

**Мощность и возможности программной системы POMWIN при расчете стоимости и времени трудозатрат по разработке и внедрения программного обеспечения**

*Тонких Денис Михайлович*

*Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема  
студент*

**Аннотация**

В статье рассматривается конкретный пример использования программы POMWIN для рассмотрения основных возможностей данной программы. Для иллюстраций использовались данные проекта разработки и внедрения компьютерной системы на предприятии «ИП Тонких М.М.».

**Ключевые слова:** управление проектами, метод анализа затрат PERT/COST, критический путь, минимизация затрат, продолжительность проекта.

**The power and capabilities of the POMWIN software system in calculating the cost and time of labor costs for the development and implementation of software**

*Tonkikh Denis Mikhailovich*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University  
student*

**Abstract**

The article discusses a specific example of using the program POMWIN for consideration of the main features of this program. For illustrations, we used data of the project for the development and implementation of a computer system at the enterprise «IP Tonkikh M.M.»

**Keywords:** project management, method of cost analysis PERT/COST, critical path, cost minimization, the duration of the project.

Проблемы поиска критического пути, вычисления минимизации затрат, продолжительности проекта и определения минимальных дополнительных издержек напрямую связаны с рассмотрением основных возможностей программы POMWIN. Так как данная программа в основном решает задачи по вычислению времени и затрат.

Решением проблемы, связанной с минимизацией затрат, занимались А.Л. Носов, Е.В. Андреева [1, 2]. Поиском критических путей занимались Е.Ю. Шахова, Е.А. Платошечкин, Н.А. Князев и др. [3, 4].

Свои исследования о методе PERT представила С.А.Олейникова [5, 6].

О модели оптимизации проектов, основанная на нахождении критического пути показали И.Г.Генералов, С.А.Суслов [7]. И.А.Птухин и

др. исследовали формирование ответственности участников строительства за нарушение календарных сроков выполнения работ по методу PERT [8]. Н.Е.Новакова и др. [9, 10] выделили концепции управления проектами в САПР.

Объектом исследования является рассмотрение основных возможностей программы и минимизации затрат на сокращение времени реализации проекта программы POMWIN на примере определения критического пути, минимальной продолжительности проекта, вычисления затрат на выполнение проекта при нормальном времени выполнения работ.

Для примера были взяты данные проекта разработки и внедрения компьютерной системы на предприятии «ИП Тонких М.М.», который состоит из шести работ. В следующей таблице указана взаимосвязь работ, нормальное время их выполнения и данные, характеризующие возможность сокращения продолжительности работ (табл.1).

Таблица 1. Данные задачи проекта разработки и внедрения компьютерной системы на предприятии «ИП Тонких М.М.»

Работ а	Содержани е работы	Непосредствен но предшествую щие работы	Время выполнения		Затраты при времени выполнения	
			Нормальн ое	Минимальн ое	Нормальн ом	Минимальн ом
А	Определить потребность	-	10	8	30	60
В	Заказать оборудование	А	8	6	120	150
С	Установить оборудование	В	10	7	100	160
Д	Провести обучение, как пользоваться мобильным приложением	А	7	6	40	50
Е	Провести рекламную акцию	Д	10	8	50	74
Ф	Опробовать мобильное приложение	С, Е	3	3	60	60

По данным таблицы необходимо определить продолжительность проекта при нормальном времени выполнения работ, а также определить

каковы затраты на выполнение проекта при нормальной продолжительности работ. Необходимо узнать, чему равны минимальные затраты на выполнение проекта за 26 недель, и за какое минимальное время может быть выполнен проект.

Первое что необходимо сделать, запустить программу и указать метод, который будет выполняться (PERT/CPM) (рис.1).

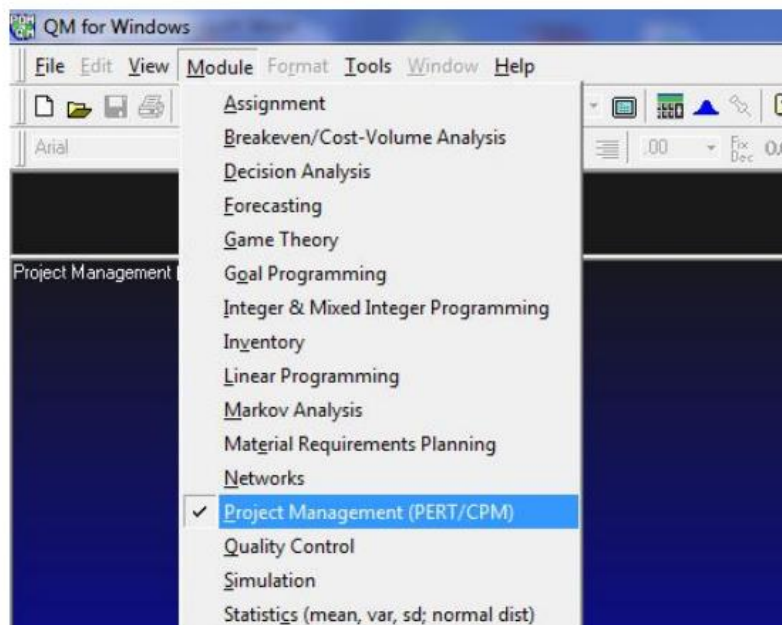


Рисунок 1 – Запуск программы по данному методу

Далее создаем новый проект (рис.2).

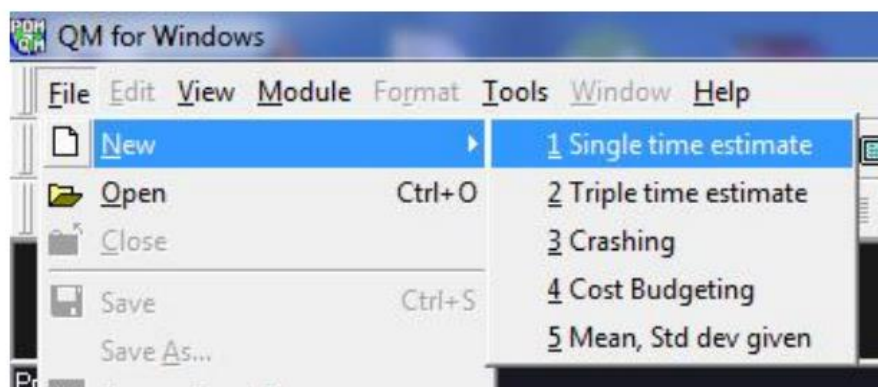


Рисунок 2 – Создание нового проекта

В появившемся окне указываем количество работ и нажимаем ОК (рис.3).

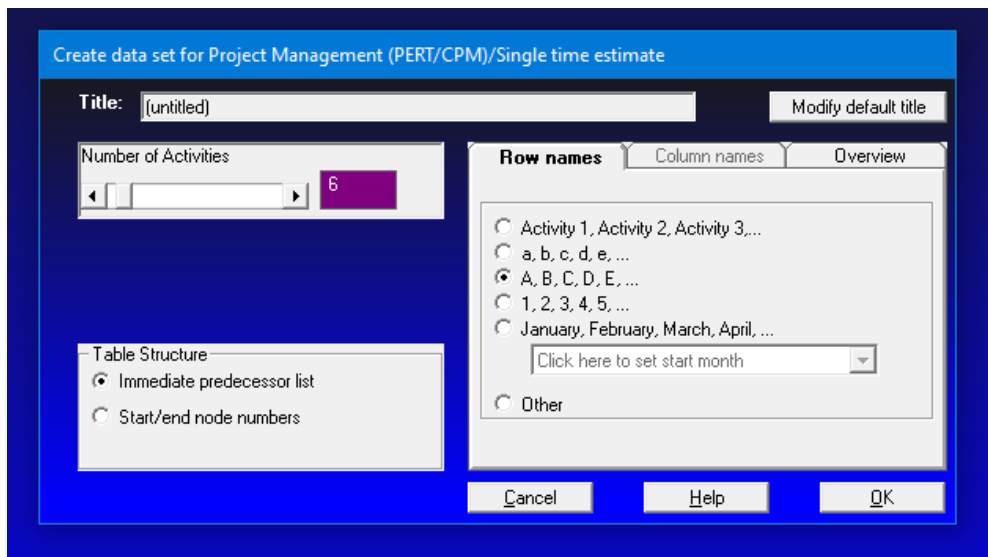


Рисунок 3 – Установление параметров новой таблицы

Заполняем таблицу исходной информацией, описывающую проект в виде последовательности работ и нажимаем Solve (рис.4).

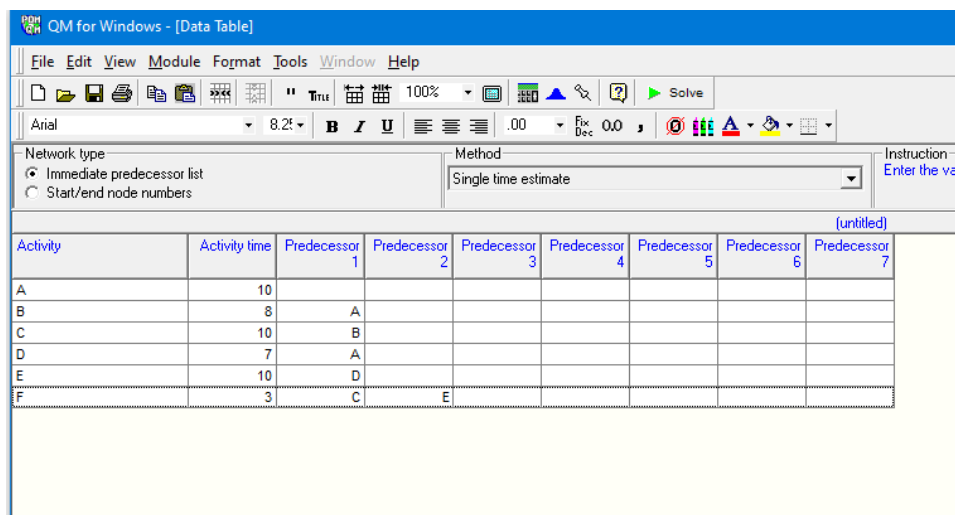


Рисунок 4- Заполненная таблица

Выполнив расчеты, получаем следующие результаты (рис.5).

Activity	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	31					
A	10	0	10	0	10	0
B	8	10	18	10	18	0
C	10	18	28	18	28	0
D	7	10	17	11	18	1
E	10	17	27	18	28	1
F	3	28	31	28	31	0

Рисунок 5 – Данные критического пути

Рассмотрев данную таблицу видно, что при нормальной продолжительности работ длина критического пути составляет 31 неделю. На критическом пути находятся работы А, В, С, F.

Для того чтобы определить затраты на выполнение проекта при нормальной продолжительности работ, достаточно просуммировать затраты, указанные в шестом столбце таблицы исходных данных (табл. 1), — в результате получаем 400 тыс. руб.

Чтобы определить минимальные дополнительные издержки на сокращение продолжительности проекта до 26 недель, построим модель линейного программирования. Для этого на основании данных о непосредственно предшествующих работах построим графическое представление проекта (рис. 6).

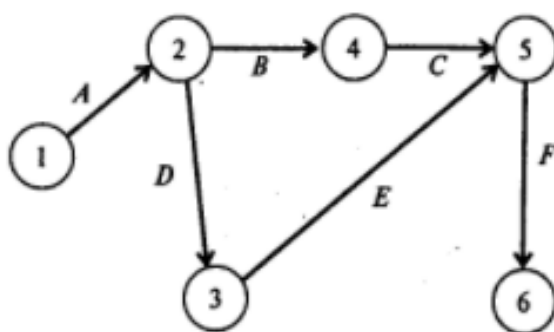


Рисунок 6 – Графическое представление проекта

Используя исходные данные, определяем удельные затраты  $K_{ij}$  на сокращение продолжительности работ. Получаем следующие результаты.

Таблица 2 - Данные задачи для определения минимальных издержек

Работа	Содержание работы	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения		Затраты при времени выполнения		Удельные затраты, тыс. руб в неделю
			Нормальное	Минимальное	Нормальном	Минимальном	
A	Определить потребность	-	10	8	30	60	15
B	Заказать оборудование	A	8	6	120	150	15
C	Установить оборудование	B	10	7	100	160	20
D	Провести обучение, как пользоваться мобильным приложением	A	7	6	40	50	10
E	Провести рекламную акцию	D	10	8	50	74	12
F	Опробовать мобильное приложение	C, E	3	3	60	60	-

В программе выбираем модель линейного программирования (рис.7).

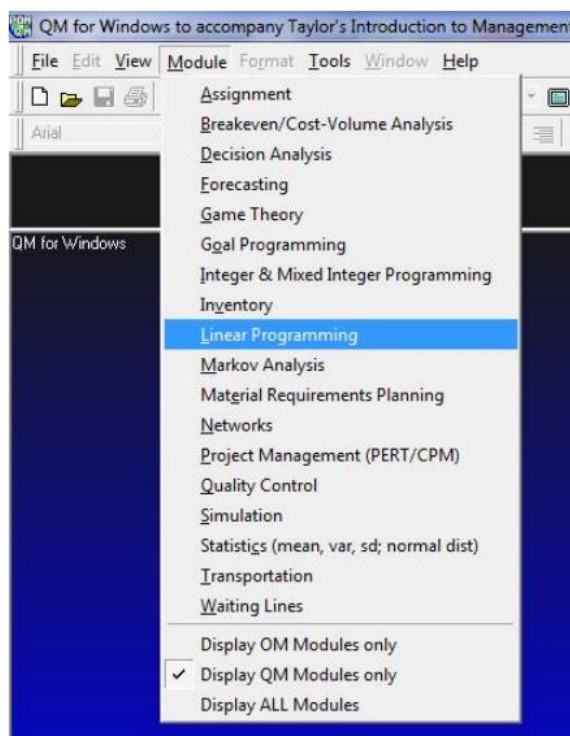


Рисунок 7 – Выбор модели линейного программирования

Далее создаем новый проект (рис.8).

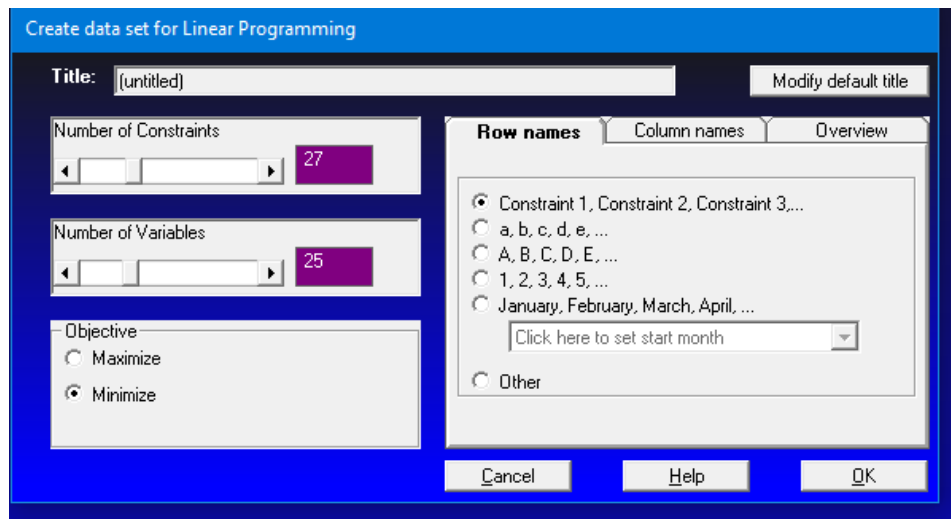


Рисунок 8 – Установление параметров нового проекта

Заполняем таблицу исходными данными математической модели, используя обозначения  $x_i$  — время наступления события  $i$ ;  $y_{ij}$  — величина сокращения времени работы  $(i,j)$ , получаем следующую модель линейного программирования для определения минимальных издержек на сокращение продолжительности проекта с 31 до 26 недель:

$$15y_{12} + 15y_{24} + 20y_{45} + 10y_{23} + 12y_{35} \rightarrow \min$$

при условиях:

$$\begin{aligned} x_2 &\geq x_1 + 10 - y_{12}, & x_4 &\geq x_2 + 8 - y_{24}, \\ x_5 &\geq x_4 + 10 - y_{45}, & x_3 &\geq x_2 + 7 - y_{23}, \\ x_5 &\geq x_3 + 10 - y_{35}, & x_6 &\geq x_5 + 3, \\ y_{12} &\leq 2, & y_{24} &\leq 2, \\ y_{45} &\leq 3, & y_{23} &\leq 1, \\ y_{35} &\leq 2, & x_6 &\leq 26, \\ x_i &\geq 0, & y_{ij} &\geq 0, \end{aligned}$$

$(i, j) \in P.$

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y12	Y24	Y45	Y23	Y35	RHS	RHS	
Minimize	0	0	0	0	0	0	15	15	20	10	12		Min 15Y12 + 15Y24 + 20Y45 + 10Y23 + 12Y35	
Constraint 1	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	>=	10	-X1 + X2 + Y12 >= 10
Constraint 2	0	-1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	>=	8	-X2 + X4 + Y24 >= 8
Constraint 3	0	0	0	-1	1	0	0	0	1	0	0	>=	10	-X4 + X5 + Y45 >= 10
Constraint 4	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	>=	7	-X2 + X3 + Y23 >= 7
Constraint 5	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	>=	10	-X3 + X5 + Y35 >= 10
Constraint 6	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	>=	3	-X5 + X6 >= 3
Constraint 7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<=	2	Y12 <= 2
Constraint 8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<=	2	Y24 <= 2
Constraint 9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<=	3	Y45 <= 3
Constraint 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	<=	1	Y23 <= 1
Constraint 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<=	2	Y35 <= 2
Constraint 12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	<=	26	X6 <= 26

Рисунок 9 – Заполненная таблица исходными данными

Выполнив расчеты, получаем результаты (рис.10).

Variable	Status	Value
X1	NONBasic	0
X2	Basic	8
X3	Basic	14
X4	Basic	14
X5	Basic	23
X6	Basic	26
Y12	Basic	2
Y24	Basic	2
Y45	Basic	1
Y23	Basic	1
Y35	Basic	1
surplus 1	NONBasic	0
surplus 2	NONBasic	0
surplus 3	NONBasic	0
surplus 4	NONBasic	0
surplus 5	NONBasic	0
surplus 6	NONBasic	0
slack 7	NONBasic	0
slack 8	NONBasic	0
slack 9	Basic	2
slack 10	NONBasic	0
slack 11	Basic	1
slack 12	NONBasic	0
Optimal Value (Z)		102

Рисунок 10 – Полученные результаты расчетов

Variable	Value	Reduced Cost	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
X1	0	32	0	-32	Infinity
X2	8	0	0	-17	Infinity
X3	14	0	0	-2	Infinity
X4	14	0	0	-5	Infinity
X5	23	0	0	-Infinity	32
X6	26	0	0	-Infinity	32
Y12	2	0	15	-Infinity	32
Y24	2	0	15	-Infinity	20
Y45	1	0	20	15	Infinity
Y23	1	0	10	-Infinity	12
Y35	1	0	12	10	Infinity
Constraint	Dual Value	Slack/Surplus	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
Constraint 1	-32	0	10	9	11
Constraint 2	-20	0	8	7	10
Constraint 3	-20	0	10	9	12
Constraint 4	-12	0	7	6	8
Constraint 5	-12	0	10	9	11
Constraint 6	-32	0	3	2	4
Constraint 7	17	0	2	1	3
Constraint 8	5	0	2	0	3
Constraint 9	0	2	3	1	Infinity
Constraint 10	2	0	1	0	2
Constraint 11	0	1	2	1	Infinity
Constraint 12	32	0	26	25	27

Рисунок 11 – Полученные результаты расчетов



По полученным данным видно, что минимальные затраты на сокращение продолжительности проекта с 31 до 26 недель составляют 102 тыс. руб. Продолжительность работ (1, 2) и (2, 4) сокращается на 2 недели, работ (4, 5), (2, 3) и (3, 5) — на неделю.

Определим, за какое минимальное время может быть выполнен проект. Для этого используем следующую модель линейного программирования:

При условиях:  $x_6 \rightarrow \min$

$$\begin{aligned} x_2 &\geq x_1 + 10 - y_{12}, & x_4 &\geq x_2 + 8 - y_{24}, \\ x_5 &\geq x_4 + 10 - y_{45}, & x_3 &\geq x_2 + 7 - y_{23}, \\ x_5 &\geq x_3 + 10 - y_{35}, & x_6 &\geq x_5 + 3, \\ y_{12} &\leq 2, & y_{24} &\leq 2, \\ y_{45} &\leq 3, & y_{23} &\leq 1, \\ y_{35} &\leq 2, & x_i &\geq 0, & y_{ij} &\geq 0, \\ & & & & & (i, j) \in P. \end{aligned}$$

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y12	Y24	Y45	Y23	Y35	RHS	Equation form
Minimize	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		Min X6
Constraint 1	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	-X1 + X2 + Y12 >= 10
Constraint 2	0	-1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8	-X2 + X4 + Y24 >= 8
Constraint 3	0	0	0	-1	1	0	0	0	1	0	0	10	-X4 + X5 + Y45 >= 10
Constraint 4	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	7	-X2 + X3 + Y23 >= 7
Constraint 5	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	10	-X3 + X5 + Y35 >= 10
Constraint 6	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	3	-X5 + X6 >= 3
Constraint 7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	Y12 <= 2
Constraint 8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	Y24 <= 2
Constraint 9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	Y45 <= 3
Constraint 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	Y23 <= 1
Constraint 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	Y35 <= 2

Рисунок 12 – Полученные результаты расчетов

Выполнив расчеты, получаем следующие результаты.

Note: Multiple optimal solutions exist

Variable	Value	Reduced Cost	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
X1	0	1	0	-1	Infinity
X2	8	0	0	-1	Infinity
X3	14	0	0	-1	Infinity
X4	14	0	0	0	Infinity
X5	22	0	0	-1	Infinity
X6	25	0	1	0	Infinity
Y12	2	0	0	-Infinity	1
Y24	2	0	0	-Infinity	0
Y45	2	0	0	0	1
Y23	1	0	0	-Infinity	1
Y35	2	0	0	-Infinity	1

Рисунок 13 – Полученные результаты расчетов

Изучая результаты таблиц получаем следующее, что, минимальная продолжительность проекта равна 25 неделям. Для того чтобы сократить продолжительность проекта с 31 до 25 недель, продолжительность работ (1, 2), (2, 4), (4, 5) и (3, 5) следует сократить на 2 недели, работы (2, 3) — на неделю.

В итоге получаем, что продолжительность проекта при нормальном времени выполнения работ составляет 31 неделя. Затраты на выполнение проекта при нормальной продолжительности работ составляют 400 тыс. руб. Минимальные затраты на выполнение проекта за 26 недель составит 502 тыс. руб. Минимальное время за которое может быть выполнен проект составляет 25 недель.

В процессе проделанной работы, были рассмотрены основные возможности программы POMWIN на примере определения критического пути, минимальной продолжительности проекта, вычисления затрат на выполнение проекта при нормальном времени выполнения работ.

### Библиографический список

1. Носов А.Л. Минимизация связанных с запасами затрат // Логистика сегодня. 2006. № 3. С. 164-168.
2. Андреева Е.В. Минимизация затрат на внедрение НИТО (новые информационные технологии обучения с помощью цифровых видео) // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2008. № 3. С. 672.
3. Шахова Е.Ю., Платошечкин Е.А. Поиск критических путей в графе // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2008. Т. 1. С. 138-142.
4. Князев Н.А., Малинаускас К.К. Алгоритмы поиска критических путей в задаче статистического временного анализа СБИС // Информационные

- технологии. 2012. № 11. С. 2-9.
5. Олейникова С.А. Критический анализ метода PERT решения задач управления проектами со случайной длительностью выполнения работ // Системы управления и информационные технологии. 2013. Т. 51. №1. С. 20-24.
  6. Олейникова С.А. Модификация метода PERT решения задач сетевого планирования и управления // Системы управления и информационные технологии. 2008. №4 (34). С. 42-45.
  7. Генералов И.Г., Сулов С.А. Модель оптимизации проектов, основанная на нахождении критического пути // Вестник НГИЭИ. 2014. № 5 (36). С. 36-41.
  8. Птухин И.А., Морозова Т.Ф., Ракова Т.М. Формирование ответственности участников строительства за нарушение календарных сроков выполнения работ по методу PERT // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. №3(18). С. 57-71.
  9. Новакова Н.Е., Горячев А.В., Горячев А.А., Васильев А.А., Монахов А.В. Система управления проектами в автоматизированном проектировании // Кибернетика и проектирование. 2013. №4. С. 1-13.
  10. Новакова Н.Е., Горячев А.В., Горячев А.А. Концепция управления проектами в САПР // Программные системы и вычислительные методы. 2013. № 3. С. 257-263.