к базе данных проекта на вербальном описании, на языке SQL и также с помощью разработанной математической модели.

#### ПРИМЕР 1.

Описать с помощью разработанной математической модели второй этап проекта по созданию ДПЛА «Общее проектирование», фрагмент календарного плана которого представлен в таблице [7].

| Код ID | Название работы        | Длительность, дни | Начало работы | Окончание работы |
|--------|------------------------|-------------------|---------------|------------------|
| 1      | Внешнее проектирование | ....              | ...           | ...              |
| ...    | ...                    | ...               | ...           | ...              |
| 14     | Общее проектирование   | 44                | 05.11.03      | 05.01.04         |
| 15     | ОП-Эскиз               | 22                | 05.11.03      | 04.12.03         |
| 16     | ОП-НИР                 | 22                | 05.11.03      | 04.12.03         |
| 17     | ОП-Эскиз:назем.        | 22                | 05.11.03      | 04.12.03         |
| 18     | ОП-Утверждение         | 22                | 05.12.03      | 05.01.04         |
| ...    | ...                    | ...               | ...           | ...              |

Приведенный фрагмент сетевой модели проекта, представленной в табличной форме, можно описать с помощью разработанной математической модели следующим образом:

$$S = \{G_2, Q_2 = R_{tech} \cap R_{hum}\}$$

$$S = \left\{ \begin{array}{l} G_2 = \left( \begin{array}{l} g_{21} = ('ОП - Эскиз', основная, 05.11.03, 05.01.04, 44), \\ g_{22} = ('ОП - НИР', основная, 05.11.03, 04.12.03, 22), \\ \dots \\ g_{25} = ('ОП - Утверждение', основная, 05.12.03, 05.01.04, 22), \end{array} \right) \\ R_{tech} = \left( \begin{array}{l} r_1^t = ('ПЭВМ', работающий, проходящий техобслуж., 2 \cdot 10^{-5}), \\ r_2^t = ('Принтер', работающий, не проходящий техобслуж., 10^{-4}), \\ \dots \end{array} \right) \\ R_{hum} = \left( \begin{array}{l} r_1^h = ('Технический директор, 1, 2500, 2500, Подразделение_1, Нем.), \\ \dots \end{array} \right) \end{array} \right\}$$

### ПРИМЕР 2.

Найти всех работников среди персонала проекта, у которых заработная плата ниже средней. Показать, в каких работах проекта они участвуют.

Подобного рода информацию о заработной плате работников запрашивает руководитель проекта для повышения тарифных ставок или мотивации работников. На языке теории множеств представим этот запрос формулой:

$$S = \left( \overline{r_i^h} \mid Sale = AVG(Sale) \in Q_a \quad \text{и} \quad \overline{g_{ij}} \in G_i \right).$$

На языке SQL запрос выглядит следующим образом:

```
select
St.Worker, St.Salary, T.Task_Name, T.Start_Date, T.Finish_Date
from Task_export_table.db T, Staff.db St
where St.Salary < (
select avg(S.Salary)
from Staff.db S)
```

**Заключение.** С помощью теории множеств и операций алгебры логики была построена математическая модель ресурсного обеспечения плана

проекта. Модель представлена в виде «тройки множеств» – множества работ, множества ресурсов и подмножества их декартового произведения. Последнее подмножество специфично, оно представляет собой набор пар, связывающих ресурсы с теми работами, на которые распределены эти ресурсы. Каждый из элементов разработанной формальной модели ресурсного обеспечения плана проекта может быть расширен и углублен. Разработанная формализованная модель может использоваться для создания алгоритмической и программной моделей системы исследования устойчивости к рискам проектов по созданию новой техники [8]. Модель позволяет описывать распределение ресурсов в проекте, их состояния, характеристики в процессе управления проектами и в перспективе повысить уровень автоматизированного управления проектами.

**Список литературы:** 1. *Ефремов В.С.* Проектное управление: модели и методы принятия решений // Менеджмент в России и за рубежом, 1998, № 6, с. 105 – 139. 2. *Цхай С.М.* Задачи календарного планирования на сети сложной структуры. Новосибирск: изд-во Новосиб. ун-та, 1991. – 148 с. 3. *Модели управления научно-техническим прогрессом на предприятии / Н.Б. Мироносецкий и др.* Новосибирск: Наука, СО, 1989. – 153 с. 4. *Баркалов С. К., Буркова И.В., Глаголев А.В., Колпачев В.Н.* Задачи распределения ресурсов в управлении проектами. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 265 с. 5. *Дружинин Е.А., Митрахович М.М., Яшина Е.С.* Методика оценки реализуемости проекта создания новой техники с учётом влияния динамики финансирования // *Авіаційно-космічна техніка і технологія: Зб. наук. праць. Вип. 22.* – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2001. – С. 140-147. 6. *Кузнецов О.П., Адельсон-Вельский Г.М.* Дискретная математика для инженера. – М.: Энергия, 1980. – 344 с., ил. 7. Системный подход и знаниеориентированные методы в управлении проектами создания беспилотных авиационных комплексов. Отчёт о НИР (заключительный) // Нац. аерокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – 302-6/2005; ГР № 0105U004286, Инв. № 0202U006484. – Харьков, 2005. – 103 с. 8. *Дружинин Е.А.* Методологічні основи ризик-орієнтованого підходу до управління ресурсами проектів і програм розвитку техніки: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.13.22 / Нац. аерокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Харьков, 2006. – 34 с.

*Поступила в редколлегию 06.09.06*

УДК 681.3.07

**Е.В. ЯКОВЛЕВА**, канд. техн. наук, доц. каф. информатики ХНУРЭ,  
**И.В. КУСКОВА**, магистрант каф. информатики ХНУРЭ

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ МАТРИЦ СОВПАДЕНИЙ**

Робота присвячена вирішенню проблем сегментації зображень. Для сегментації текстурних зображень пропонується використовувати метод матриць збігів. Розглянута можливість використання цього метода при наявності геометричних перетворень, а також для рішення задачі розпізнавання текстурних зображень.

The subject of this research paper is a development of solutions related to the problem of image segmentation. For the segmentation of textural images it is suggested to use coincidence matrix. The paper also contains a study of deploying this method in all cases that involve geometric transformations as well as of using it as a solution for texture image recognition.

Одной из первых задач обработки изображений является задача сегментации. Несмотря, на существующие успехи в ее решении, на сегодняшнее время она