

© А.А. АБУШЕВА, И.Н. ГЛУХИХ

*Тюменский государственный университет  
spuaaa@mail.ru, igluhih@utmn.ru.*

УДК 519.816

**ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
С УЧЕТОМ НАЛИЧИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ РАБОТ**

**ACTIVITY PLANNING OF DESIGN ORGANIZATIONS  
INCLUDING INTERDEPENDENT WORKS**

*АННОТАЦИЯ. В статье проведен анализ такой проблемы планирования деятельности проектных организаций, как наличие взаимосвязанных работ, при которых одни подразделения не имеют возможности осуществления своих функций до окончания работ, возложенных на другие отделы. Предложены оптимизационные математические модели планирования деятельности проектных организаций с учетом наличия взаимосвязанных работ между подразделениями предприятия и возможным появлением дополнительных объемов. Особое внимание уделено аспекту корректировки разработанного плана.*

*SUMMARY. The article analyses the problem of interdependent works in design organizations wherein some divisions are unable to realize their functions before finishing the works assigned to other divisions. The paper offers optimization mathematical models of activity planning for design organizations taking into account interdependent works between divisions of the company and possible additional volumes. Special emphasis is made on correction of the developed plan.*

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Проектные компании, планирование деятельности, математическое моделирование.*

*KEY WORDS. Design organizations, activity planning, mathematical modeling.*

Планирование деятельности проектных организаций с использованием математических моделей [1], [2], [3] позволяет руководителю заранее оценить результаты выбора им конкретных решений и воспользоваться наилучшим для имеющейся ситуации вариантом. Однако данные модели малоэффективны при наличии на предприятии взаимосвязанных работ, при которых одни подразделения не имеют возможности осуществления своих функций до окончания выполнения некоторых работ, возложенных на другие отделы. На практике

такая ситуация встречается довольно часто. Простым примером является проведение экспертизы проектной документации, что невозможно без ее предварительной разработки. Поэтому при наличии такого рода взаимосвязанных работ в модели [3] следует добавить ограничения, отражающие последовательность работы отделов:

$$1) \text{ если } a_{i1}^k \geq d_i^{kk'} A_i^k, \text{ то } \sum_{j=2}^{12} a_{ij}^{k'} = A_i^{k'} * X_i.$$

иначе  $a_{i2}^{k'} = 0$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $k = \overline{1, m}$ ,  $k' = \overline{1, m'}$ ;

$$2) \text{ если } \sum_{j=1}^r a_{ij}^k \geq d_i^{kk'} A_i^k, \text{ то } \sum_{j=r}^{12} a_{ij}^{k'} = A_i^{k'} * X_i,$$

иначе  $a_{i(r+1)}^{k'} = 0$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $r = \overline{2, 11}$ ,  $k = \overline{1, m}$ ,  $k' = \overline{1, m'}$ ,

где  $a_{ij}^k$  — количество времени, затрачиваемое к-м отделом на выполнение i-го проекта в j-м месяце, час.;

$a_{ij}^{k'}$  — количество времени, затрачиваемое k'-м отделом на выполнение i-го проекта в j-м месяце, час.;

$d_i^{kk'}$  — доля выполнения к-м отделом раздела i-го проекта, необходимая для начала работы k'-го отдела;

$A_i^k$  — время, необходимое для выполнения i-го проекта к-м отделом, час.;

$A_i^{k'}$  — время, необходимое для выполнения i-го проекта k'-м отделом, час.;

$X_i$  — показатель, учитывающий наличие или отсутствие i-го проекта в плане;

$n$  — количество проектов, из которых составляется план, шт.;

$r$  — месяц выполнения к-м отделом части работ, необходимых для начала работы k'-го отдела;

$(r+1)$  — месяц начала работы k'-го отдела;

$m$  — количество производственных отделов на предприятии, участвующих в разработке проектов и имеющих возможность приступить к работе на любом этапе выполнения проекта, шт.;

$m'$  — количество производственных отделов на предприятии, участвующих в разработке проектов и осуществляющих свои функции после выполнения части работ другими подразделениями, шт.

Таким образом, модели [3] примут следующий вид:

1. Если руководство проектной организации принимает решение не полностью использовать имеющиеся ресурсы, чтобы предусмотреть возможность появления дополнительных объемов работ, то математическая модель станет:

$$z^1 = \sum_{i=1}^{n+s} c_i X_i \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l}
 X_i = \sum_{j=1}^{12} x_{ij} \\
 X_i = \begin{cases} 0, & \text{если проект не включается в план} \\ 1, & \text{если проект включается в план} \end{cases} \\
 X_{n+1}, X_{n+2}, \dots, X_{n+s} = 1 \\
 a_{ij}^k = A_i^k * x_{ij} \\
 \sum_{j=1}^{12} a_{ij}^k = A_i^k X_i \\
 \sum_{i=1}^{n+s} a_{ij}^k \leq N^k F_j \\
 \left\{ \begin{array}{l} \text{If } a_{i1}^k \geq d_i^{kk'} A_i^k, \text{ then } \sum_{j=2}^{12} a_{ij}^{k'} = A_i^{k'} * X_i, \\ \text{Else } a_{i2}^{k'} = 0 \end{array} \right. \\
 \left\{ \begin{array}{l} \text{If } \sum_{j=1}^r a_{ij}^k \geq d_i^{kk'} A_i^k, \text{ then } \sum_{j=r}^{12} a_{ij}^{k'} = A_i^{k'} * X_i, \\ \text{Else } a_{i(r+1)}^{k'} = 0 \end{array} \right. \\
 \sum_{i=1}^{n+s} a_{ij}^{k'} \leq N^{k'} F_j, \quad i = \overline{1, n+s}; j = \overline{1, 12}, \quad k = \overline{1, m}, \quad r = \overline{2, 11}, \quad k' = \overline{1, m'}
 \end{array} \right.$$

где  $c_i$  — прибыль от выполнения  $i$ -го проекта, руб.;

$x_{ij}$  — доля выполнения  $i$ -го проекта в  $j$ -м месяце,  $x_{ij} \in [0; 1]$ ;

$N^k$  — количество сотрудников в  $k$ -м отделе

$N^{k'}$  — количество сотрудников в  $k'$ -м отделе

$F_j$  — количество рабочих часов в  $j$ -м месяце

$s$  — возможное количество появления дополнительных проектов, шт.;

2. Если руководство организации принимает решение использовать все имеющиеся ресурсы, а возможные дополнительные объемы работ передавать на выполнение субподрядным организациям, то математическая модель будет следующей:

$$z^2 = \sum_{i=1}^n c_i X_i \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l}
 X_i = \sum_{j=1}^{12} x_{ij} \\
 X_i = \begin{cases} 0, & \text{если проект не включается в план} \\ 1, & \text{если проект включается в план} \end{cases} \\
 a_{ij}^k = A_i^k * x_{ij} \\
 \sum_{j=1}^{12} a_{ij}^k = A_i^k X_i \\
 \sum_{i=1}^n a_{ij}^k \leq N^k F_j \\
 \left\{ \begin{array}{l}
 \text{If } a_{i1}^k \geq d_i^{kk'} A_i^k, \text{ then } \sum_{j=2}^{12} a_{ij}^{k'} = A_i^{k'} * X_i, \\
 \text{Else } a_{i2}^{k'} = 0 \\
 \text{If } \sum_{j=1}^r a_{ij}^k \geq d_i^{kk'} A_i^k, \text{ then } \sum_{j=r}^{12} a_{ij}^{k'} = A_i^{k'} * X_i, \\
 \text{Else } a_{i(r+1)}^{k'} = 0
 \end{array} \right. \\
 \sum_{i=1}^n a_{ij}^{k'} \leq N^{k'} F_j, \quad i = \overline{1, n}; j = \overline{1, 12}, \quad k = \overline{1, m}, \quad r = \overline{2, 11}, \quad k' = \overline{1, m'}
 \end{array} \right.$$

Решение предложенных выше математических моделей может быть получено на основе известных эвристических методов поисковой оптимизации [4-6].

Применение предложенных моделей позволит подготовить оптимальный план деятельности организации с целью достижения максимальной прибыли без учета и с учетом возможного появления дополнительных объемов работ. Наиболее подходящую модель руководитель сможет выбрать, оценив вероятность появления дополнительных объемов работ и используя графический инструмент анализа проблемных ситуаций — дерево принятия решений [7].

Одной из перспектив развития предложенных моделей является учет иерархической структуры проектной организации, где выделяется головное предприятие и подчиненные ему филиалы. При этом целесообразно использование оптимизационных моделей на основе методов теории иерархических систем [8 -10].

При этом важно учитывать, что даже при самом оптимальном и эффективном планировании необходимо периодически осуществлять корректировку разработанного плана. В вышеприведенных моделях корректировка будет заклю-

чаться в замене плановых показателей  $a_{ij}^k$ ,  $a_{ij}^{k'}$ ,  $A_i^k$  и  $A_i^{k'}$  фактическими с последующим пересчетом плана на перспективные периоды деятельности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абушева А.А., Глухих И.Н. Математическая модель планирования работы проектных организаций с отображением деятельности по месяцам // Общество, современная наука и образование: проблемы и перспективы: сб. науч. тр. по м-лам междунауч.-практич. конф. 30.11.2012 г. Тамбов, 2012. С. 11-13.
2. Абушева А.А., Глухих И.Н. Оптимизационная модель планирования деятельности проектных организаций // Вестник Тюменского государственного университета. 2012. № 4. Серия «Физико-математические науки. Информатика». С. 129-132.
3. Абушева А.А., Глухих И.Н. Планирование деятельности проектных организаций с учетом возможного появления дополнительных объемов работ // Академический вестник ТГАМЭУП. № 4 (22). 2012. С. 5-8.
4. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс. М.: Радио и связь, 1988. 128 с.
5. Жилинскас А., Шалтянис В. Поиск оптимума: компьютер расширяет возможности. М.: Наука, 1989. 128 с.
6. Ивашко А.Г., Коломиец И.И. Возможность применения аппарата сетей Петри для валидации анализа бизнес-процессов // Вестник Тюменского государственного университета. 2008. № 6. С. 159-165.
7. Эддоус М., Стэнфилд Р. Методы принятия решений. М.: Аудит, Юнити, 1997. 590 с.
8. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973. 343 с.
9. Алиев Р.А., Либерзон М.И. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления. М.: Радио и связь, 1987. 208 с.
10. Глухих И.Н., Шашков А.Л. Обобщенная классификация конфликтов в задаче автоматизации принятия решений при управлении сложным объектом // Известия вузов. Нефть и газ. 1997. № 4. С. 107-115.

## REFERENCES

1. Abusheva, A.A., Gluhih, I.N. The mathematical model of activity planning for design organizations displaying activity by months [Matematicheskaja model' planirovanija raboty proektnyh organizacij s otobrazheniem dejatel'nosti po mesjacam]. *Obshhestvo, sovremennaja nauka i obrazovanie: problemy i perspektivy: sb. nauch. tr. po m-lam mezhdun. nauch.-praktich. konf. 30.11.2012 g.* (Society, modern science and education: problems and prospects). Tambov, 2012. Pp. 11-13. (in Russian).
2. Abusheva, A.A., Gluhih, I.N. The optimization model of activity planning for design organizations. *Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta — Tyumen State University Herald*. 2012. № 4. Pp. 129-132. (in Russian).
3. Abusheva, A.A., Gluhih, I.N. Activity planning of design organizations with possible additional business volumes. *Akademicheskij vestnik TGAMJeUP — TSAWEML Academic Bulletin*. 2012. № 4 (22). Pp. 5-8. (in Russian).
4. Bandi, B. *Metody optimizacii. Vvodnyj kurs* [Basic optimization methods. Introductory Course]. Moscow, 1988. 128 p. (in Russian).
5. Zhilinskas, A., Shaltjanis, V. *Poisk optimuma: komp'juter rasshirjaet vozmozhnosti* [Search for the optimum: the computer enhances possibilities]. Moscow: Nauka, 1989. 128 p. (in Russian).

6. Ivashko, A.G., Kolomic, I.I. Possibility of using Petri nets to validate the analysis of business processes. *Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta — Tyumen State University Herald*. 2008. № 6. Pp. 159-165. (in Russian).

7. Jeddous, M., Stjensfild, R. *Metody prinjatija reshenij* [Decision-making methods]. Moscow, 1997. 590 p. (in Russian).

8. Mesarovich, M., Mako, D., Takahara, I. *Teoriya ierarhicheskikh mnogourovnevnyh sistem* [Theory of hierarchical multilevel systems]. Moscow, 1973. 343 p. (in Russian).

9. Aliev, R.A., Liberzon, M.I. *Metody i algoritmy koordinacii v promyshlennyh sistemah upravlenija* [Methods and algorithms for the coordination of industrial control systems]. Moscow, 1987. 208 p. (in Russian).

10. Gluhih, I.N., Shashkov, A.L. Generalized classification of conflicts in the problem of automation of decision-making in the management of a complex object. *Izvestija vuzov. Neft' i gaz — Proceedings of higher education institutions. Oil and gas*. 1997. № 4. Pp. 107-115. (in Russian).

#### Авторы публикации

**Глухих Игорь Николаевич** — профессор кафедры информационных систем Института математики и компьютерных наук Тюменского государственного университета, доктор технических наук

**Абушева Алина Абушевна** — аспирант кафедры информационных систем Института математики и компьютерных наук Тюменского государственного университета

#### Authors of the publication

**Alina A. Abusheva** — Post-graduate student, Department of Information Systems, Institute of Mathematics and Computer Sciences, Tyumen State University

**Igor N. Glukhikh** — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Department of Information Systems, Institute of Mathematics and Computer Sciences, Tyumen State University