

УДК 65.012.25

Н.С. Бушуева, Н.Ю. Егорченкова

*Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ*

## МЕТОД КОНСОЛИДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Описана модель оптимізації матричного управління ресурсами портфельних проектів і програм. Предложено метод позволяющий сформировать план производственной и проектной деятельности, исходя из самого выгодного варианта перевязки изготавливаемых продуктов в структуре потребления ресурсов – метод консолидации производственных процессов предприятий в проектной деятельности (метод К4ПД).*

**Ключевые слова:** управление ресурсами, производство, планирование, управление портфелями проектов

### Постановка проблемы

В настоящее время, необходимым условием успешной деятельности современной организации является понимание стратегических целей и эффективных способов их достижения. К одной и той же цели может привести несколько путей, и выбор зависит от политики предприятия, наличия ресурсов, и внешних факторов. Поэтому, руководство большинства компаний берет курс на профессиональный системный подход к управлению проектами, находящимися в основе бизнеса. Любая проектно-ориентированная компания стремится реализовать свою деятельность устойчиво и с опережающими темпами. Именно необходимость решения этой задачи является источником внедрения методов профессионального управления во все сферы ее деятельности, в том числе и в управлении проектами.

В процессе расширения и развития, компании, увеличивая количество проектов, формируют портфели проектов и программ (ППП), направленных на внедрение инновационных технологий, выпуск новых продуктов и т.д. Креативной инициативе руководства способствует запуск большего количества проектов, чем компания способна реализовать. В результате наблюдается замедление темпов достижения целей проектов, а различные подразделения компании вынуждены вести постоянную борьбу между собой за необходимые для реализации проектов ресурсы. В основном компаниям с отсутствием формализованного управления портфелями проектов, не удается достичь

возврата вложенных инвестиций [2]. Наблюдается недовольство инвесторов и клиентов проектно-ориентированной компании.

Поэтому, для эффективного управления портфелем проектов предполагается эффективное управление ресурсами, которое ведет к сокращению сроков реализации портфеля проектов. Что, в свою очередь, усиливает позицию предприятия на рынке и повышает ее конкурентные преимущества.

Одной из важнейших задач управления ресурсами портфельных проектов является задача распределения ресурсов. Механизмы распределения ресурсов составляют обширный и чрезвычайно важный, с точки зрения практических приложений, класс механизмов управления [1].

Исходя из того, что полученные методом расчета двудольных графов [1] сроки изготовления продуктов и получения ресурсов характеризуются некоторой свободой в рамках резерва времени возникает возможность интеграции производства продуктов в разрезе всего портфеля проектов, а не рассмотрения ее по отдельным проектам. Такое управление ресурсами портфельных проектов и программ может базироваться на том, что изготавливаемые продукты не привязываются к конкретным проектам, а направляются на некоторый склад портфеля проектов, с которого по необходимости распределяются на проекты.

Поэтому рассмотрим вариант управления ресурсами портфельных проектов и программ, в котором обмен «продукт-ресурс» осуществляется через некоторый виртуальный склад портфеля проектов  $R$ . Изготавливаемые и покупаемые

### МЕТОД КОНСОЛІДАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВА В ПРОЕКТНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

*Описано модель оптимізації матричного управління ресурсами портфельних проектів і програм. Запропоновано метод, який дозволяє сформувати план виробничої та проектної діяльності, виходячи із самого вигідного варіанта перев'язки продуктів, що виготовляються в структурі використання ресурсів.*

### CONSOLIDATION METHOD OF PRODUCTION PROCESSES OF ENTERPRISES IN THE PROJECT ACTIVITY

*The model of the matrix optimizing resource management portfolios and programs. We propose a method that allows the plan to form a production and design activities, based on the most profitable option dressings manufactured products in the structure of consumption of resources.*

материально-технические и другие ресурсы вначале размещаются на виртуальном складе, а потом распределяются на продукты проектов таким образом, чтобы суммарная эффективность от реализации портфеля проектов была максимальной.

### Анализ основных исследований и публикаций

В целом, начиная с середины прошлого века, было разработано множество моделей и методов распределения ресурсов портфелей проектов и программ.

В первых из них [3; 4] допускалось, что функция плотности распределения продолжительности каждой работы не зависит от объемов выделяемых ресурсов. Во многих случаях, такое предположение было неоправдано. Планирование распределения ресурсов в условиях неопределенности при фиксированных ресурсах – это оптимизационная проблема, и ее эффективное решение на основе использования лишь одного аппарата имитационного моделирования не может быть получено [5].

На сегодняшний день немного эффективных работ посвящены проблемам планирования проектов при ограниченных ресурсах. Большинство из них основываются на правилах приоритизации [6-10]. В них расширения для мультипроектной среды достигаются за счет того, что проекты считаются независимыми и связанными только через ограниченные ресурсы. Целевая функция в моделях таких задач включает показатели каждого из проектов (как правило, применяется свертка критериев на основе использования весовых коэффициентов). При этом в числе ограничений присутствуют зависимости, отражающие логические связи между работами проектов. Логические связи между проектами портфеля отражаются в моделях введением фиктивных операций старта и конца [5].

### Цель статьи

Целью статьи является описание модели оптимизации матричного управления ресурсами портфеля проектов и программ, а так же представление метода, позволяющего сформировать план производственной и проектной деятельности, исходя из самого выгодного варианта перевязки изготавливаемых продуктов в структуре потребления ресурсов.

### Основной материал исследований

Рассмотрим математические модели оптимизации процессов управления ресурсами в портфелях проектов и программ через использование виртуального склада.

### 1. Математическая модель оптимизации процесса закупки и хранения ресурсов.

$b_1, b_2, \dots, b_{12}$  – ежемесячная потребность в ресурсе.

$x_1, x_2, \dots, x_{12}$  – полученное количество ресурса.

$c_1, c_2, \dots, c_{12}$  – стоимость ресурса.

$r_1, r_2, \dots, r_{12}$  – стоимость за хранение единицы ресурса.

Общие затраты определяют целевую функцию:

$$z = \sum_i c_i \cdot (x_i - x_{i-1}) + \sum_i r_i \cdot (x_i - b_i) = \min.$$

Балансовые и граничные условия:

$$\sum_{j=1}^m \sum_s c_{js} \cdot (x_{js} - x_{j(s-1)}) \leq B;$$

$$x_i - b_i = s_i (i = 1, 2, \dots, 12);$$

$$s_0 + \sum_{k=1}^i s_k \geq 0 (i = 1, 2, \dots, 12);$$

$$x_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, 12).$$

### 2. Математическая модель распределения ресурсов по проектам портфеля

$b_{11}, b_{12}, \dots, b_{nm}$  – потребность в ресурсе.

$x_{11}, x_{12}, \dots, x_{nm}$  – полученное количество ресурса.

$w_1, w_2, \dots, w_m$  – вес (важность) ресурса.

$k_1, k_2, \dots, k_n$  – вес проектов.

Общие затраты определяют штрафную функцию:

$$z = \sum_{R_j} w_j \sum_{\Pi_i} k_i \cdot (x_{ij} - x_{ij}^{\phi}) = \min.$$

Балансовые и граничные условия:

$$\sum_{R_j} c_j \cdot \sum_{\Pi_i} x_{ij}^{\phi} \leq B;$$

$$x_{ij}^{\phi} \geq 0;$$

$$x_{ij} \geq 0;$$

$$x_{ij} \geq x_{ij}^{\phi},$$

где  $B$  – бюджет портфеля проектов;

$c_i$  – стоимость ресурса.

Приведенные выше оптимизационные модели дают возможность оценить варианты построения плана производственной деятельности предприятий для успешной реализации проектов. Но необходима разработка метода, позволяющего сформировать план производственной и проектной деятельности, исходя из самого выгодного варианта перевязки изготавливаемых продуктов в структуре потребления ресурсов. Например, для изготовления элерона и закрылка необходимо по два кронштейна K2.01.32.05.000. При использовании традиционных методов проектного управления в плане проекта будут отдельные работы: изготовление кронштейна

К2.01.32.05.000 для элерона; изготовление кронштейна К2.01.32.05.000 для закрылка; изготовление элерона; изготовление закрылка. Связанные так, как это прописано в технологии производства самолетов. При планировании производства будет определено, сколько кронштейнов К2.01.32.05.000 в каком месяце будет изготовлено, исходя из заявок потребителей. А реализуя идеи матричного управления проектами, возможно будет осуществлена такая перепривязка (консолидация) действий по изготовлению элерона и закрылка, что в рамках работы по изготовлению кронштейнов для закрылка будет произведено 4 кронштейна К2.01.32.05.000. А работа «изготовление кронштейна К2.01.32.05.000 для элерона» будет исключена из проекта.

В управлении портфелем проектов таких «потенциально измененных» зависимостей может быть огромное количество. И какие из них менять, и каким образом, чтобы реализовать все проекты успешно – сложный вопрос, ответ на который можно найти, используя приведенную оптимизационную модель и метод планирования, основанный на двудольных графах. Все это воплощается в методе консолидации производственных процессов предприятий в проектной деятельности. Рассмотрим его реализацию. Но вначале зададимся характеристиками продуктов и ресурсов. Продукты могут быть описаны формальной тройкой:

$$\Pi_i = \langle b_i, Z_i, S_i \rangle,$$

где  $b_i$  – идентификатор изделия ( $b_j \in B, B = \{b_k\}, k = \overline{1, L}$ );

$Z_i$  – объем изделия;

$S_i$  – стоимость изделия;

$B$  – множество различных (идентифицируемых наименованием и шифром документа, на основании которого они изготавливаются) продуктов.

В свою очередь, идентификатор изделия включает:

$$b_j = \langle e_j, f_j, O_j^* \rangle,$$

где  $O_j^*$  – минимальная комплектность идентифицируемого ресурса  $b_j$ ;

$e_j$  – наименование ресурса;

$f_j$  – шифр документа.

Каждый ресурс описывается кортежем:

$$P_j = \langle b_j, V_j \rangle,$$

где  $V_j$  – требуемый объем ресурса.

Тогда метод консолидации производственных процессов предприятий в проектной деятельности (метод К4ПД) направлен на формирование плана изготовления не по продуктам работ, а по наименованиям ресурсов. Что и отражает суть матричной технологии управления: на уровне управления проектами планируется производство продуктов в работах проекта, а на уровне производственной деятельности формируется план изготовления ресурсов для портфеля проектов.

Рассмотрим метод К4ПД.

1. Расчет исходного плана работ методом МРДГ.

2. Формирование множества рассматриваемых ресурсов:

$$P' \subseteq P.$$

Множество формируется, исходя из необходимости оптимизации управления процессом изготовления наиболее часто изготавливаемых, или дефицитных, или критических ресурсов, или требующих значительных трудовых и материальных затрат ресурсов. Но можно оптимизировать процесс изготовления и всех ресурсов.

3. Если множество  $P'$  пустое – оптимизация завершена.

4. Отбор изготавливаемого ресурса с минимальным сроком потребления:

$$\forall P_j \in P' \exists P_{jh} \left| \tau_{jh}^{PO} = \min_{P_k \in P'} (\tau_k^{PO}) \right.$$

5. Определение подмножества ресурсов изготавливаемых в те же сроки:

$$\exists P^* \subseteq P', P_d \in P^*, b_d = b_j, : \tau_{dh}^{ЛЮ} \geq \tau_{jh}^{PO} \wedge \tau_{dh}^{PO} \leq \tau_{jh}^{ЛЮ}.$$

6. Если:

$$\sum_{P_d \in P^*} V_d < O_j^*,$$

переход к п.12.

7. Определяется количество минимальных комплектов ресурсов, которое надо изготовить:

$$N = \text{int} \left( \frac{\sum_{P_d \in P^*} V_d}{O_j^*} \right) + 1,$$

где  $N$  – количество минимальных комплектов продукта, которое надо изготовить;

$\text{int}(x)$  – функция, отбрасывающая дробную часть числа  $x$ .

8. Исключение продуктов:

$$\forall \Pi_i \in \Pi, \Pi_i \rightarrow P_d, P_d \in P', d \neq j : Z_i = 0$$

из плана проекта.

9. Пересчет потребности в ресурсах для выделенного продукта:

$$\forall P_i \in \Pi, P_i \rightarrow P_d, P_d \in P', d \neq j: V_{id} = 0;$$

$$\exists P_i \in \Pi, P_i \rightarrow P_j: V_{ij} = V_{ij} \frac{O_j^*}{Z_i}.$$

10. Установление для продукта  $P_i$ :

$$\exists P_i \in \Pi, P_i \rightarrow P_j: Z_i = O_j^*.$$

11. Исключение ресурсов подмножества  $P^*$  из рассмотрения (из множества  $P'$ ). Переход к п.3.

12. Осуществляется поиск ресурсов с таким же наименованием, но используемым после  $\tau_{jh}^{PO}$ :

$$P_d \left| \tau_d^{PO} = \min_{\tau_{id}^{PO} > \tau_{jh}^{PO}} (\tau_k^{PO}) \right.$$

Если такого ресурса нет, переход к п.7.

13. Оценка целесообразности смещения срока изготовления ресурса в соответствии с оптимизационной моделью. Если ресурс можно изготовить раньше, то включение его в подмножество  $P^*$  и переход к п.6. Иначе, исключение его из рассмотрения возможности включения в подмножество  $P^*$  и переход к п.12.

Для повышения эффективности управления портфелями проектов и программ необходима разработка практических инструментов доведения предложенных моделей и методов до конечного пользователя – менеджеров групп управления проектами. В частности менеджеру по материально-техническому обеспечению портфеля проектов. Этому вопросу будет посвящен следующий раздел.

### Выводы и перспективы дальнейших исследований

Для определения границ консолидации процессов изготовления одних и тех же продуктов для разных проектов предложена модель оптимизации матричного управления ресурсами портфелей проектов и программ. Формализована целевая функция и ограничения оптимизационной модели. В качестве критерия оптимизации предложено использовать штраф за несвоевременную поставку / изготовления требуемых ресурсов. Показаны тренды изменения штрафа при различных условиях выполнения проектов/программ. Разработанная оптимизационная модель дает возможность оценить варианты построения плана производственной деятельности предприятий для успешной реализации проектов.

Разработан метод, позволяющий сформировать план производственной и проектной деятельности, исходя из самого выгодного варианта перевязки изготавливаемых продуктов в структуре потребления ресурсов. Этот метод получил название

метода консолидации производственных процессов предприятий в проектной деятельности (метод К4ПД). Метод К4ПД направлен на формирование плана изготовления не по продуктам работ, а по наименованиям ресурсов, что отражает суть матричной технологии управления: на уровне управления проектами планируется производство продуктов в работах проекта, а на уровне производственной деятельности формируется план изготовления ресурсов для портфеля проектов.

### Список литературы

1. Егорченкова Н.Ю. Модель планирования ресурсов портфелей проектов и программ в проектно-производственной деятельности предприятий / Н.Ю. Егорченкова, А.В. Егорченков, Д.С. Катаев, О.В. Бондарчук: – зб.наук.праць.- КНУБА, 2012 - №11.- С. 86-90.
2. Дж. Родни Тернер. Руководство по проектно-ориентированному управлению / пер. с англ. под. общ. ред. Воропаева В.И. – М.: Издательский дом Гребенщикова, 2007. – 522 с.
3. Ахьюджа Д. Методы сетевого планирования в производстве и проектировании / Д. Ахьюджа. – М.: Мир, 1976.
4. Golenko-Ginzburg, D. And A. Gonik (1997). "Stochastic Network Project Scheduling with Non-Consumable Limited Resources". *International Journal of Production Economics*, 48, pp. 29-37
5. Linda K. Nozick, Mark A. Turnquist, and Ningxiong Xu (2004) "Managing Portfolios of Projects under Uncertainty". *Annals of Operations Research*, 132, pp. 243-256
6. Burt J.M. (1977) "Planning and Dynamic Control of Projects under Uncertainty". *Management Science*, 24, pp. 249-258
7. Gerchak, Y. (2000) "On the Allocation of Uncertainty-Reduction Effort to Minimize Total Variability". *IEEE Transactions*, 32, pp. 403-407
8. Ozdamar, L. and E. Alanya (2001) "Uncertainty Modelling in Software Development Projects (with Case Study)". *Annals of Operations Research*, 102, pp. 157-178
9. Leu, S.-S., A.-T. Chen, and C.-H. Yang (2001) "A GA- Based Fuzzy Optimal Model for Construction Time-Cost trade-off." *International Journal of Project Management*, 19, pp. 47-58
10. Gutjahr, W.J., C. Strauss, and E. Wagner (2000) "Stochastic Branch-and-Bound Approach to Activity Crashing in Project Management." *INFORMS Journal on Computing*, 12, 125-135

Статья поступила в редколлегию 01.10.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.Н. Тесля, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев.