

## МОДЕЛИ И МЕТОДЫ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СЕРТИФИКАЦИОННЫХ СЕССИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ

**А.Б. Васильчук<sup>1</sup>, А.Р. Кашенков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> НП «Ассоциация «СОВНЕТ», г. Москва,

<sup>2</sup> Вологодский государственный университет, г. Вологда

Рассмотрены проблемы, возникающие при организации и проведении сертификационного процесса в НП «Ассоциация «СОВНЕТ». Проанализированы характерные особенности организации и проведения сертификационного процесса. Выявлены основные проблемы формирования календарного плана. На основе применения методов и средств календарного планирования авторами предложены возможные модели и способы решения вопросов календарного планирования при проведении сертификационных сессий. Использование моделей календарного планирования (различные модификации транспортных задач) позволяет построить реализуемые планы проведения сертификационных сессий с минимизацией затрат на оплату ассессоров. При этом появляется возможность увеличить число сертификационных сессий. Предложенные модели учитывают различные нестандартные ситуации, возникающие при формировании календарного плана.

*Ключевые слова:* модели календарного планирования, сертификационный процесс, задачи назначения.

### **Введение**

НП «Ассоциация управления проектами «СОВНЕТ» основана в 1990 г., как профессиональная некоммерческая организация, действующая на основе Российского законодательства.

Основными направлениями текущей деятельности НП «Ассоциация «СОВНЕТ» являются:

– международная сертификация специалистов по управлению проектами по системе 4-L-C IPMA-СОВНЕТ;

– международная сертификация организаций по модели IPMA Delta;

– сертификация консультантов по управлению проектами по программе IPMA-СОВНЕТ;

– обучение, семинары и мастер-классы для специалистов проектного управления;

– членство в СОВНЕТ;

– аккредитация учебных программ;

– организация и проведение национального конкурса «Лучший проект года»;

– развитие деятельности молодежной ассоциации «YOUNG CREW СОВНЕТ»

Важной составляющей деятельности НП «Ассоциация «СОВНЕТ» является сертификация специалистов по управлению проектами, о ней поговорим более подробно в последующих разделах статьи.

### **Постановка проблемы**

Процесс сертификации состоит из нескольких этапов, на каждом из которых осуществляется оценка кандидата [1]. Порядок проведения оценки на каждом этапе определен в зависимости от уровня компетентности А, В, С и D.

Порядок проведения оценки, объем решаемых задач, привлекаемые специалисты на каждом этапе определены в зависимости от уровня компетентности А, В, С и D, на который оценивается кандидат.

Одной из главных задач, требующих особого внимания, является составление расписания сертификационных сессий, при создании которого учитывается:

– возможность участия ассессоров в определенных даты проведения сертификации;

– обязательность участия всех действующих ассессоров в течение определенного временного периода в сертификационной сессии при условии минимального количества оцененных кандидатов;

## Краткие сообщения

- наличие 1-го из 2 ассессоров, имеющих опыт работы в сфере деятельности (отрасли), которую представляет кандидат на сертификацию;
- соответствие назначаемых ассессоров уровню кандидатов, участвующих в сертификации;
- наличие свободной аудитории для проведения сертификации;
- наличие экзаменатора установленной категории для данного уровня участников сертификационной сессии.

Для решения данной задачи рассмотрим использование моделей календарного планирования, поэтапно усложняя требования.

### Модели календарного планирования

Рассмотрим ряд моделей календарного планирования и процесса сертификаций. Примем, что имеется база (список) из  $n$  ассессоров, имеющих право проводить сертификацию и  $m$  претендентов на получение сертификата.

Модель 1. Определены даты сертификации и удобные дни претендентов. Известны возможности ассессоров участвовать в сертификации в те или иные даты. Задача состоит в назначении ассессоров на сертификационные сессии (по два ассессора на каждую сессию) так, чтобы все сессии были обеспечены ассессорами. Для формальной постановки задачи определим двудольный граф, состоящий из  $n + m$  вершин ( $n$  вершин первого слоя, соответствующих ассессорам, и  $m$  вершин второго слоя, соответствующих сертификационным сессиям).

Каждую вершину  $i$  первого слоя соединим с вершиной  $j$  второго слоя другой пропускной способностью 1, если ассессор  $i$  может участвовать в сессии  $j$ .

Обозначим  $A_i$  максимальное число сессий, в которых согласен участвовать ассессор  $i$ ,  $B_j = 2$  число ассессоров, необходимых для проведения сессии  $j$ ,  $X_{ij} = 1$ , если ассессор  $i$  участвует в сессии  $j$ ,  $X_{ij} = 0$ , в противном случае.

Задача 1. Определить  $X_{ij}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$

$$\varphi(x) = \sum_{(i,j) \in U} X_{ij} \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{j \in U_i^+} X_{ij} \leq A_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

$$\sum_{i \in U_j^-} X_{ij} = 2, \quad j = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где  $U$  – множество дуг графа,  $U_i^+$  – множество дуг, исходящих из вершины  $i$  первого слоя,  $U_j^-$  – множество дуг, заходящих в вершину  $j$  второго слоя.

Задача относится к классу транспортных задач (точнее к задачам о назначении), для которых существуют эффективные методы решения [2].

Пусть  $X^0$  – оптимальное решение задачи.

Теорема 1. Если  $\varphi(x^0) = 2m$ , то существует расписание сессий, при котором все сессии обеспечены ассессорами.

Доказательство очевидно, поскольку каждому решению задачи соответствует некоторое расписание работы ассессоров.

*Пример 1.* Имеются 5 сессий и 4 ассессора. В табл. 1 указаны возможности ассессоров участвовать в сессиях.

Таблица 1  
Возможности ассессоров участвовать в сессиях

$i \backslash j$	1	2	3	4	5
1	1	1	1		
2	1		1	1	
3		1		1	1
4			1	1	1

Соответствующий двудольный граф приведен на рис. 1.

Примем  $A_i = 3, i = \overline{1,4}$ .

Одно из решений приведено на рис. 1 (числа в скобках у дуг соответствует назначениям ассессоров на сессии).

Если не удастся обеспечить все сессии ассессорами, то проводим опрос ассессоров по их возможностям участвовать в той или иной сессии за дополнительную плату. Обозначим  $C_{ij}$  дополнительную оплату ассессору  $i$ , если он согласен участвовать в сессии  $j, i = \overline{1,n}, j = \overline{1,m}$ .

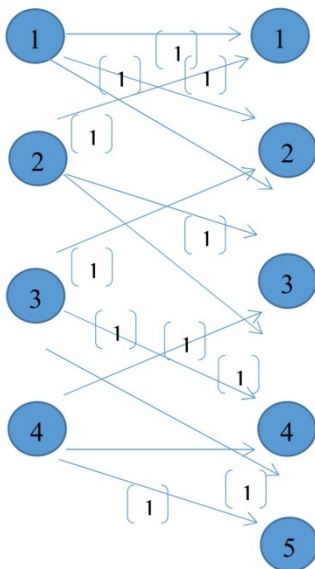


Рис. 1. Двудольный граф

Задача заключается в назначении ассессоров на сертификационные сессии с минимальными дополнительными затратами. Задача является частным случаем транспортной задачи [2].

Дадим ее математическую постановку.

Задача 2. Определить  $X_{ij}, j = \overline{1,m} i = \overline{1,n}$ , минимизирующие

$$\sum_{i,j} C_{ij} X_{ij} \tag{4}$$

при ограничениях

$$\sum_i X_{ij} = 2, j = \overline{1,m}, \tag{5}$$

$$\sum_j X_{ij} \leq A_i, i = \overline{1,n}. \tag{6}$$

Алгоритмы решения транспортной задачи хорошо известны [2]. Покажем иллюстрацию одного из них на примере.

Пример 2. Имеются 4 ассессора и 5 сессий. В табл. 2 указаны дополнительные платы, при которых ассессоры согласны участвовать в сессиях. Пусть  $A_i = 3, i = \overline{1,n}$ .

Таблица 2

$i \backslash j$	1	2	3	4	5
1	0	2	5	1	0
2	1	3	3	0	2
3	4	0	4	2	1
4	2	3	0	4	2

## Краткие сообщения

1-й шаг. На каждую сессию назначаем ассессоров с минимальной дополнительной оплатой (рис. 2). Видно, что ассессор 1 перегружен, а ассессоры 3 и 4 недогружены.

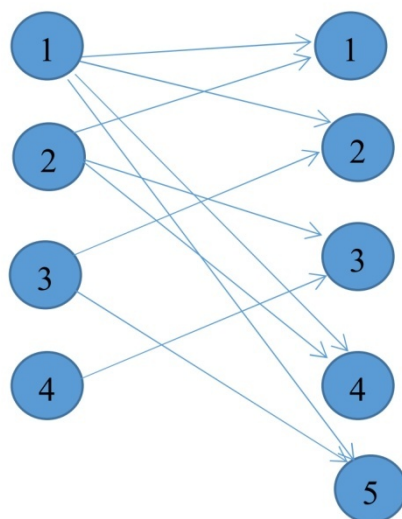


Рис. 2. Граф назначений

2-й шаг. Строим сеть, добавляя к графу (рис. 2) две вершины – вход 0 и выход  $Z$ . Вход 0 соединяем дугами длины 0 со всеми перегруженными вершинами. Все недогруженные вершины соединяем с выходом  $Z$  дугами длины 0. Длины дуг  $(i, j)$ , соответствующих назначениям ассессоров, полученных на шаге 1, получаем равными  $(-C_{ij})$ . Проводим дуги  $(i, j)$  длины  $C_{ij}$ , идущие от вершин, соответствующих сессиям, к вершинам, соответствующих ассессорам, назначены пунктиром на рис. 3.

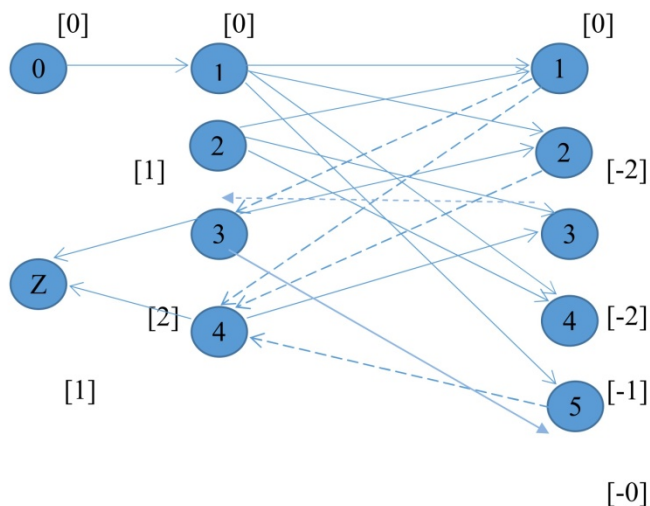


Рис. 3. Граф назначений

3-й шаг. Определяем путь  $M$  минимальной длины из входа в выход [2].

4-й шаг. Корректируем назначение ассессоров следующим образом. Если  $(i, j) \in M$  ( $i$ -ассессор,  $j$ -сессии), то отменяем назначение ассессора  $i$  на сессию  $j$ . Если  $(j, i) \in M$  ( $i$ -ассессор,  $j$ -сессии), то назначаем ассессора  $i$  на сессию  $j$ . Повторяем шаги 1, 2, 3, если после корректировки остались еще перегруженные ассессоры.

*Пример 3.* Рассмотрим сеть (рис. 3) с данными табл. 2. Установившиеся индексы вершин указаны на рис. 3 у вершин в квадратных скобках. Кратчайший путь  $M = (0, 1, 2, 4, z)$  имеет длину 1. Ему

соответствует отмена назначения ассессора 1 на сессию 2 и назначение на эту сессию ассессора 4. Дополнительная плата составляет 9 единиц.

Модель 2. В модели 1 предполагалось, что сертификационные сессии не пересекаются во времени, так что ассессор может принимать участие в любой из сессий, которые он указал. Если ряд сессий проводился одновременно, то, естественно, ассессор может участвовать только в одной из них.

Для учета этого ограничения модифицируем двудольную сеть. Суть модификации покажем на графе рис. 1. Путь сессии 2, 3, 4 и сессии 4, 5 проводятся одновременно. Соответствующая модификация сети приведена на рис. 4. На этой сети решается задача 1.

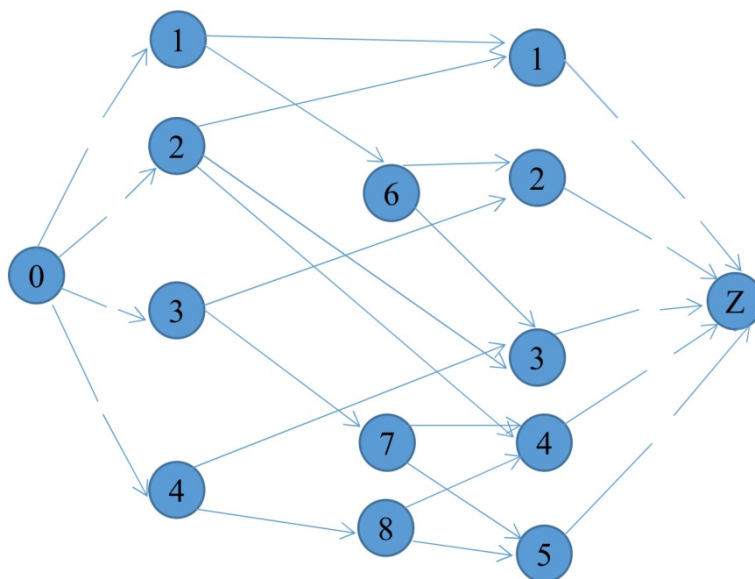


Рис. 4. Модифицированный граф

Поясним этот рисунок. Поскольку пропускная способность дуги (1, 6) равна 1, то ассессор 1 не может участвовать одновременно в сессиях 2 и 3. Аналогично ассессор 3 не может одновременно участвовать в сессиях 4 и 5 и ассессор 4 не может одновременно участвовать в сессиях 4 и 5.

Для решения задачи превратим график в двудольную сеть, добавив две вершины вход 0 и выход Z (покажем пунктиром на рис. 4).

Вход 0 соединим с каждой вершиной  $i$  первого слоя дугой  $(0, i)$  пропускной способностью  $A_i$ .

Каждую вершину  $j$  второго слоя соединим с выходом Z дугой  $(j, Z)$  пропускной способности 2.

Задача свелась к определению потока максимальной величины в полученной сети [2]. Если поток максимальной величины насыщает выходные дуги (то есть равен  $2m$ ), то задача решена.

В противном случае вводим дополнительную оплату Ассессоров за участие в сессиях, как в задаче 2.

Задача 3. Определить поток величины  $2m$  с минимальными дополнительными затратами. Это известная задача определения потока минимальной стоимости в транспортной сети [2].

Модель 3. До сих пор предполагалось, что для каждой сессии определено место ее проведения. Однако для ряда сессий существуют альтернативные варианты проведения. Для учета этой ситуации будем рассматривать ассессоров парами, каждая пара ассессоров – это команда, которая может участвовать в сессии. Пара формируется на основе табл. 1, поскольку каждый ассессор пары должен быть согласен участвовать в сессии.

Пример 4. Из табл. 1 следует, что в сессии 1 может участвовать только одна пара ассессоров (1, 2). В сессии 2 тоже только одна пара – (1, 3), в сессии 3 могут участвовать три пары –

## Краткие сообщения

(1, 2), (1, 4) и (2, 4), в сессии 4 тоже три пары – (1, 3), (2, 4) и (3, 4). Наконец, в сессии 5 одна пара (3, 4). В результате получаем двудольный граф (рис. 5).

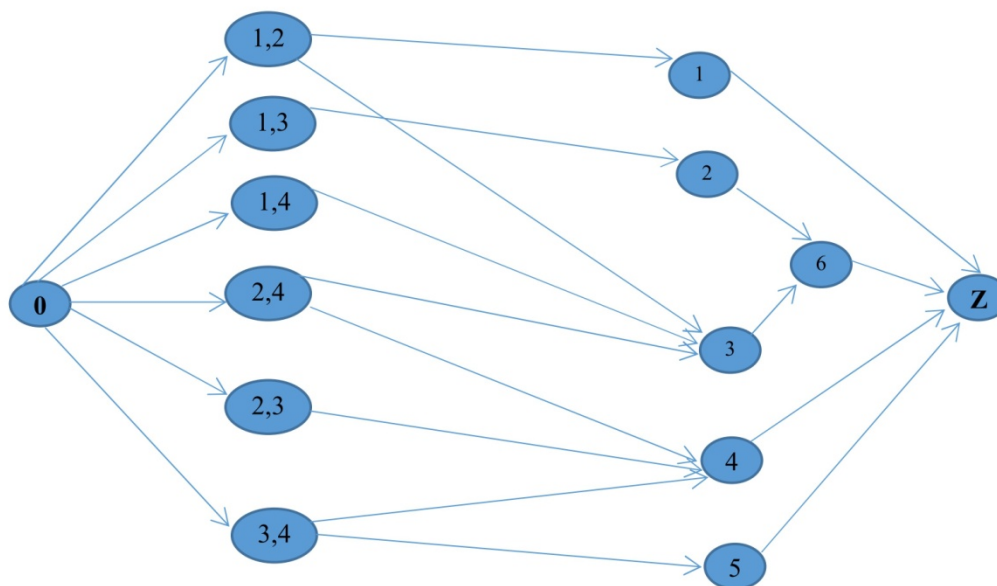


Рис. 5. Двудольный граф

Пусть варианты 2, 3 соответствуют альтернативным вариантам проведения сессии. Для учета этого обстоятельства вводим дополнительную вершину 6 такую, что пропускная способность дуги (6, Z) равна 1, что исключает проведение сессии в двух местах.

### Выводы

Использование моделей календарного планирования (различные модификации транспортных задач) позволяет построить реализуемые планы проведения сертификационных сессий с минимизацией затрат на оплату ассессоров. При этом появляется возможность увеличить число сертификационных сессий. Предложенные модели учитывают различные ситуации, возникающие при формировании календарного плана, такие как невозможность проведения более одной сессии в одном месте, невозможность участия ассессора в нескольких сессиях, если они проводятся в одно и то же время и др. Дальнейшие исследования предполагается *проводить* в направлении формирования программы повышения эффективности сертификационного процесса.

### Литература

1. Основы профессиональных знаний, Национальные требования к компетентности специалистов / А.А. Андреев, В.Н. Бурков, В.И. Воропаев и др.; под науч. ред. В.И. Воропаева. – М.: ЗАО «Проектная ПРАКТИКА», 2014 – 259 с.
2. Бурков, В.Н. Теория графов в управлении организационными системами / В.Н. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков. – М.: СИНТЕГ, 2001. – 124 с. – (Управление организационными системами).

**Васильчук Андрей Богуславович**, НП «Ассоциация «СОВНЕТ», г. Москва; vaandrei@sovnet.ru.

**Кашенков Александр Рудольфович**, Вологодский государственный университет, г. Вологда; vlab17@bk.ru.

Поступила в редакцию 6 мая 2017 г.

## MODELS AND METHODS OF CALENDAR PLANNING OF CERTIFICATION SESSIONS IN PROJECT MANAGEMENT

A.B. Vasilchuk<sup>1</sup>, vaandrei@sovnet.ru,

A.R. Kashenkov<sup>2</sup>, vlab17@bk.ru

<sup>1</sup> NP "Association "SOVNET", Moscow, Russian Federation,

<sup>2</sup> Vologda State University, Vologda, Russian Federation

This article discusses the problems that arise in the organization and conduct of the certification process in NP "Association "SOVNET". The characteristic features of the organization and conduct of the certification process are analyzed. The main problems of the formation of the calendar plan are revealed. Based on the application of methods and means of scheduling, the author proposes possible models and methods for solving scheduling issues during certification sessions. The use of models of scheduling (various modifications of transport tasks) allows you to build realizable plans for conducting certification sessions with minimizing the cost of paying assessors. At the same time, it becomes possible to increase the number of certification sessions. The proposed models take into account various nonstandard situations that arise during the formation of the calendar plan.

*Keywords: scheduling models, certification process, assignment tasks.*

### References

1. Andreev A.A., Burkov V.N., Voropaev V.I., Dorozhkin V.R., Dubovik M.F., Karkinskaya E.V., Maksn D.G., Mironova L.V., Palagin V.S., Polkovnikov A.V., Sekletova G.I., Titarenko B.P. Tovb A.S., Trubitsin Yu.Yu., Tsipes G.L. [Foundations of Professional Knowledge, National Requirements for the Competence of Specialists]. Moscow, JSC Project Practical Publ., 2014. 259 p.

2. Burkov V.N., Zalozhnev A.Yu., Novikov D.A. *Teoriya grafov v upravlenii organizatsionnymi sistemami. Seriya "Upravlenie organizatsionnymi sistemami"* [Graph Theory in the Management of Organizational Systems. Series "Management of Organizational Systems"]. Moscow, SINTEG Publ., 2001. 124 p.

*Received 6 May 2017*

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Васильчук, А.Б. Модели и методы календарного планирования сертификационных сессий в управлении проектами / А.Б. Васильчук, А.Р. Кашенков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 159–165. DOI: 10.14529/ctcr170319

### FOR CITATION

Vasilchuk A.B., Kashenkov A.R. Models and Methods of Calendar Planning of Certification Sessions in Project Management. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2017, vol. 17, no. 3, pp. 159–165. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr170319