

Использование POMWIN для минимизации затрат на разработку игр

Черкашин Александр Михайлович

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье рассматривается моделирование затрат на разработку компьютерных игр. В работе использования программа POMWIN для моделирования затрат по времени и стоимости. В результате получили минимальные затраты по времени и стоимости.

Ключевые слова: линейная программирования, проектный менеджер, метод анализа затрат PERT/COST, критический путь, минимизация затрат, продолжительность проекта, POMWIN.

Using POMWIN to minimize game development costs

Cherkashin Alexander Mihailovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

student

Abstract

The article discusses the modeling of computer game development costs. The work uses the POMWIN program to simulate time and cost costs. As a result, we received minimal costs in terms of time and cost.

Keywords: linear programming, project manager, PERT / COST cost Analysis method, critical Path, minimizing costs, duration of the project, POMWIN.

1 Введение

1.1 Актуальность исследования

Данная статья описывает возможность оценки и оптимизация затраты на разработку проекта.

1.2 Цель исследования

Целью исследования является использование программы POMWIN для оптимизации затрат на разработку проекта.

1.3 Обзор исследований

Н. Ю. Прохорова, Н. В. Эйрих описывают возможность использование программы POMWIN для решение линейного программирования [1]. О. Ю. Пронина, Р. И. Баженов рассматривают пример использование программы POMWIN для решения экономических задач теории игр [2]. Ц. Фуряон описывает проблемы и решение задачи оптимизация карту цепочек поставок агробизнеса клубничный фрукт. Использует программу POMWIN [3]. Р. А. Ф. Сапутри рассматривает метод нечетких временных рядов для решение

проблем перепополнение на складе продуктовый магазин, использует web приложение написано на языке PHP, и база данных Mysql [4]. Ф. Хабиби показал несколько способов планирования проектов включая метод критического пути (CPM) и метод оценки и анализа программ (PERT), и рассматривает нечеткой теории как способ улучшить планировании [5]. П.Чрёттиенне, Ф. Соурд исследовали проблему нахождения графика минимальных затрат для набора зависимых видов активности и применяют метод PERT и CPM [6]. А. Азарон, Ц. Перкгоз, М. Сакаца разработали многоцелевую модель для решения проблем взаимозаменяемости затрат времени [7].

2. Результаты и обсуждение

2.1 Задание

Украинская команда разработчиков игр заказала разработку и внедрение компьютерную игру шутер от первого лица. В предложения включен перечень работ, которые необходимо выполнить, чтобы ввести систему в действие. Соответствующая информация представлена в следующей таблице (время — в неделях, затраты — в тыс. руб.):

Таблица 2.1. Исходный план.

Работа	Содержание	Предыдущие этапы	Время выполнения		Затраты при времени выполнения	
			нормальное	минимальное	нормальном	Минимальном
A	Определить потребность	—	7	5	30	60
B	Разработать техническое задание для игр	A	6	3	120	90
C	Создать 3D модели	B	24	16	620	380
D	Создать игровую карту	B	15	12	630	240
E	Создать интерфейс игры	B	4	3	80	40
F	Создать Asset данные	B	23	21	632	670
G	Программирование игр	B,C,D,E,F	12	7	70	30
H	Создание внутриигровой системы достижения	G	7	4	45	30

I	Тестирование игр	H	14	7	40	110
J	Внедрить игру	I	1	2	20	10
Сумма				80	2287	

По данным таблицы необходимо определить минимальную продолжительность проекта при нормальном времени выполнения работ, а также определить, можно ли уменьшить продолжительность проекта при дополнительных затратах. Необходимо узнать продолжительность проекта при нормальном времени выполнения работ и сколько работ в этом случае являются критическими. Определить каковы затраты на выполнение проекта при нормальном времени выполнения работ и с какими минимальными дополнительными затратами можно выполнить этот проект за 80 недели [8].

2.2. Решение в проектном менеджере

В статье описано использование программ QM for Windows под управление операционной системы Windows XP.

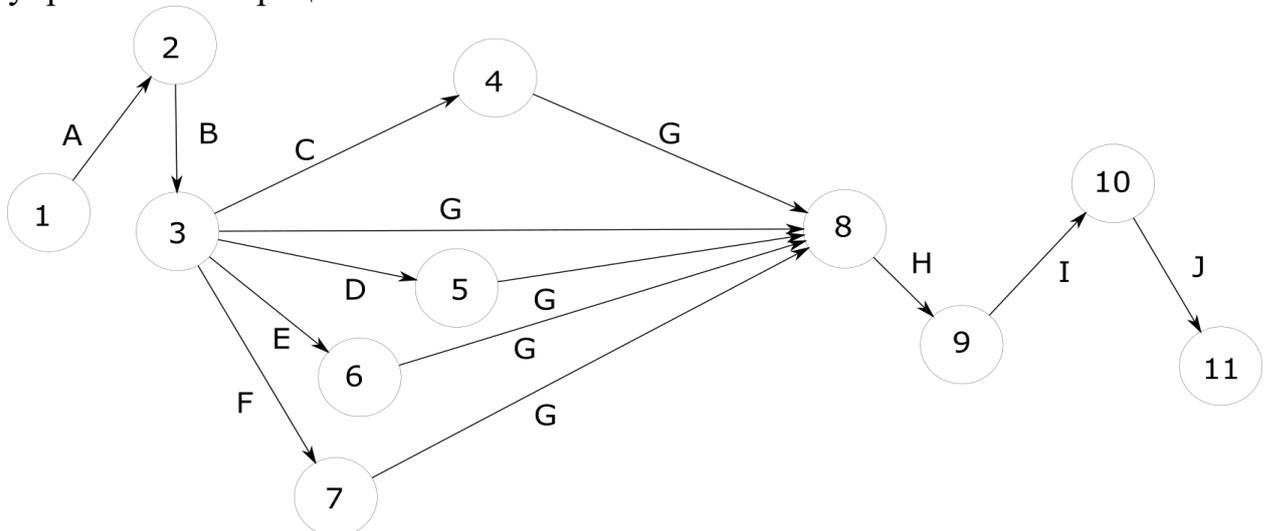


Рисунок 2.1. Графы планы проекта

В программе выбираем Module → Project Management (PERT/CPM) (рисунок 2.2).

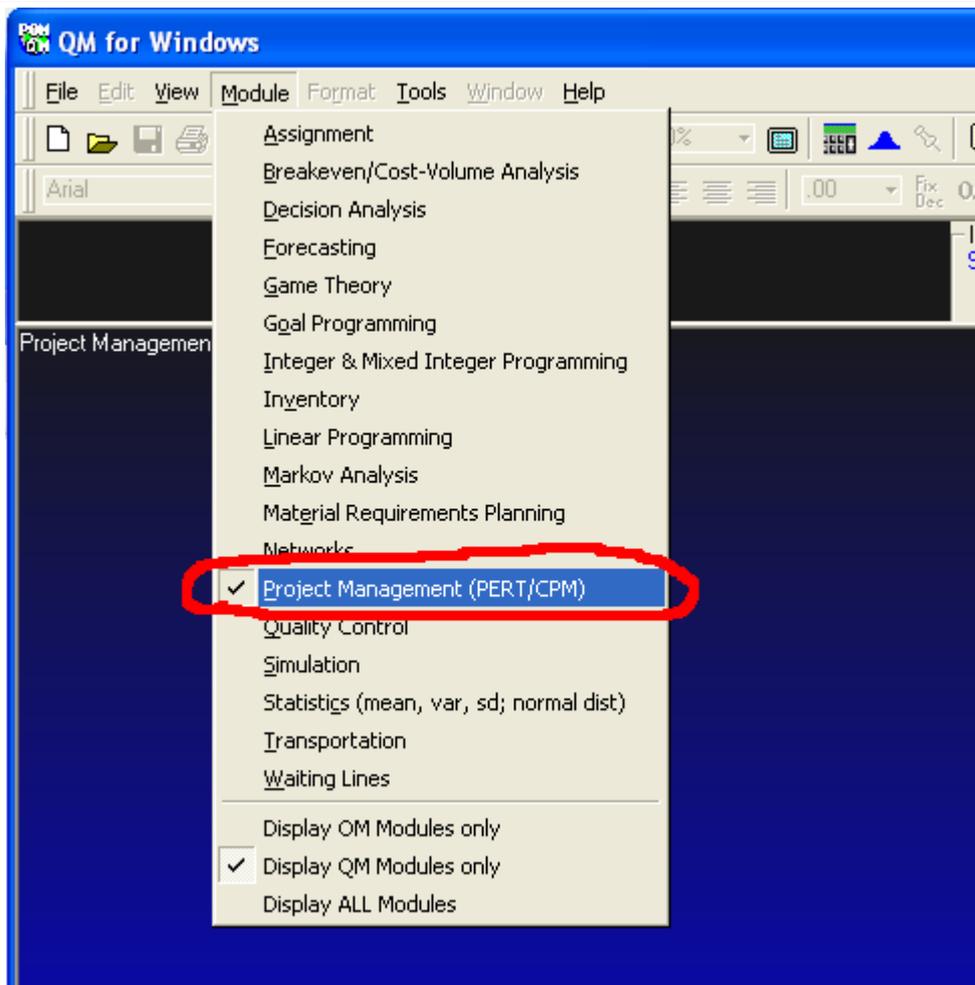


Рисунок 2.2. Выбор модуль Project Management (PERT/CPM) (Выделенный красный цвет туда нажимаем кнопку)

Открываем окно новый проект File → New → 1. Single time estimate (рис 2.2).

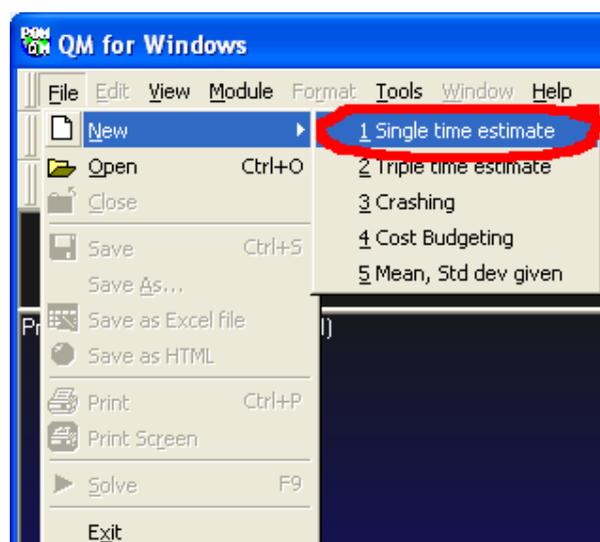


Рисунок 2.3. Открыть окно создание проекта (Выделенный красный цвет туда нажимаем кнопку)

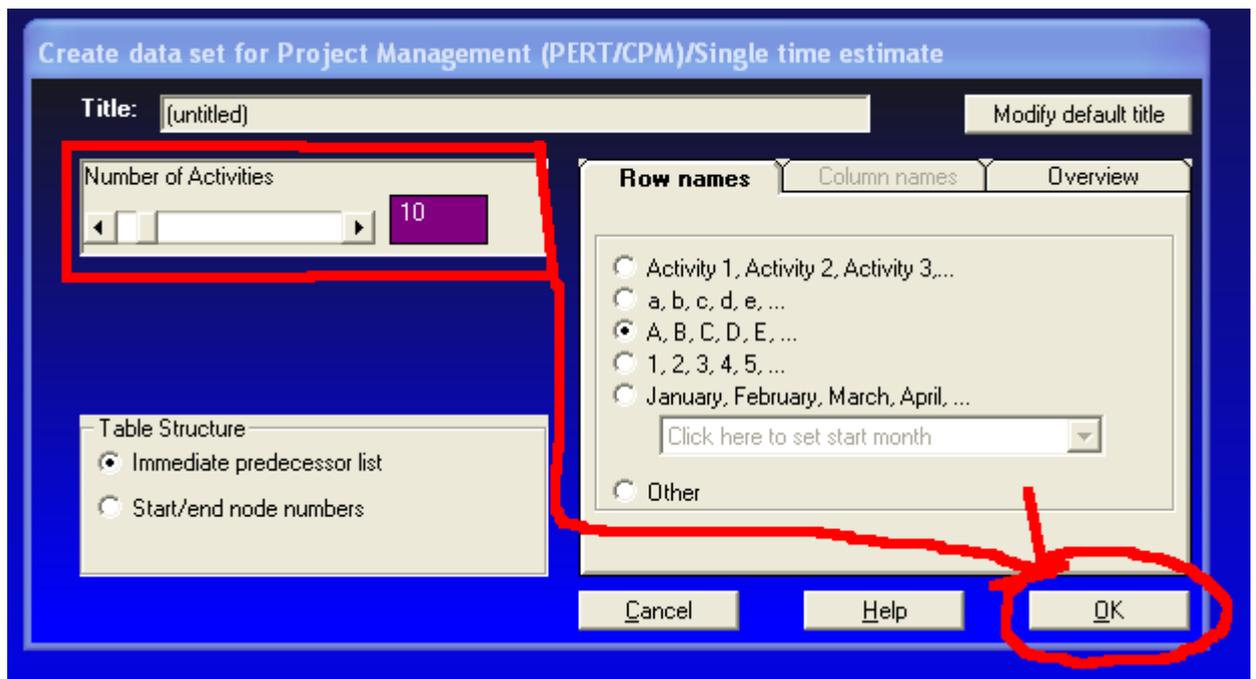


Рисунок 2.4. Создание новый проект

В программе выбираем значение Number of Activities (Количество активности) 10 (Выделенный красный цвет) (Рис 2.4). И затем нажимаем кнопку Ok (указано красной стрелкой) и создается новый проект, и заполняем значение в таблице 2.1 (Рис 2.5). И нажимаем зеленую треугольную значок кнопку Solve (Решить) (Рис 2.6).

В Table Structure (Таблица структуры) выбрано Immediate predecessor list (Список предшественников) то есть связь с текущий работой взятый зависимый с предыдущий работой (Рис 2.5) в таблице ячейка «Predecessor 1», «Predecessor 2», ...

Method (Метод) выбран Single time estimate (Единичная оценка продолжительности) (Рис 2.5) это метод рассчитывает достигнутой производительности труда исходя из объема работы по времени.

Activity	Activity time	Predecessor 1	Predecessor 2	Predecessor 3	Predecessor 4	Predecessor 5	Predecessor 6	Predecessor 7
A	7							
B	6	A						
C	24	B						
D	15	B						
E	4	B						
F	23	B						
G	12	B	C	D	E	F		
H	7	G						
I	14	H						
J	1	I						

Рисунок 2.5. Заполненные значение

На рисунке 2.5. таблица ячейки имеет следующие название:

1. Activity — активность
2. Activity time — Время активности
3. Predecessor — Предшественник (Предыдущий)

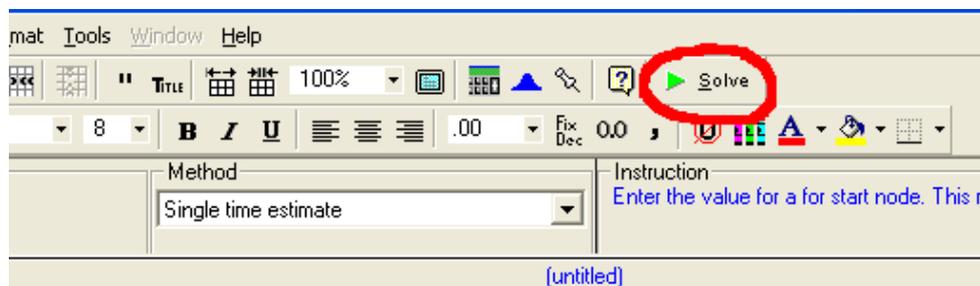


Рисунок 2.6. Нажимаем кнопку Solve (Решить) (выделенный красный круг)

 A screenshot of the software interface showing the 'Project Management (PERT/CPM) Results' window. The window displays a table with the following data:

Activity	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	71					
A	7	0	7	0	7	0
B	6	7	13	7	13	0
C	24	13	37	13	37	0
D	15	13	28	22	37	9
E	4	13	17	33	37	20
F	23	13	36	14	37	1
G	12	37	49	37	49	0
H	7	49	56	49	56	0
I	14	56	70	56	70	0
J	1	70	71	70	71	0

 The table is titled '(untitled) Solution'. The window title is 'Project Management (PERT/CPM) Results'.

Рисунок 2.7. Полученные критические пути

На рисунке 2.7. таблица ячейки имеет следующие название:

- Activity time — Время активности (Сколько длилось время работы)
- Early Start — Раннее начало (Самой начало время работы)
- Early Finish — Ранний завершение (Самой ранняя завершение время работы)
- Late Start — Поздний начало (Самой поздняя начало время работы)
- Late Finish — Поздний завершение (Самой поздняя завершение время работы).
- Slack — Провисание (Время ожидание выполнение работы зависимые от предыдущий работы).

Рассмотрев таблицу (Рис 2.7) можно сказать, что длина критического пути составляет 71 неделю. На критическом пути находятся работы А, В, С, D, E, F, G, H, I, J. Но ожидание выполнения работы от D, E, F зависимые от В получили потери времени (ячейка «Slack») на переход к следующей работы. Для того чтобы определить затраты на выполнение проекта при нормальном времени выполнения работ, достаточно просуммировать затраты, указанные в «Затраты при времени выполнения» столбце и под столбик «нормальном» таблицы исходных данных (таблица 2.1). В результате получаем затраты 2 287 тыс. руб. (2,3 млн руб.).

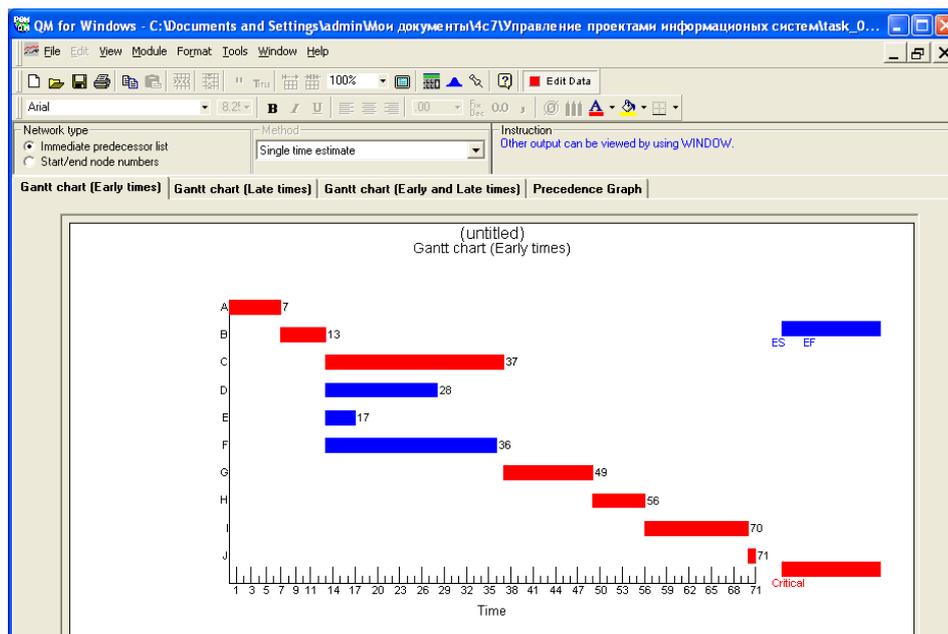


Рисунок 2.8. План не удался

План J (Внедрить игру) выходит за рамки плана в результате не удалось оптимизировать время и проект завершается с отставание от графика это потеря время и ресурсы. Получаем 80 недель с потерями (рис 2.8).

2.3. Решение с помощью линейного программирования

Для определения минимальных дополнительных издержек, необходимых для того, чтобы снизить продолжительность проекта до 11 недель, построим модель линейного программирования используя данные приведенные в задаче

Значение в столбец «Удельные затраты (тыс. / нед.)» (Таблица 2.2) содержит случайное значение.

Расчет ячейка «Xn» формула (Таблица 2.2): $X_n = A - B$

Расчет ячейка «Удельные затраты (тыс. / нед.)» формула (Таблица 2.2):
Получаем $|D - C| / X_n$

Таблица 2.2. Данные задачи для определения минимальных издержек

Работа	Время выполнения		Затраты при времени выполнения		Xп	Удельные затраты (тыс. / нед.)
	Нормальное А	Минимальное В	Нормальном С	Минимальном D		
А	7	5	30	60	2	15
В	6	3	120	90	3	10
С	24	16	620	380	8	30
Д	15	12	630	240	3	130
Е	4	3	80	40	1	40
F	23	21	632	670	2	19
G	12	7	70	30	5	8
Н	7	4	45	30	3	5
И	14	7	40	110	7	10
Ж	1	2	20	10	1	10
Сумма		80	2287			

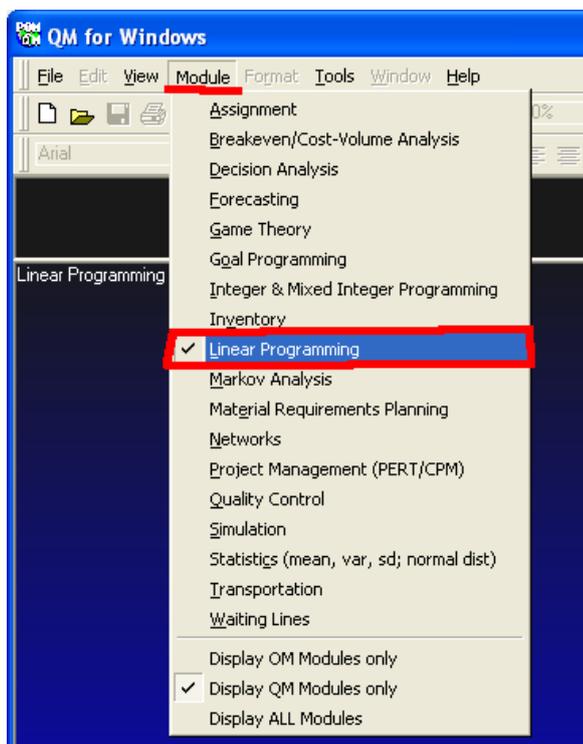


Рисунок 2.9. Выбор модуля Linear Programming (Выделенный красный цвет туда нажимаем кнопку)

Создаем проект задаем значение (выделен красным цветом) Number of Constraints в 20 и Number of Variables в 19, и отмечаем Objective в Minimize (рис 2.9) и нажимаем Ok.

В таблице содержится всего 10 строк (таблица 2.2), значит для Number of Constraints это $(10 * 2) = 20$. Для Number of Variables значение $(10 * 2 - 1) = 19$.

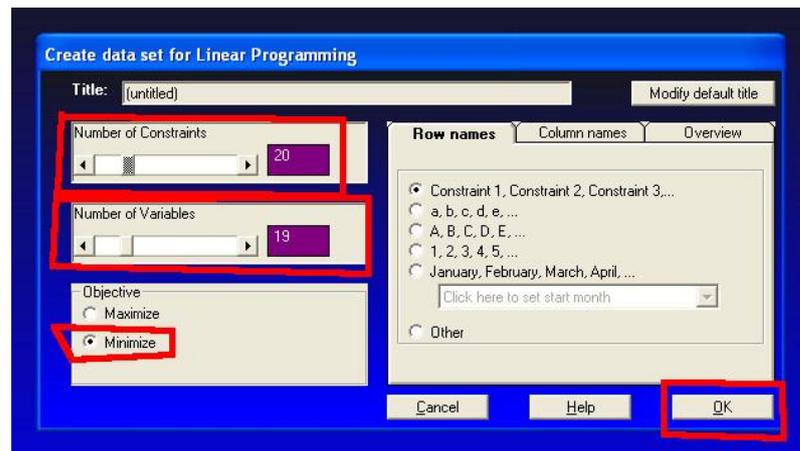


Рисунок 2.10. Установление значение для нового проекта (выделен красный цвет)

Формула 2.1. Математическая модель

$$15x_0 + 10x_1 + 30x_2 + 130x_3 + 40x_4 + 19x_5 + 8x_6 + 5x_7 + 10x_8 + 10x_9 \rightarrow \min,$$

$$y_2 \geq y_1 + 7 - x_0, y_3 \geq y_1 + 6 - x_1, y_3 \geq y_2 + 24 - x_2, y_4 \geq y_3 + 15 - x_3,$$

$$y_5 \geq y_4 + 4 - x_4, y_6 \geq y_5 + 23 - x_5, y_6 \geq y_3 + 12 - x_6, y_7 \geq y_6 + 7 - x_7,$$

$$y_8 \geq y_7 + 14 - x_8, y_9 \geq y_8 + 1 - x_9,$$

$$x_0 \leq 2, x_1 \leq 3, x_2 \leq 8, x_3 \leq 3, x_4 \leq 1, x_5 \leq 2, x_6 \leq 5, x_7 \leq 3, x_8 \leq 7, x_9 \leq 1,$$

$$x_i \geq 0, y_j \geq 0,$$

$$i, j = 0, \dots, n, i \neq j$$

Из формулы 2.1. x_0, x_1, \dots, x_9 . берем из таблице 2.2 ячейка «Удельные затраты (тыс. / нед.)».

Из формулы 2.1. $y_1 \geq y_0 + 7 - x_0$ из ячейки «Время выполнения» под «Нормальное А» (таблица 2.2).

Из формулы 2.1. $x_0 \leq 2, x_1 \leq 3, \dots, x_9 \leq 1$ берем из таблице 2.2 ячейка « X_n ».

Из формулы 2.1. $x_i \geq 0, y_j \geq 0$, это условия.

Из формулы 2.1. $i, j = 0, \dots, n, i \neq j$ это переменная i, j может принимать значение от 0 до n, при этом i не равен j .

	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	RHS	Equation form
Minimize	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10	30	130	40	19	8	5	10	10		$Min\ 15x_0 + 10x_1 + 30x_2 + 130x_3 + 40x_4 + 19x_5 + 8x_6 + 5x_7 + 10x_8 + 10x_9$
Constraint 1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$-y_1 + y_2 - x_0 \geq 7$
Constraint 2	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$-y_1 + y_3 - x_1 \geq 6$
Constraint 3	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$-y_2 + y_3 - x_2 \geq 24$
Constraint 4	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	$-y_3 + y_4 - x_3 \geq 15$
Constraint 5	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	$-y_4 + y_5 - x_4 \geq 4$
Constraint 6	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	$-y_5 + y_6 - x_5 \geq 23$
Constraint 7	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	$-y_3 + y_6 - x_6 \geq 12$
Constraint 8	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	$-y_6 + y_7 - x_7 \geq 7$
Constraint 9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	$y_9 - x_8 \geq 14$
Constraint 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	$x_0 + y_9 \geq 1$
Constraint 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_0 \leq 2$
Constraint 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_1 \leq 3$
Constraint 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$x_2 \leq 8$
Constraint 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	$x_3 \leq 3$
Constraint 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	$x_4 \leq 1$
Constraint 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	$x_5 \leq 2$
Constraint 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	$x_6 \leq 5$
Constraint 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	$x_7 \leq 3$
Constraint 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	$x_8 \leq 7$
Constraint 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	$x_9 \leq 1$

Рисунок 2.11. Заполнение таблицы исходными данными

На рисунке 2.11. Заполняем данные из таблицы 2.2 и формула 2.1, и нажимаем кнопку Solve (Решить) и получаем результаты представленные в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Полученные результаты расчетов

Variable	Status	Value
Y1	NONBasic	0
Y2	Basic	7
Y3	Basic	31
Y4	Basic	46
Y5	Basic	50
Y6	Basic	73
Y7	Basic	80
Y8	Basic	14
X0	NONBasic	0
X1	NONBasic	0
X2	NONBasic	0
X3	NONBasic	0
X4	NONBasic	0
X5	NONBasic	0
X6	NONBasic	0
X7	NONBasic	0
X8	NONBasic	0
X9	NONBasic	0
Y9	Basic	1
surplus 1	NONBasic	0
surplus 2	Basic	25
surplus 3	NONBasic	0
surplus 4	NONBasic	0
surplus 5	NONBasic	0

surplus 6	NONBasic	0
surplus 7	Basic	30
surplus 8	NONBasic	0
surplus 9	NONBasic	0
surplus 10	NONBasic	0
slack 11	Basic	2
slack 12	Basic	3
slack 13	Basic	8
slack 14	Basic	3
slack 15	Basic	1
slack 16	Basic	2
slack 17	Basic	5
slack 18	Basic	3
slack 19	Basic	7
slack 20	Basic	1
Optimal Value (Z)		0

По полученным данным в таблице 2.3 видим минимальные затраты, не удалось найти оптимальное решение, то есть решение нет.

3 Выводы

В процессе выполнения работы, были использованы программными возможностями POMWIN на данные для затраты разработки компьютерной игры для определения критического пути, минимальной продолжительности проекта, вычисления затрат на выполнение проекта при нормальном времени выполнения работ в результате не удалось найти минимальный затрат проекта и получаем убыточный проект по стоимости.

Библиографический список

1. Прохорова Н. Ю., Эйрих Н. В. Решение задач линейного программирования в системе POMWIN //Постулат. 2016. №. 12.
2. Пронина О. Ю., Баженов Р. И. Решение задачи по теории игр с экономическим содержанием в программе POMWIN //Постулат. 2016. №. 12.

3. Furqon C. Analisis Manajemen dan Kinerja Rantai Pasokan Agribisnis Buah Stroberi di Kabupaten Bandung //IMAGE: Jurnal Riset Manajemen. 2014. Т. 3. №. 2. С. 109.
4. Saputri R. A. F. Penerapan Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Penjualan Berbasis Web Pada Toko Grosir 3 Roda Sengkaling //JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika). 2019. Т. 3. №. 1. С. 290-297.
5. Habibi F. et al. Using fuzzy logic to improve the project time and cost estimation based on Project Evaluation and Review Technique (PERT) //Journal of Project Management. 2018. Т. 3. №. 4. С. 183-196.
6. Chrétienne P., Sourd F. PERT scheduling with convex cost functions //Theoretical Computer Science. 2003. Т. 292. №. 1. С. 145-164.
7. Azaron A., Perkgoz C., Sakawa M. A genetic algorithm approach for the time-cost trade-off in PERT networks //Applied mathematics and computation. – 2005. Т. 168. №. 2. С. 1317-1339.
8. Пронина О. Ю., Лагунова А. А., Баженов Р. И. Применение программной системы POMWIN в управлении проектами //Постулат. 2016. №. 5.

4. Приложения

Исходный код 4.1. Файл «test_0.pro» Проектный менеджер (Project Manager).

```

1 8,1,1,1000,"(untitled)"
2 "QM for Windows 40 Build 130"
3 1,1,0,0,0,0
4 0,1,0,0,1,0,0
5 2,#FALSE#,0,0,0,0,0,0
6 10,10
7 ""
8 "A"
9 "B"
10 "C"
11 "D"
12 "E"
13 "F"
14 "G"
15 "H"
16 "I"
17 "J"
18 10
19 dummy,0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
20 A,0 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0
21 B,0 0 0 0 0 0 6 0 0 0 0
22 C,0 0 0 0 0 0 24 0 0 0 0
23 D,0 0 0 0 0 0 15 0 0 0 0
24 E,0 0 0 0 0 0 4 0 0 0 0
25 F,0 0 0 0 0 0 23 0 0 0 0
26 G,0 0 0 0 0 0 12 0 0 0 0
27 H,0 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0
28 I,0 0 0 0 0 0 14 0 0 0 0
29 J,0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
30 2,1
31 "A"
32 3,1
33 "B"
34 4,1
35 "B"
36 5,1

```

```
37 "B"  
38 6,1  
39 "B"  
40 7,1  
41 "B"  
42 7,2  
43 "C"  
44 7,3  
45 "D"  
46 7,4  
47 "E"  
48 7,5  
49 "F"  
50 8,1  
51 "G"  
52 9,1  
53 "H"  
54 10,1  
55 "I"  
56 -1,-1  
57 "done"  
58 ""
```

Исходный код 4.2. Файл «task_0.lin» Линейный программирования (Linear Programming).

```
1 8.,7,0,1000,"(untitled)"  
2 "QM for Windows 40 Build 130"  
3 1,2,0,0,0,0,0  
4 0,1,0,0,1,0,0  
5 4,#FALSE#,0,0,0,0,0,0  
6 20,21  
7 ""  
8 "Y1"  
9 "Y2"  
10 "Y3"  
11 "Y4"  
12 "Y5"  
13 "Y6"  
14 "Y7"  
15 "Y8"  
16 "X0"  
17 "X1"  
18 "X2"  
19 "X3"  
20 "X4"  
21 "X5"  
22 "X6"  
23 "X7"  
24 "X8"  
25 "X9"  
26 "Y9"  
27 " "  
28 "RHS"  
29 "Minimize"  
30 "Constraint 1"  
31 "Constraint 2"  
32 "Constraint 3"  
33 "Constraint 4"  
34 "Constraint 5"  
35 "Constraint 6"  
36 "Constraint 7"  
37 "Constraint 8"  
38 "Constraint 9"  
39 "Constraint 10"  
40 "Constraint 11"  
41 "Constraint 12"  
42 "Constraint 13"  
43 "Constraint 14"  
44 "Constraint 15"  
45 "Constraint 16"  
46 "Constraint 17"  
47 "Constraint 18"  
48 "Constraint 19"  
49 "Constraint 20"  
50 21
```

51	Minimize, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 15 10 30 130 40 19 8 5 10 10 0 0 0
52	Constraint 1, 0 -1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3 7
53	Constraint 2, 0 -1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3 6
54	Constraint 3, 0 0 -1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 3 24
55	Constraint 4, 0 0 0 -1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 3 15
56	Constraint 5, 0 0 0 0 -1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 3 4
57	Constraint 6, 0 0 0 0 0 -1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 3 23
58	Constraint 7, 0 0 0 -1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 3 12
59	Constraint 8, 0 0 0 0 0 0 -1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 3 7
60	Constraint 9, 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 3 14
61	Constraint 10, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 3 1
62	Constraint 11, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 2
63	Constraint 12, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 3
64	Constraint 13, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 8
65	Constraint 14, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 3
66	Constraint 15, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1
67	Constraint 16, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 2
68	Constraint 17, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 5
69	Constraint 18, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 3
70	Constraint 19, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 7
71	Constraint 20, 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1
72	-1,-1
73	"done"
74	""