

А.С. ЛЕВАХИН

ГрГУ им. Я. Купалы (Гродно, Беларусь)

РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ИТ-ПРОЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ЯЗЫКА R

В качестве одного из подходов к планированию ИТ-проектов применяются методы сетевого планирования и управления. Ход проекта представляется в виде сетевого графика, на котором отражается последовательность работ в виде их взаимосвязи. Методы сетевого планирования применяются для оптимизации управления сложными комплексами работ и операций по проекту, требующими участия большого числа исполнителей и затрат ограниченных ресурсов.

Метод PERT представляет собой метод оценки и пересмотра планов проекта, основная особенность которого заключается в том, что он направлен на анализ таких проектов, для которых длительность выполнения всех или некоторых операций не всегда представляется оценить точно. Как правило, в таком случае возникает неопределенность в сроках исполнения всего проекта в целом.

Для того чтобы использовать метод PERT, для каждой работы i , время выполнения которой является случайной величиной, необходимо определить следующие три оценки:

$t_{i_{opt}}$ – оптимистическое время (время выполнения работы i в наиболее благоприятных условиях).

$t_{i_{act}}$ – наиболее вероятное (нормальное) время (время выполнения работы i в нормальных условиях).

$t_{i_{pes}}$ – пессимистическое время (время выполнения работы i в неблагоприятных условиях).

Учитывая, что время выполнения работы хорошо описывается бета-распределением, среднее, или ожидаемое, время μ_i выполнения работы i может быть оценено по формуле:

$$\mu_i = \frac{t_{i_{opt}} + 4t_{i_{act}} + t_{i_{pes}}}{6}$$

Тогда среднеквадратическое отклонение рассчитывается по формуле:

$$\sigma_i = \frac{(t_{i_{pes}} - t_{i_{opt}})}{6}$$

Математическое ожидание времени выполнения проекта $E(T_i)$ равно сумме ожидаемых значений времени выполнения работ, лежащих на критическом пути проекта [1].

На основе вышеприведенных временных оценок выполнения работы, можно рассчитать дисперсию var_i , времени исполнения операции i по формуле:

$$\text{var}_i = \sigma_i^2$$

Для некоторого гипотетического ИТ-проекта рассчитаем вышеприведенные временные оценки в среде программирования и анализа данных *RStudio*:

На рисунке 1 представлены рассчитанные временные оценки среднего, или ожидаемого, времени μ_i выполнения работы i , среднеквадратического отклонения σ_i и дисперсии var_i .

##	mu	sd	var
## 1	5.67	1.33	1.78
## 2	3.00	0.17	0.03
## 3	0.58	0.02	0.00
## 4	1.15	0.18	0.03
## 5	2.08	0.25	0.06
## 6	0.60	0.03	0.00
## 7	7.50	2.50	6.25
## 8	6.33	1.00	1.00
## 9	10.33	3.00	9.00
## 10	3.50	1.83	3.36
## 11	0.60	0.03	0.00
## 12	1.00	0.00	0.00
## 13	1.00	0.07	0.00
## 14	1.00	0.07	0.00
## 15	1.00	0.07	0.00
## 16	1.47	0.07	0.00
## 17	0.31	0.03	0.00
## 18	1.03	0.13	0.02
## 19	1.03	0.13	0.02
## 20	1.03	0.13	0.02
## 21	0.98	0.08	0.01
## 22	1.98	0.12	0.01
## 23	1.98	0.12	0.01
## 24	2.05	0.08	0.01
## 25	3.50	0.17	0.03
## 26	0.98	0.12	0.01
## 27	0.98	0.12	0.01
## 28	20.00	4.00	16.00

Рисунок 1 – Временные оценки проекта

С помощью функции *stochastic.pert* оценим среднюю и процентильную длительности проекта. Как видно из рисунка 2, они составляют 74,4 и 84,3 дней соответственно.

```
> set.seed(123)
> stochastic.pert(prec1and2=A,distribution=distribution,values=values)
Average time of the project = 74.43715

Percentile duration of the project = 84.32036
```

Рисунок 2 – Средняя и процентильная длительности проекта

На рисунке 3 представлен график плотности распределения длительности проекта. Как видно из рисунка 3, распределение является нормальным.

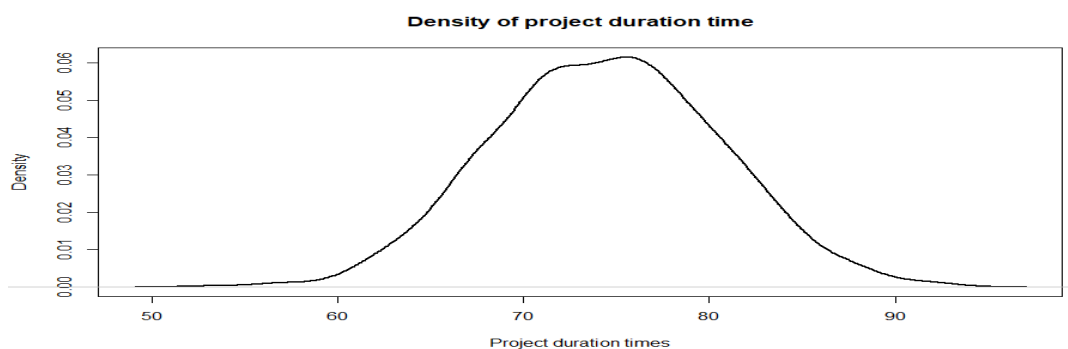


Рисунок 3 – График плотности распределения длительности проекта

Критический путь проекта определяет наиболее длительную по времени реализации последовательность операций, ведущих от начального к конечному событию. Изменение продолжительности любой операции, лежащей на критическом пути, изменяет (сокращает или удлиняет срок) наступления завершающего события, т.е. дату достижения конечной цели, ставящейся при планировании проекта.

Математическая модель задачи нахождения критического пути имеет вид:

$$F(x) = (x_n - x_1) \rightarrow \min,$$

$$x_j \geq x_i + t_{ij},$$

$$x_j \geq 0, j = \overline{1, n},$$

где $F(x)$ – целевая функция, определяющая продолжительность критического пути (должна быть минимальной), $x_j, j = \overline{1, n}$, – поздний срок свершения событий.

Для исследуемого проекта, длительность операций и взаимосвязь работ которого (следующая к предшествующим) представлены в колонках *duration* и *pred* на рисунке 4 соответственно:

##	ID	names	duration	pred
## 1	1	A1	5.67	
## 2	2	A2	3.00	1
## 3	3	A3	0.58	1,2
## 4	4	A4	1.15	3
## 5	5	A5	2.08	4
## 6	6	A6	0.60	4,5
## 7	7	A7	7.50	4,5,6
## 8	8	B1	6.33	4,5,7
## 9	9	B2	10.33	7,8
## 10	10	C1	3.50	8,9
## 11	11	C2	0.60	10
## 12	12	C3	1.00	11
## 13	13	C4	1.00	11,12
## 14	14	C5	1.00	11,12
## 15	15	C6	1.00	11,12
## 16	16	C7	1.47	13,14,15
## 17	17	C8	0.31	16
## 18	18	C9	1.03	13,16
## 19	19	C10	1.03	12,16
## 20	20	C11	1.03	19
## 21	21	C12	0.98	16,17
## 22	22	C13	1.98	21
## 23	23	C14	1.98	17
## 24	24	C15	2.05	21,22,23
## 25	25	C16	3.50	16,22,24
## 26	26	D1	0.98	18
## 27	27	D2	0.98	25,26
## 28	28	E1	20.00	10,27

Рисунок 4 – Описательные характеристики проекта

Определим последовательность критических операций проекта. Как видно из рисунка 5, длительность критического пути составляет 56 дней.

```
> res$critical_path  
[1] "9" "10" "11" "12" "13" "14" "15" "16" "17" "21" "22" "24" "25" "27" "28"  
> res$total_duration  
[1] 56.03
```

Рисунок 5 – Критический путь проекта

Визуализированный сетевой график проекта с обозначенными критическими операциями представлен на рисунке 6.

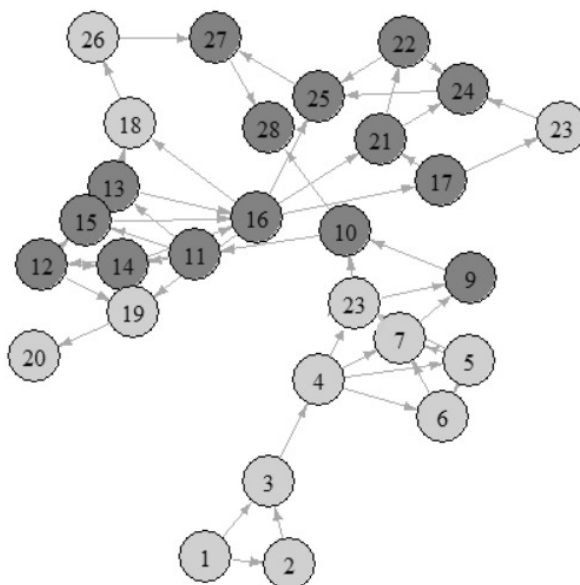


Рисунок 6 – Сетевой график проекта

ИТ-проекты, как правило, характеризуются решением большого числа задач, на которых задействованы ИТ-специалисты различной направленности и с разным уровнем квалификации. Поэтому грамотное планирование является существенным шагом к реализации проекта, соответствующего требованиям заказчика.

Сетевое планирование имеет широкое применение в проектной деятельности, так как дает возможность анализировать сроки проекта и соответствие планов фактическим результатам. Этот подход в планировании нагляден, что несомненно, дает ему ряд преимуществ при последующем анализе проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасьев М.Ю., Суворов Б.П. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 444 с. – (Серия «Высшее образование»).