



### Stream Algorithm of Finding of the Plan of Early Terms of Works for the Generalized Network Models

V.E. Belousov, candidate of technical sciences, associate professor, head of department «Automation of technological processes and productions» of the Voronezh state technical university; Voronezh

e-mail: belousov@vgasu.vrn.ru

L.P. Mishovskaya, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Technology, organization of construction, examination and management of the real estate» of The Voronezh state technical university, Voronezh;

I.V. Potsebneva, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Automation of technological processes and productions» of the Voronezh state technical university; Voronezh

**Summary.** In this article the general problem definition of the temporary analysis and the formalized description of an algorithm of search of plans of early terms of works in multilevel systems effective according

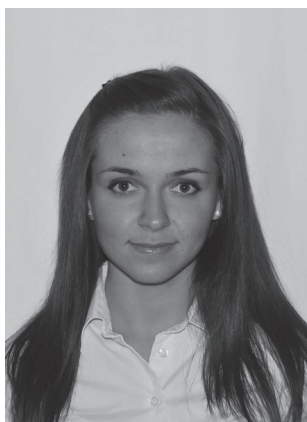
to Pareto and allowing to reduce significantly the number of iterations in comparison with linear approach is offered.

**Keywords:** algorithm, terms, production, work, efficiency.

#### References:

1. Tsvirkun A.D. Bases of synthesis of structure of difficult systems. Science. Moscow, 1982. 200 p.
2. Belousov V.E., Aksenenko P.Yu., Konchakov S.A. An algorithm for the analysis of versions of decisions in multicriteria tasks. *Control systems and information technologies*. 2015, No. 4(62). pp. 31–33.
3. Belousov V.E., Gayduk A.V., Zolotarev V.N. To the problem of the solution of problems of multicriteria optimization. *Control systems and information technologies*. 2006, No. 3(25). pp. 34–43.
4. Belousov V.E., Lyutova K.G., Nguen Viet Tuag. Models of qualimetric assessment of conditions of difficult technical systems. «Quality of production: control, management, increase, planning». *Mater. International youth scientific and practical conference. Kursk on November 17-18, 2015. Publishing house of Southwest state university*. 2015, Volume 1. pp. 342–346.

## Модель системы оперативного реагирования при производственном планировании



### Е.А. Скорнякова

аспирант кафедры И2 «Инжиниринг и менеджмент качества» Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова; Санкт-Петербург

e-mail: elizavetasesina@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены основные проблемы, возникающие при оценке производственных опций ответственными подразделениями, предложена модель оперативного реагирования при производственном планировании, а также – решение для оптимизации и ускорения процесса оценки производственных опций.

**Ключевые слова:** модель системы оперативного реагирования, производственное планирование, производственный план, масштаб реального времени.

В современных экономических и политических условиях одной из главных проблем, с которыми сталкиваются российские компании и компании, имеющие производство в нашей

стране, является возможность принять оперативное управленческое решение. Возникающие при этом сложности обусловлены множеством внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относятся постоянно меняющиеся рыночные условия (колебания спроса, поддержка продаж продукции и т.д.), а также риски со стороны поставщиков ресурсов. К внутренним можно отнести недостаточную производительность и поломку оборудования, проведение модернизации оборудования, внедрение глобальных проектов и риски управления персоналом. Чтобы минимизировать влияние перечисленных факторов на производство и выполнить весь объем заказов к установленному сроку, необходимо создать сбалансированную систему оперативного производственного планирования.

Особую важность оперативное планирование представляет для высокопроизводительных производств, минута простоя которых оценивается сотнями тысяч рублей. Такие предприятия наиболее восприимчивы к действию внешних и внутренних факторов, и оценка рисков здесь является наиболее сложной. Также следует обратить внимание на оперативность обновления и передачи информации на предприятиях с большим

штатом сотрудников. Одной из главных проблем, с которой сталкивается отдел производственного планирования (ОПП), является несвоевременное предоставление данных другими подразделениями предприятия и, как следствие, постоянное изменение производственного плана и создание дополнительных опций, в последствии оказывающихся не актуальными ввиду получения новых вводных.

Рассмотрим обобщенную схему взаимодействия руководства и подразделений при создании и подтверждении производственного плана (рис. 1).

Получая задание на разработку производственного плана, ОПП создает несколько опций. Затем начинается процесс оценки рисков другими ответственными отделами.

С отделом управления персоналом оценивается человеческий ресурс, в частности, необходимость нанимать людей или освобождать работников с линии для выполнения других задач. С цехами оценивается мощность оборудования, с отделом снабжения – уровень стока материалов и комплектующих.

Ниже, в качестве математической модели, использована теория ориентированных графов. Информационные связи между элементами можно представить в виде множества  $E$ :

$$E = \{V_1, V_2, \dots, V_5\}, \quad (1)$$

где  $V_1, V_2, \dots, V_5$  – вершины графа, представляющие участников системы логистической поддержки.

Представим процесс взаимодействия в виде графа:

$$G = (E, \Gamma), \quad (2)$$

где  $E$  – множество рассматриваемых элементов,  $\Gamma$  – отображение множества  $E$  в себя.



Рис. 1. Схема создания и подтверждения опций производственного плана

Преобразуем схему (рис. 1) в ориентированный граф, отображающий процесс согласования и подтверждения производственного плана (рис. 2).

При таком процессе взаимодействия возникает ряд проблем, без устранения которых невозможно оперативно оценить и выбрать опцию производственного плана. Только после создания всех производственных опций ОПП начинает их оценку с вовлечением каждого отдела поочередно. Такой процесс согласования и оценки рисков занимает большое количество времени и отвлекает человеческие ресурсы.

С целью ускорения процесса взаимодействия участников согласования ( $V_1, V_2, \dots, V_5$ ) преобразуем рассмотренный граф методом выделения внутренних устойчивых подмножеств (метод Мальгранжа) [1].

Граф  $G$  является сильно связанным, что подтверждается транзитивным замыканием:

$$(\forall V_i \in E) \hat{\Gamma} V_i = E. \quad (3)$$

Транзитивное замыкание  $\hat{\Gamma} V_i$  вычисляется по формуле:

$$\hat{\Gamma} V_i = \{V_i\} \cup \Gamma V_i \cup \Gamma^2 V_i \cup \Gamma^3 V_i \dots, \quad (4)$$

где  $\hat{\Gamma}$  – транзитивное замыкание.

Продолжим дальнейшее преобразование графа (рис. 2) и представим его в виде булевой матрицы (рис. 3).

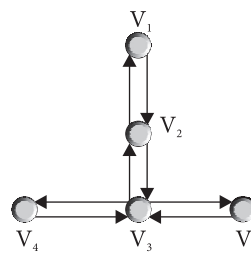


Рис. 2. Ориентированный граф, отображающий процесс согласования

	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$\hat{\Gamma} V_3$
$V_1$		1				X
$V_2$			1			1
$V_3$		1		1	1	0
$V_4$			1			1
$V_5$			1			1
$\hat{\Gamma}^{-1} V_3$	2	1	0	1	1	

Рис. 3. Булева матрица



$$\hat{V}_3 \cap \hat{V}_3^- = \{V_3, V_2, V_4, V_5\}. \quad (5)$$

Удаляя из графа вершины  $V_3$ ,  $V_2$ ,  $V_4$  и  $V_5$ , получим подграф, представленный на рис. 4.

Такое преобразование позволит осуществлять независимый оперативный документооборот внутри любого подмножества ( $V_{2,3,4,5}$ ).

Создание соответствующего программного продукта и его последующее внедрение в автоматизированную среду электронного документооборота компании позволит всем участникам процесса оперативно получать необходимые данные для создания производственного плана и одновременно оценивать несколько опций.

Таким образом, нагрузка на специалистов будет распределена равномерно, а время создания и проверки опций значительно сокращено.

Идеальным случаем использования идеи независимых подмножеств является учет заранее внесенных данных от всех подразделений с использованием их в реальном масштабе времени. Каждое подразделение при этом имеет возможность вносить и корректировать данные по мере необходимости.

В качестве примера можно привести данные о мощности оборудования предприятия (для высокопроизводительного предприятия количество единиц оборудования может исчисляться тысячами). Каждый отдельный сотрудник отдела обслуживания оборудования и цеха обладает необходимой информацией об оборудовании, за которое он несет ответственность, но при этом нет консолидированной базы данных. В итоге при осуществлении планирования учитываются доступные данные о максимальной мощности, проверка которых занимает большое количество времени, а также существует риск составления некорректного производственного плана.

Именно для исключения подобных рисков необходимо создать систему, которая позволит ОПП всегда оперировать актуальными данными. В рассмотренной системе главную роль играют предупреждающие действия (своевременное внесение информации), а не корректирующие (корректировка уже созданного производственного плана).

Данные об ограничениях производства могут быть представлены в описанной системе оперативного реагирования в виде таких инструментов и средств визуализации, как диаграммы Ямазуми, карты потока процесса и т.д.

Рассмотренная модель создания производственного плана охватывается большей частью функций системы MRP II. При этом акцент делается на оперативность реагирования всех участников процесса с учетом своевременной актуализации

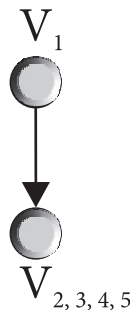


Рис. 4. Граф, преобразованный методом Мальгранжа

информации. Такие системы разрабатываются для предприятий «под ключ», так как ввиду специфики производимой продукции являются уникальными и содержат конфиденциальные данные.

Предлагаемая модель системы позволит руководителям высшего и среднего звеньев за счет получения полной информации в масштабе реального времени значительно сократить затраты компаний на выбор оптимального производственного плана.

### Литература

1. Kofman A.: Introduction into Applied Combinatorial Analysis. Nauka, Moscow. 1975.

### Model of System of Rapid Response at Production Planning

*E.A. Skornyakova, graduate student of I2 department «Engineering and quality management» of Baltic state technical university «VOENMEKH» of D.F. Ustinov; St. Petersburg*

*e-mail: elizavetasesina@mail.ru*

**Summary.** The model of rapid response at production planning is offered, the main problems arising at assessment of production options by responsible divisions are considered and also the solution for optimization and acceleration of process of assessment of production options is proposed.

**Keywords:** model of rapid response system, production planning, production plan, scale of real time.

### References:

1. Kofman A. Introduction into applied combinatorial analysis. Nauka, Moscow, 1975.