

## Литература

1. Оленцевич В.А. Нарушение условий погрузки и крепления груза на подвижном составе, как фактор увеличения непроизводительных расходов железных дорог // Материалы всероссийской научно-практической конференции преподавателей и аспирантов «Финансовые аспекты структурных преобразований экономики». Иркутск, 2012. С. 115.
2. Колесников В.И. Приветственное слово к участникам конференции // Безопасность движения на железнодорожном транспорте: правовые и технические аспекты: тр. науч.-практ. конф. Ростов н/Д., 2002. С. 3.
3. Барковский В.В., Захаров А.Н., Шаталов А.С. Методы синтеза систем управления. М.: Машиностроение, 1969. С. 213.
4. Оленцевич В.А., Гозбенко В.Е. Анализ причин нарушения безопасности работы железнодорожной транспортной системы // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Иркутск, 2013. № 1 (37). С. 180–183.
5. Технические условия размещения и крепления грузов в вагоны и контейнерах: инструкция. М.: Юртранс, 2005. С. 543.
6. Оленцевич В.А. Разработка методики по обоснованию технологии креплений в вагоне груза при воздействии пространственной системы сил // Транспорт: Наука, техника и управление. 2010. № 9. С. 28-32.

## References

1. Olentsevich V.A. Violation of conditions for loading and securing cargo on the rolling stock as a factor of increasing the non-production expenses of railways // Materialy vseross. nauchn.-prakt. konf. prepodavateley i aspirantov "Finansovye aspekty strukturnykh preobrazovaniy ekonomiki". Irkutsk, 2012. 115 s.
2. Kolesnikov V.I. Greeting message to the conference participants // Bezopasnost' dvizheniya na zheleznodorozhnom transporte: pravovye i tekhnicheskie aspekty: tr. nauch.-prakt. konf. Rostov n/D. 2002. 3 s.
3. Barkovsky V.V., Zakharov A.A., Shatalov A.S. Methods for the control systems synthesis. M.: Mashinostroeniye, 1969. 213 s.
4. Olentsevich V.A., Gozbenko V.E. Analysis of the causes of the operations security violation of railway transport system // Sovremennye tekhnologii. Sistemy analiz. Modelirovaniye. Irkutsk. 2013. № 1(37). S. 180-183.
5. Specifications for cargo stowing and securing in wagons and containers. M.: Yurtrans, 2005. 543 s.
6. Olentsevich V.A. Development of methods to validate technology of securing cargo on the wagon under the influence of spatial force system // Transport: Nauka, tekhnika i upravleniye. 2010. № 9. S. 28-32.

УДК 004.4; 336.7

## Автоматизация сетевого планирования и управления

М.Ю. Иванов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия  
nis@brstu.ru

Статья получена 14.02.2013, принята 12.05.2013

*Большая сложность и комплексность проведения работ, одновременное участие многих исполнителей, необходимость параллельного выполнения работ, зависимость начала многих работ от результатов других значительно осложняют деятельность любых современных организаций, в том числе предприятий экономического профиля. Эффективным способом решения комплекса перечисленных выше задач является применение систем сетевого планирования и управления. Данные системы основаны на сетевых моделях планируемых процессов и при использовании ЭВМ позволяют быстро определить различные варианты управляющих воздействий и выбрать оптимальные из них. Сетевое планирование и управление дает возможность руководителям предприятий своевременно получать достоверную информацию о состоянии дел, о возникших задержках и возможностях ускорения хода работ, концентрирует внимание руководителей на «критических» работах, определяющих продолжительность производственного процесса в целом, заставляет совершенствовать технологию и организацию работ, помогает составлять рациональные планы, обеспечивает согласованность действий исполнителей. В работе изучены базовые математические и алгоритмические аспекты построения сетевых графиков, рассмотрены и доказаны с использованием аппарата формальной логики рациональные методики поиска критических путей, а также показана возможность автоматизированного сетевого планирования и управления в сфере банковских услуг.*

**Ключевые слова:** сетевое планирование и управление, сетевой график, работа, автоматизация, программное обеспечение, экономика, банковские услуги.

## Automation of network planning and management

M.Yu. Ivanov

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia  
nis@brstu.ru

Received 14.02.2013, accepted 12.05.2013

*Currently, the difficulty and complexity of work performance, the concurrent participation of many performers, the need for parallel execution of work, the dependence of a start date of many works on the results of others complicate considerably the activities of any modern organization including economic enterprises. The effective way to solve all the complex problems listed above is the use of network planning and management. These systems are based on the planned processes network model, and using computers enable to*

*quickly identify the control actions options and choose the best of them. The network planning and management enable managers to get exact information about the state of affairs, the delays encountered and possible work expediting. It is focused on the management of «critical» activities determining the production process duration as a whole, encourages them to improve technology and work organization, helps make rational work plans, ensures performers' cooperation. The paper has discussed the basic mathematical and algorithmic aspects of constructing network graphs. Using the formal logic apparatus, the rational critical paths search strategies have been considered and proved and the possibility of automated network planning and management in banking services has been demonstrated as well.*

**Keywords:** network planning and management, network graph, activity, automation, software, economy, banking services.

**Введение.** Метод сетевого планирования и управления (далее – СПУ) основан на идее определения и оценки сроков и контроля всего комплекса выполняемых работ. Традиционное линейное планирование не позволяет выделять работы, определяющие длительность реализации проекта, и, соответственно, сосредоточить на них внимание руководителей. Также линейные графики не отражают взаимозависимость работ, и при изменении условий выполнения работ их необходимо строить заново.

Таким образом, основной задачей СПУ является построение оптимальной структуры упорядочивания работ (в виде сетевых моделей или сетевых графиков) за счет анализа их смыслового содержания и установления взаимосвязей между работами.

Немаловажным аспектом при использовании СПУ является и автоматизация процесса построения сетевых графиков и моделей и расчета их параметров, поскольку использование современных информационных технологий [1 – 6] способствует повышению эффективности любой сферы деятельности, в том числе экономики [7 – 9].

Целью данного исследования являются изучение базовых математических и алгоритмических аспектов автоматизированного построения сетевых графиков, а также поиск и доказательство рациональной методики расчета критических путей.

**Теоретические основы СПУ.** Следует отметить, что четких методов и алгоритмов построения оптимального сетевого графика, поддающихся автоматизации, на сегодняшний день не существует. Это связано с тем, что процесс реализации СПУ осуществляется с учетом личного опыта и интуитивных особенностей мышления разработчика, формализовать которые с помощью ЭВМ практически невозможно.

Обоснование рациональных методик поиска критических путей сетевого графика основано на сущности общего запаса времени работы – количества времени, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения общего срока реализации проекта. Данное утверждение вытекает из правил расчета сетевого графика, давно известно и не нуждается в дополнительном рассмотрении. Важно другое – из сущности общего запаса времени работы следует истинность следующего утверждения, на котором основаны некоторые приводимые ниже доказательства: общий резерв времени работы может появиться только за счет существования другого, более продолжительного пути, чем тот путь, в состав которого входит рассматриваемая работа. Это утверждение становится очевидным, если учесть, за счет чего может появиться возможность отложить начало или увеличить продолжительность выполнения некоторой работы без изменения срока свершения завершающего со-

бытия сетевого графика – естественно, только за счет того, что этот срок определяется другим, более продолжительным путем.

Докажем это утверждение методом от противного.

**Теорема.** Для того чтобы считать некоторый путь сетевого графика критическим, необходимо и достаточно, чтобы общие резервы времени всех входящих в него работ были равны нулю.

**Необходимость.** Если некоторый путь является критическим, то общие резервы времени всех входящих в него работ равны нулю.

Известно, что некоторый рассматриваемый путь заведомо критический. Теперь предположим противное: на этом пути лежит хотя бы одна работа с ненулевым резервом времени. Это означает, что есть другой путь, с большей продолжительностью, чем рассматриваемый, за счет чего и получается данный резерв времени. Но, раз имеется более продолжительный путь, то рассматриваемый путь уже не может быть критическим. Полученное противоречие доказывает невозможность существования на критическом пути работы с ненулевым полным резервом времени, так как, в противном случае, он уже не будет являться критическим. Тогда, для любой работы критического пути остается другая возможная ситуация – ее общий резерв времени равен нулю. Утверждение доказано.

Поскольку любой сетевой график имеет критический путь, т. е. путь с наибольшей продолжительностью, то, на основании только что доказанного утверждения, на любом сетевом графике можно найти путь, работы которого имеют только нулевые общие резервы времени.

**Достаточность.** Если все работы некоторого пути имеют нулевые общие резервы времени, то этот путь обязательно является критическим.

Если некоторый путь имеет работы только с нулевыми общими резервами времени, то это означает, что ни одну работу указанного пути нельзя увеличить по длительности без изменения срока свершения завершающего события сетевого графика. Это возможно, только когда сумма длительностей работ рассматриваемого пути равна сроку свершения завершающего события, то есть длине критического пути. Тогда рассматриваемый путь и является критическим в силу того, что он равен критическому пути по длительности. Утверждение доказано.

**Практическая реализация СПУ.** В данной работе автоматизированная разработка и построение сетевого графика показаны на примере сферы банковских услуг.

Руководство банка приняло решение о предоставлении для своих клиентов нового вида банковского вклада. Перед работниками банка были поставлены следующие задачи: выбрать оптимальные условия но-

вого вклада с учетом текущей ситуации на рынке банковских услуг (сроки, процентная ставка, минимально допустимая сумма вклада и т. п.), экономически обосновать новый вклад, оформить в виде проекта договора и представить руководству банка на рассмотрение, согласование и утверждение. Для привлечения потенциальных клиентов банка необходимо провести реклам-

ные акции, подготовить и оформить зал для приема клиентов и ознакомить персонал с особенностями работы по новому вкладу (провести семинар).

Руководство банка разработало план мероприятий, который включает в себя перечень работ по привлечению клиентов и продолжительность каждой работы по времени (таблица 1).

Таблица 1

## Исходные данные для построения сетевого графика

Номер работы	Код работы		Наименование работы	Продолжительность работы, дни
	<i>i</i>	<i>j</i>		
0	–	1	Составление плана мероприятий	–
1	1	2	Разработка условий нового вклада	30
2	1	3	Разработка критериев выбора условий нового вклада	21
3	2, 3	4	Выбор условий нового вклада	2
4	4	5	Технико-экономическое обоснование нового вклада	2
5	5	6	Составление проекта договора банка с вкладчиком	5
6	6	7	Представление проекта договора руководству банка. Рассмотрение и утверждение договора	7
7	7	8	Заказ в типографии бланков договора. Выполнение заказа	20
8	7	9	Заказ рекламной продукции в агентстве. Выполнение заказа	14
9	7	10	Заказ на изготовление стендов для банковского зала. Выполнение заказа	7
10	8	11	Получение бланков договора из типографии	1
11	9, 10	12	Оформление банковского зала для работы с клиентами	2
12	11, 12	13	Семинар с работниками банка	1
13	13	14	Начало работы с клиентами банка	0

Таблица 2

## Матрица продолжительности выполнения работ

<i>i</i> \ <i>j</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	–	30	21											
2				2										
3				2										
4					2									
5						5								
6							7							
7								20	14	7				
8											1			
9												2		
10												2		
11													1	
12													1	
13														0
14														–
Итого	–	30	21	4	2	5	7	20	14	7	1	4	2	117

Так, работа «Выбор условий нового вклада» имеет два начальных события (2 и 3), поскольку может осуществляться только после окончания работ 1,2 «Разработка условий нового вклада» и 1,3 «Разработка кри-

териев выбора условий нового вклада».

Работа «Оформление банковского зала для работы с клиентами» не может начаться раньше, чем будут закончены работы 7,9 «Заказ рекламной продукции в

агентстве. Выполнение заказа» и 7,10 «Заказ на изготовление стендов для банковского зала. Выполнение заказа». Работу «Семинар с работниками банка» целесообразно начинать после выполнения работ 8,11 «Получение бланков договора из типографии» и 9,12 «Оформление банковского зала для работы с клиентами».

Первым этапом реализации СПУ является определение времени выполнения всех работ. Для этого составляется матрица, строки которой соответствуют начальным событиям  $i$ , а столбцы – завершающим событиям  $j$  (таблица 2). Матрица заполняется последовательно, по строкам, в которых проставляется продолжительность работ, выходящих из  $i$ -го события и входящих в  $j$ -ое событие.

Заполнение матрицы начинается с работы «Разработка условий нового вклада», поскольку работа «Составление плана мероприятий» не имеет начального события и продолжительности и поэтому в таблицу не заносится. Например, для работы «Разработка варианта нового вклада»  $i = 1, j = 2$ , продолжительность 30 дней и т. д.

Таким образом, по данным таблицы 2, время выполнения всех работ (с учетом тех, которые могут выполняться одновременно (параллельно)) составит 117 дней.

На рис. 1 матрица  $M_{ij}$ , отражающая структуру сетевого графика, представлена в эквивалентной машинной форме. Матрица симметричная и имеет размерность  $p \times p$  ( $p$  – число событий сетевого графика). На пересечении строки и столбца  $i \cap j$  в матрице смежностей может быть только одно из двух значений: 0 или 1. Если  $i \cap j = 1$ , то это означает, что на сетевом графике существует работа, исходящая из события с номером  $i$  и входящая в событие с номером  $j$ . Если же  $i \cap j = 0$ , то такой работы на сетевом графике нет.

Правильно построенная матрица обладает рядом полезных свойств. Как было сказано выше, если выбрать некоторое начальное событие  $i$ , то единица в соответствующей строке укажет на завершающее событие  $j$ , с которым событие  $i$  соединено исходящей из него работой. И наоборот, если выбрать некоторое завершающее событие  $j$ , то единица в соответствующем столбце укажет на начальное событие  $i$ , с которым событие  $j$  соединено входящей в него работой. Оба этих свойства следуют из правила построения матрицы. Наконец, если в соответствующей строке матрицы с помощью единицы указана связь какого-либо события  $i$  с событием или несколькими событиями  $j$ , то номера этих событий  $j$  могут быть только больше номера события  $i$ , что следует из правил присвоения номеров событиям сетевого графика. Это свойство означает, что матрица имеет диагональный характер, то есть, единицы могут присутствовать только в ее диагональной верхней части (рис. 1).

Необходимо отметить, что, если последнее из перечисленных свойств матрицы не выполняется, то на сетевом графике есть замкнутые контуры, то есть, пути, соединяющие событие с ним же самим (при условии, что все события пронумерованы верно). Таким образом, появляется возможность довольно легкой проверки правильности построения сетевого графика с помощью ЭВМ.

	j													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4				1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5					1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6						1	0	0	0	0	0	0	0	0
7							1	1	1	0	0	0	0	0
8								1	0	0	0	0	0	0
9									1	0	0	0	0	0
10										1	0	0	0	0
11											1	0	0	0
12												1	0	0
13													1	0
14														1

Рис. 1. Матрица структуры сетевого графика

Алгоритм процесса проверки представлен в виде блок-схемы на рис. 2 (предполагается, что сама матрица и ее размерность уже заданы).

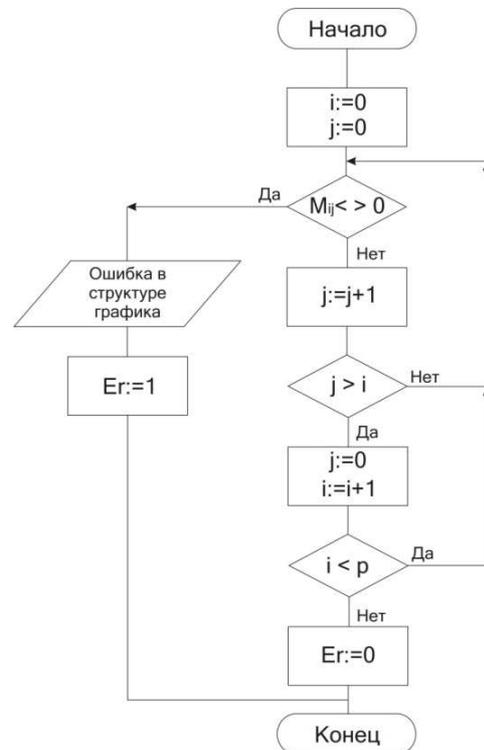


Рис. 2. Блок-схема алгоритма проверки матрицы

Суть алгоритма проверки заключается в определении содержимого элементов нижней диагональной части матрицы. Если в этой части встретится хотя бы одна единица, то это будет означать, что сетевой график построен неправильно: или на нем есть замкнутые контуры, или события пронумерованы неверно.

Алгоритм заполнения матрицы продолжительности выполнения работ на ЭВМ исходными данными представлен в виде блок-схемы на рис. 3 (предполагается, что сама матрица и ее размерность также уже заданы). Ячейки матрицы обозначены символом  $A_{sr}$  ( $s$  – номер строки,  $r$  – номер столбца).

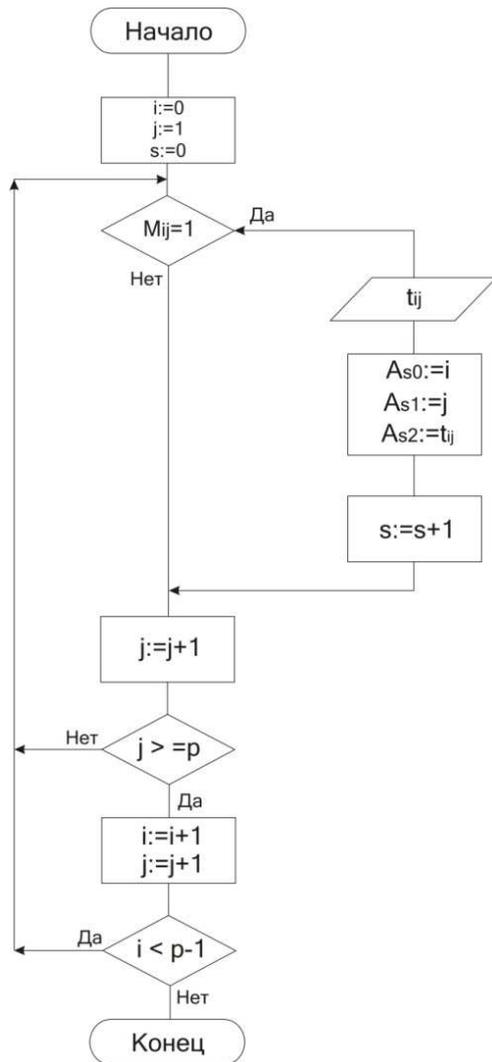


Рис. 3. Блок-схема алгоритма заполнения матрицы продолжительности выполнения работ

Рассмотрим методику определения продолжительности наиболее значимой характеристики сетевого графика – критического пути, поскольку он определяет общую длительность выполнения всех работ (конечный срок или планируемый срок окончания) проекта.

Как известно из свойств сетевого графика, для определения критического пути необходимо найти общие резервы времени всех входящих в него работ. Таким образом, методика расчета продолжительности критического пути заключается в последовательном выборе, от исходного до завершающего события, тех работ, которые имеют нулевые общие резервы времени. Так как параметры сетевого графика рассчитываются для положительных длительностей входящих в него работ, то в этом случае и будет получен критический путь.

Алгоритм, реализующий методику поиска критического пути сетевого графика, представлен в виде блок-схемы на рис. 4 и основан на том, что в ячейки матрицы  $A_s$  введены исходные данные и рассчитаны все необходимые параметры (раннее начало и окончание работ, позднее начало и окончание работ, частный и общий запасы времени работ).

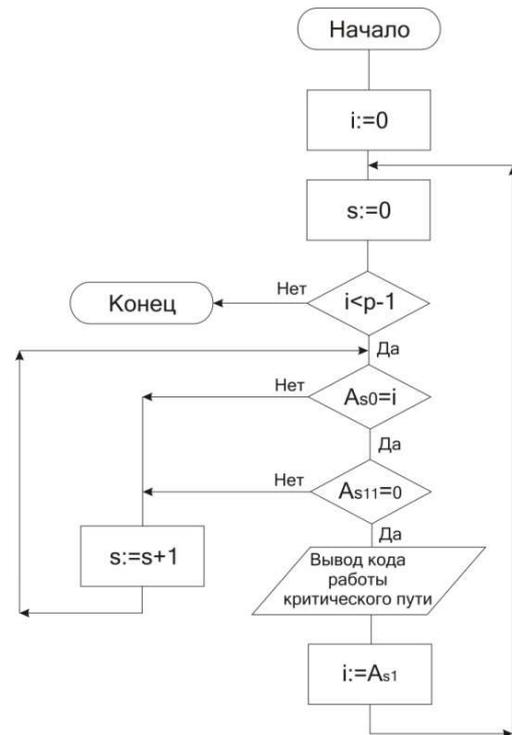


Рис. 4. Блок-схема алгоритма поиска критического пути сетевого графика

Приведенная в данной работе методика автоматизации СПУ реализована с помощью программы для ЭВМ [10], для разработки которой использовалась среда визуального программирования Borland C++ Builder. Главная кнопочная форма программы представлена на рис. 5.

№ работы	Код i	Код j	Наименование работы	Продс
0	-	1	Составление плана мероприятий	-
1	1	2	Разработка варианта нового вклада	30
2	1	3	Разработка системы критериев выбора вариан-	21
3	2,3	4	Выбор варианта нового вклада	2
4	4	5	Технико-экономическое обоснование варианте	2
5	5	6	Составление проекта договора банка с вкладч	5
6	6	7	Представление проекта договора руководству	7
7	7	8	Заказ в типографии бланков договора. Выполн	20
8	7	9	Заказ рекламы в агентстве. Выполнение заказ	14
9	7	10	Заказ на изготовление стендов для банковско	7
10	8	11	Получение договора из типографии	1
11	9,10	12	Оформление банковского зала для работы с	2
12	11,12	13	Семинар с работниками банка	1
13	13	14	Назаяно работы с клиентами банка	0

Рис. 5. Главная кнопочная форма программы

Рис. 6. Форма для добавления работы

Ввод информации в главную форму программной оболочки осуществляется в соответствии с данными таблиц 1 и 2 (используется кнопка «Добавить») (рис. 6).

После добавления всех работ с помощью кнопки «Построить» формируется сетевой график проекта (рис. 7). На графике отсутствует работа 13,14 «Начало работы с клиентами», поскольку ее продолжительность

равна нулю. Работы и события, выделенные красным цветом, лежат на критическом пути, поскольку самые длительные работы 1,2, 2,4, 4,5, 5,6, 6,7, 7,8, 8,11 и 11,13. Соответственно, продолжительность критического пути проекта 1-2-4-5-6-7-8-11-13 составит  $T_k=30+2+2+5+7+20+1+1=69$  дней.

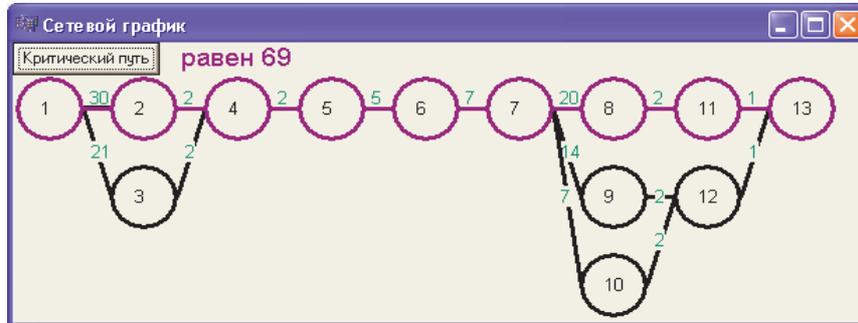


Рис. 7. Сетевой график реализации проекта

Вторым по продолжительности является путь 1-3-4-5-6-7-9-12-13 (54 дня), и, наконец, продолжительность третьего пути 1-3-4-5-6-7-10-12-13 равна 47 дням.

Таким образом, у работ, лежащих на втором и третьем путях, имеются резервы времени в 14 и 21 день соответственно. В этих пределах можно увеличить продолжительность не критических работ (например, увеличить длительность работы 1,3 «Разработка критериев выбора условий нового вклада» или начать ее позже) и освободить ресурсы для работ, лежащих на критическом пути.

Более подробную информацию об особенностях работы с программой, правилах построения и расчете параметров сетевых графиков можно найти в ее справочном приложении (рис. 8).

Важным моментом в процессе анализа сетевой модели (графика) является напряженность выполнения отдельных работ по срокам, которая характеризуется коэффициентом напряженности:

$$K_n = \frac{T_n - t_k}{T - t_k}, \quad (1)$$

где  $K_n$  – коэффициент напряженности выполнения работ;  $T_n$  – продолжительность выполнения напряженных работ, дни;  $t_k$  – длительность критических работ, входящих в напряженный участок пути, дни;  $T$  – продолжительность выполнения всех работ, дни (определяется по таблице 2).

Очевидно, что наиболее напряженными работами являются те, которые выполняются параллельно с работами, лежащими на критическом пути, и прилегающей к околкритической зоне, то есть, на путях 6-7-9-12-13-14 и 6-7-10-12-13-14 (рис. 7).

В первом случае коэффициент напряженности

$$\text{составит } K_n^1 = \frac{24 - 7}{117 - 7} = 0,15,$$

$$\text{а во втором – } K_n^2 = \frac{17 - 7}{117 - 7} = 0,09.$$

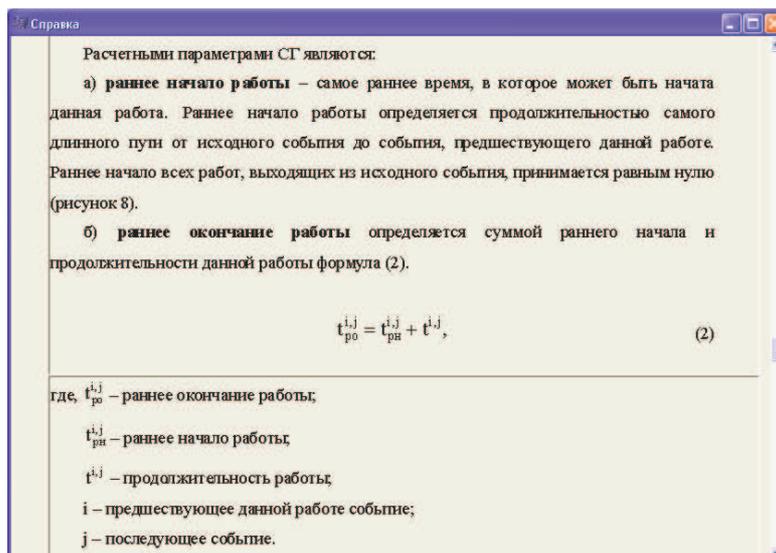


Рис. 8. Справочное приложение программы

Сравнивая значения коэффициентов между собой, можно сделать вывод, что путь 6-7-9-12-13-14 напряженнее, чем путь 6-7-10-12-13-14. Следовательно, для выполнения работ, лежащих на пути 6-7-9-12-13-14, необходимо назначение более ответственных исполнителей и освобождение дополнительных ресурсов.

Иногда на практике длина критического пути оказывается меньше директивной продолжительности проекта, и сокращение времени работ экономически нецелесообразно. В этом случае можно привести сетевую модель (график) в соответствие с установленным сроком путем уменьшения ресурсов в ряде работ критического пути и прилегающей к нему околоскритической зоны.

Однако при этом необходимо учитывать тот факт, что при анализе и оптимизации сетевых моделей (графиков) по времени концентрация ресурсов на любых работах имеет определенные ограничения по технологии работ, технике безопасности и т. п.

Кроме того, не следует допускать, чтобы в результате перераспределения ресурсов полностью исчерпались резервы времени, так как в этом случае возникает большое количество критических или подкритических путей, и график работ становится напряженным и трудновыполнимым.

**Заключение.** В работе предложена и обоснована методика автоматизации сетевого планирования и управления. Написана программа для ЭВМ, реализующая разработанные алгоритмы расчета параметров сетевого графика. В целом, полученные результаты позволяют сократить и упростить процесс разработки оптимальных сетевых графиков, что, в свою очередь, может положительно сказаться на реализации какого-либо проекта. Как правило, грамотное планирование и управление сокращает общую продолжительность выполнения всего комплекса работ, уменьшает число сбоев из-за несогласованности используемых ресурсов, а за счет снижения суммарной потребности в ресурсах соответственно снижается общая стоимость проекта.

### *Литература*

1. Бабкин А.Л., Иванов М.Ю. Экспресс-оценка стратегии использования заемных средств *ZaemSredstva* v. 1.1: программа для ЭВМ. Св. ГР. № 2011615865 Рос. Федерация; зарег. в реестре Федер. службы по интеллектуальной собственности, пат. и товарным знакам 08.09.2010.
2. Бабкин А.Л., Иванов М.Ю. Оценка уровня профессионализма управления развитием и дивидендной политикой *UpravRazvDivPolit* v. 1.1: программа для ЭВМ. Св. ГР. № 2011615962 Рос. Федерация; зарег. в реестре Федер. службы по интеллектуальной собственности, пат. и товарным знакам 13.09.2010.
3. Осинцев С.Ю., Иванов М.Ю. Автоматизированное обслуживание абонентов компьютерной сети *AvtObslAbKompSet* v. 1.1: программа для ЭВМ. Св. ГР. № 2011617045 Рос. Федерация; зарег. в реестре Федер. службы по интеллектуальной собственности, пат. и товарным знакам 12.09.2011.
4. Иванов М.Ю. Автоматизированный кадровый учет коммерческого предприятия *AvtoKadr* v.1.1: программа для ЭВМ. Св. ГР.

№ 2012660195 Рос. Федерация; зарег. в реестре Федер. службы по интеллектуальной собственности, пат. и товарным знакам 13.11.2012.

5. Иванов М.Ю. Экспертная оценка финансово-хозяйственной деятельности коммерческого предприятия *FHDexpert* v. 1.1: программа для ЭВМ. Св. ГР. № 2013611967 Рос. Федерация; зарег. в реестре Федер. службы по интеллектуальной собственности, пат. и товарным знакам 11.02.2013.

6. Иванов М.Ю. Автоматизированный учет работ (заказов) автотранспортного предприятия *AvtoTrans* v. 1.1: программа для ЭВМ. Св. ГР. №2013611968 Рос. Федерация; зарег. в реестре Федер. службы по интеллектуальной собственности, пат. и товарным знакам 11.02.2013.

7. Иванов М.Ю. Структура и принципы функционирования экспертных систем для оценки деятельности хозяйствующего субъекта // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2012. №3 (9). С. 18-22.

8. Иванов М.Ю. Экспертные системы для оценки деятельности хозяйствующего субъекта // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2012. №3 (9). С. 23-27.

9. Бабкин А.Л., Иванов М.Ю. Сетевое планирование сложных работ *SetPlanSIRab* v. 1.1: программа для ЭВМ. Св. ГР. №2011617043 Рос. Федерация; зарег. в реестре Федер. службы по интеллектуальной собственности, пат. и товарным знакам 12.09.2011.

### *References*

1. Babkin A.L., Ivanov M.Yu. Express-evaluation of the strategy for the use of borrowed funds *ZaemSredstva* v. 1.1: programma dlya EVM. Svidetel'stvo ob ofitsial'noy registratsii № 2011615865 Ros. Federatsiya; zareg. v reestre Feder. sluzhby po intellektual'noy sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam 08.09.2010.
2. Babkin A.L., Ivanov M.Yu. Assessment of the professional standard for the management and dividend policy development *UpravRazvDivPolit* v. 1.1: programma dlya EVM. Svidetel'stvo ob ofitsial'noi registratsii №2011615962 Ros. Federatsiya; zareg. v reestre Feder. sluzhby po intellektual'noy sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam 13.09.2010.
3. Osintsev S.Yu., Ivanov M.Yu. Automated customer service network *AvtObslAbKompSet* v. 1.1: programma dlya EVM. Svidetel'stvo ob ofitsial'noi registratsii №2011617045 Ros. Federatsiya; zareg. v reestre Feder. sluzhby po intellektual'noy sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam 12.09.2011.
4. Ivanov M.Yu. Automated human resources records of a commercial enterprise *AvtoKadr* v.1.1: programma dlya EVM. Svidetel'stvo ob ofitsial'noi registratsii №2012660195 Ros. Federatsiya; zareg. v reestre Feder. sluzhby po intellektual'noy sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam 13.11.2012.
5. Ivanov M.Yu. Expert evaluation of the financial and economic activity of a commercial enterprise *FHDexpert* v. 1.1: programma dlya EVM. Svidetel'stvo ob ofitsial'noi registratsii №2013611967 Ros. Federatsiya; zareg. v reestre Feder. sluzhby po intellektual'noy sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam 11.02.2013.
6. Ivanov M.Yu. Automated accounting activity (orders) of a motor transport enterprise *AvtoTrans* v. 1.1: programma dlya EVM. Svidetel'stvo ob ofitsial'noi registratsii №2013611968 Ros. Federatsiya; zareg. v reestre Feder. sluzhby po intellektual'noy sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam 11.02.2013.
7. Ivanov M.Yu. The structure and principles of expert systems functioning to evaluate economic entity activity // Problemy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Sibiri. 2012. №3 (9). S. 18-22.
8. Ivanov M.Yu. Expert systems for economic entity activity assessment // Problemy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Sibiri. 2012. № 3 (9). S. 23-27.
9. Babkin A.L., Ivanov M.Yu. Network planning of complex works *SetPlanSIRab* v. 1.1: programma dlya EVM. Svidetel'stvo ob ofitsial'noi registratsii №2011617043 Ros. Federatsiya; zareg. v reestre Feder. sluzhby po intellektual'noy sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam 12.09.2011.