

УДК 69.05:658.512.6.001

## **Влияние топологии сетевой модели и организационного уровня исполнителей на продолжительность строительства**

Кузьмич П.М., Милашук Е.С.

Брестский государственный технический университет  
г.Брест

Очевидно, что при составлении расписаний, календарных планов, продолжительность некоторой последовательности работ не может быть равна сумме продолжительностей этих работ. Этому есть объективные причины: смена исполнителей происходит в результате перехода последних с объекта на объект, что требует проведения подготовительных мероприятий, сдаче–приемке работ, не всегда совпадает с целями исполнителей и др. Это утверждение имеет смысл даже и в том случае, когда последовательность работ выполняется одним исполнителем.

В то же время известные методики календарного планирования, в первую очередь сетевое планирование и управление, игнорируют данное обстоятельство. Принято считать, что события календарного плана (факт окончания одной или нескольких работ и начала последующей работы (работ)), особенно это обстоятельство относится к событиям критического пути, имеют продолжительность равную нулю. Такой подход в конечном итоге приводит к тому, что совпадение действительной продолжительности выполнения комплекса работ и запланированной является случайным совпадением.

В работах [1,2] приводятся методики, в которых событиям «присваиваются» определенные продолжительности, зависящие от организационного уровня исполнителей. Но расчеты по данным методикам весьма трудоемки и не дают зависимости общей продолжительности комплекса работ от их количества, организационного уровня исполнителей и от количества событий, соединяющих эти работы. С целью установления этой зависимости и по возможности ее количественных параметров в данной работе поведены расчеты на 18 организационно-технических моделях, представляющих собой линейную цепочку от одной до восемнадцати работ (процессов) и имеющих, соответственно, от двух до девятнадцати событий. Для

каждого из трех организационных уровней исполнителей (высокий, средний, низкий). Причем суммарная продолжительность работ (процессов) во всех случаях равна 100 (календарных единиц) к. е.

В основе расчетов положены следующие подходы:

1. Продолжительность работ, как выходящих из события 1, так и всех последующих определяется как псевдослучайная величина в диапазоне от  $0,5t$  до  $1,5t$  для исполнителей, имеющих высокий организационный уровень;  $0,6t \div 2,6t$  для исполнителей, имеющих средний организационный уровень и  $0,625t \div 3,375t$  для исполнителей, имеющих низкий организационный уровень [1] с использованием функции СЛЧИС (Microsoft Excel);

2. Срок свершения события, в которое входят работы, выходящие из первого события, выбирается в диапазоне от  $0,5T^c$  до  $1,5T^c$  по аналогии с п.1, но не менее принятой продолжительности, входящей в данное событие работы;

3. Сроки свершения последующих событий определяется как сумма сроков свершения предшествующих событий и продолжительностей работ, входящих в данное по максимальному значению, полученному в соответствии с п.1 и п.2 для всех входящих в данное событие работ и зависимостей и определяются в соответствии с п.2.

Алгоритм расчетов:

1. Традиционными способами определяется продолжительность работ  $t$ ;

2. Принимая соответствующий организационный (высокий, средний, низкий) уровень, с использованием функции СЛЧИС (Microsoft Excel) в диапазонах  $0,5t \div 1,5t$ ,  $0,6t \div 2,6t$ ,  $0,625t \div 3,375t$  генерируем значение работы  $t_i$ ;

3. Срок наступления событий следующих за первым событием определяется с использованием функции СЛЧИС в диапазоне  $t_i - 1,5t_i$ ;

4. Срок наступления последующих событий  $T_c$  первоначально определяется как максимальная из сумм сроков наступления предшествующих событий и продолжительностей входящих в данное событие работ определенных в соответствии с п.2;

5. Далее, с использованием функции СЛЧИС в диапазоне  $T^c - 1,5T^c$  генерируем значение срока свершения события.

Результаты выполненных расчетов приведены на рис.1, 2, 3 и сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Итоговые результаты расчетов календарных планов

Количество работ	Количество событий	Продолжительность выполнения работы	Продолжительность выполнения комплекса работ		
			высокий	средний	низкий
1	2	3	4	5	6
1	2	100	59,1	169,7	97,8
1	2	3	4	5	6
2	3	50	101,4	203,2	237,2
3	4	33,3	128,9	274,5	181,7
4	5	25	98,4	280,5	257,9
5	6	20	131,7	201,1	257
6	7	16,7	159,8	277,5	242,5
7	8	14,3	131,8	229,1	418,3
8	9	12,5	116,9	274,8	500,2
9	10	11,1	134,8	187,3	540,1
10	11	10	147,5	199,8	319,6
11	12	9,1	99,5	329	654,2
12	13	8,3	134,4	241,8	589,2
13	14	7,7	204	381,2	459,9
14	15	7,1	351,3	374,2	346,4
15	16	6,7	129,1	165,2	475
16	17	6,3	204,2	359,1	677
17	18	5,9	271,5	407,7	487
18	19	5,6	331,6	560,8	555,4

В результате мы получаем:

$$\begin{aligned}
 y_{\text{в}} &= 2,78 \cdot N + 136,73; \\
 y_{\text{ср}} &= 3,11 \cdot N + 254,67; \\
 y_{\text{н}} &= 6,13 \cdot N + 347,08
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

где  $N$  – количество работ в комплексе (количество работ календарного плана на критическом пути);

$Y$  – продолжительность комплекса работ, к.е. (при условии, что исходная суммарная продолжительность работ равна 100 к.е.)

При других исходных суммарных продолжительностях эта зависимость примет вид:

$$\begin{aligned}
 T_{\text{в}} &= T/100(2,78 \cdot N + 136,73); \\
 T_{\text{ср}} &= T/100(3,11 \cdot N + 254,67); \\
 T_{\text{н}} &= T/100(6,13 \cdot N + 347,08).
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

где:  $T$  – исходная суммарная продолжительность выполнения комплекса работ.

На рисунке 4 приведены графики зависимости продолжительности выполнения комплекса работ от организационного уровня исполнителей и количества событий. Аппроксимирующие кривые построены по (1).

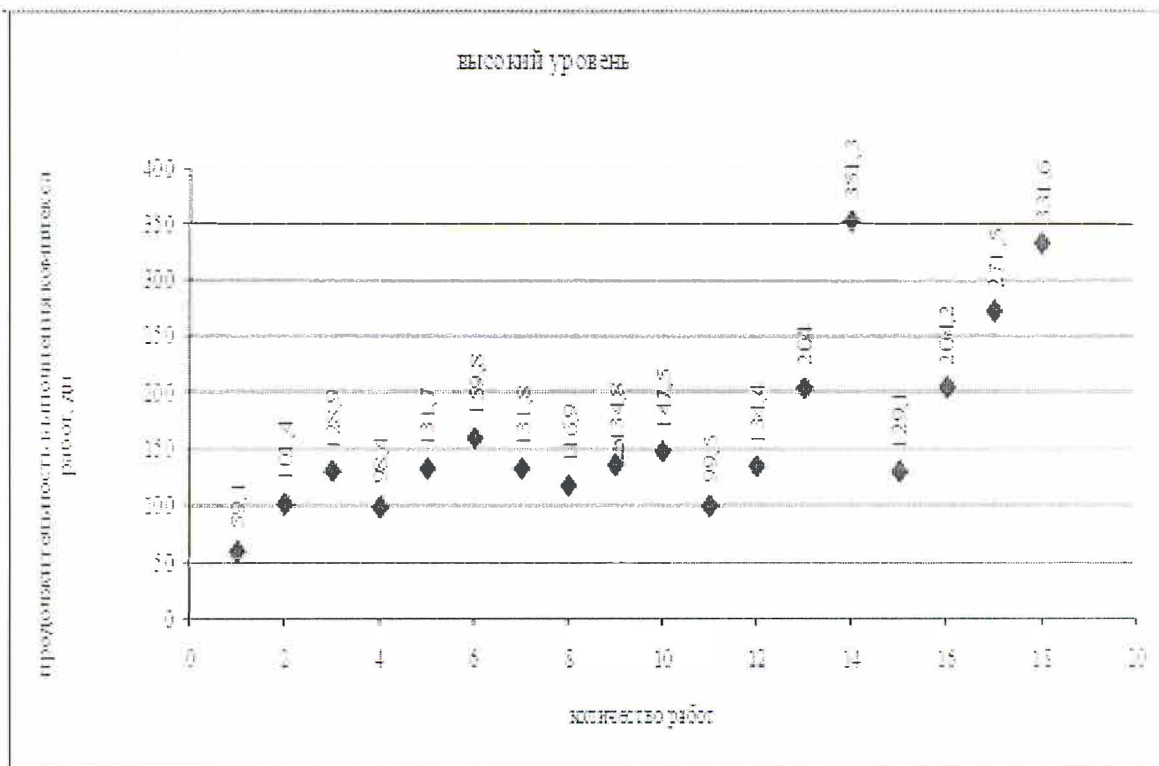


Рисунок 1 –Зависимость продолжительности выполнения комплекса работ от количества событий для высокого организационного уровня исполнителей

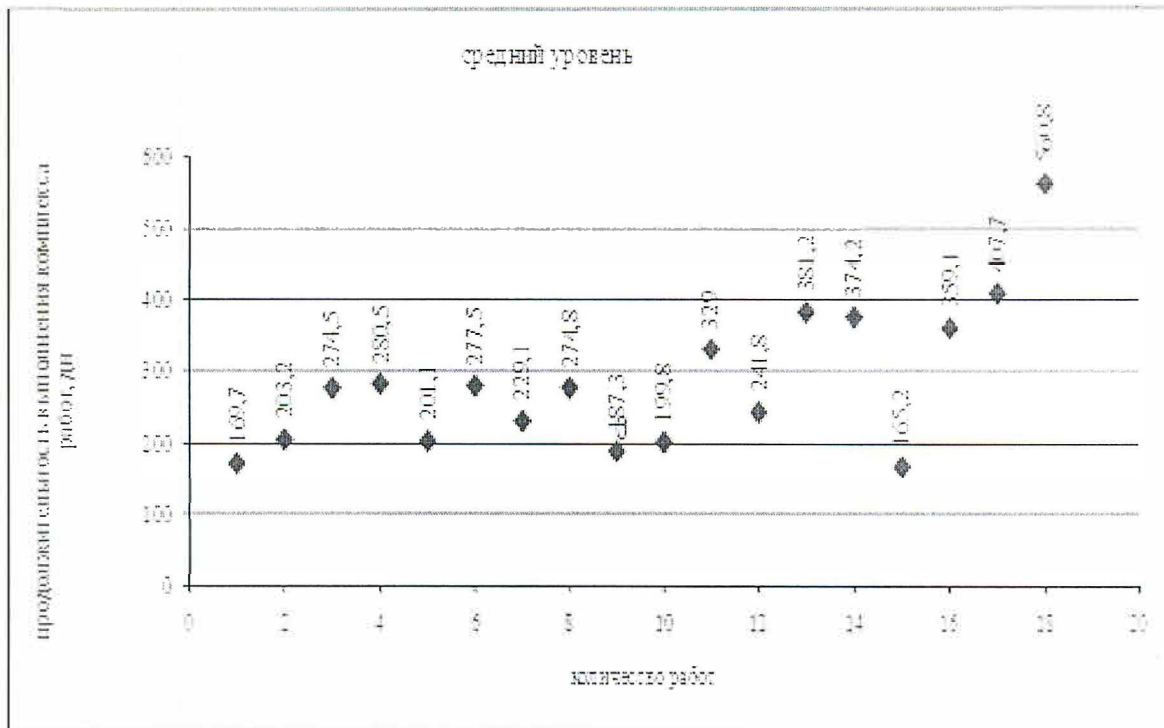


Рисунок 2 –Зависимость продолжительности выполнения комплекса работ от количества событий для среднего организационного уровня исполнителей

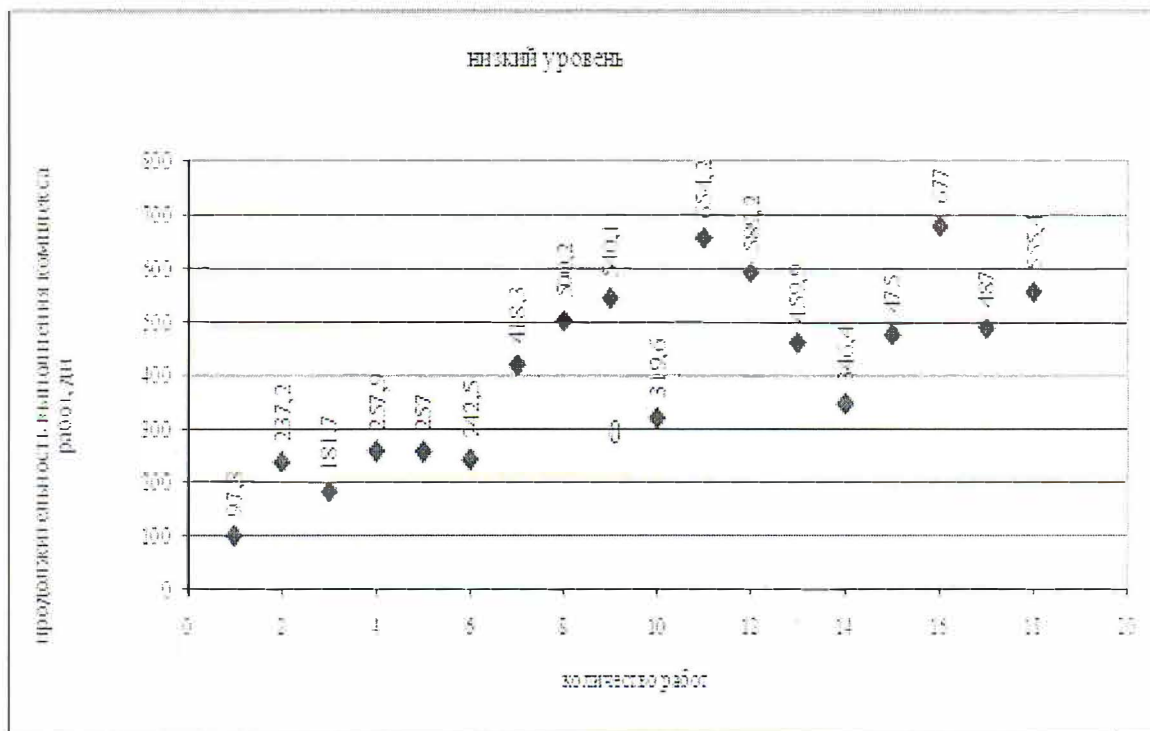


Рисунок 3 –Зависимость продолжительности выполнения комплекса работ от количества событий для низкого организационного уровня исполнителей



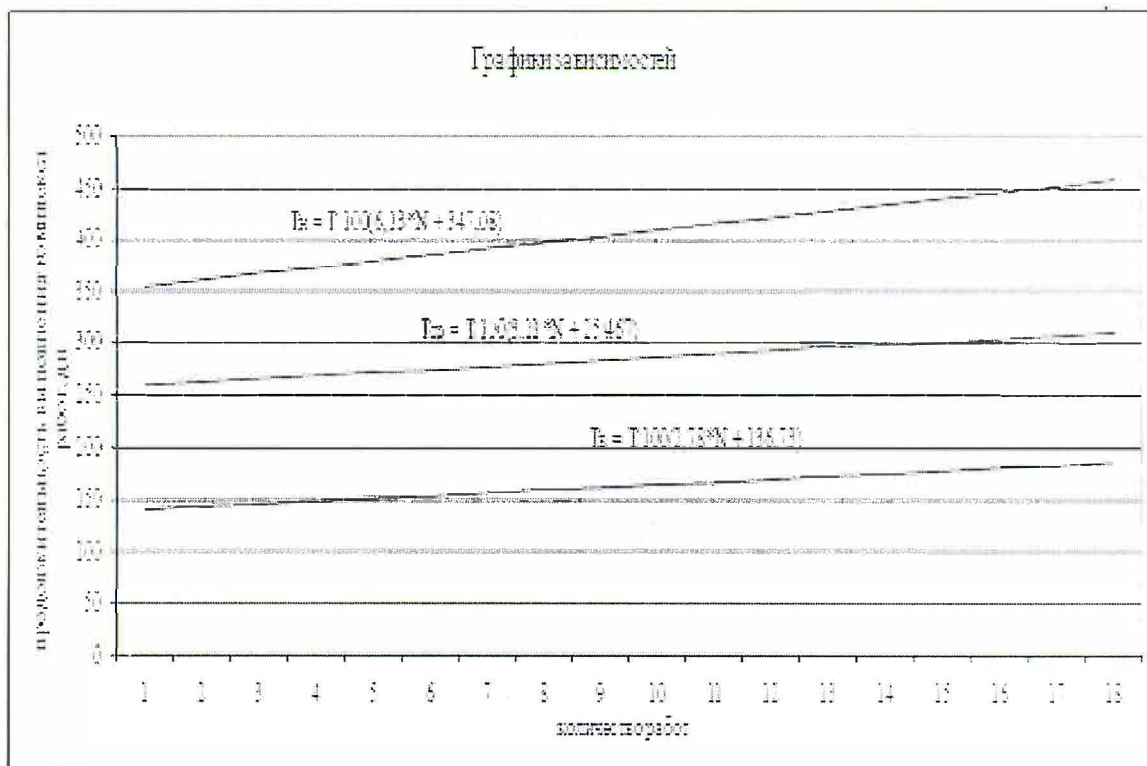


Рисунок 4 – Графики зависимостей продолжительности выполнения комплекса работ от количества событий

### Заключение:

- 1.) Продолжительность выполнения комплекса работ выполняемых последовательно не равна сумме продолжительностей работ.
- 2.) Продолжительность выполнения комплекса работ (строительства) зависит от:
  - а. Организационного уровня исполнителей;
  - б. Количества событий календарного плана, принадлежащих критическому пути (событие – факт окончания одной или нескольких работ и начала последующих(ей) работ(ы)).
- 3.) В календарном планировании вывод изложенный в п.1 рекомендуется учитывать используя зависимости:

$$T_{в} = T/100(2,78*N + 136,73),$$

$$T_{ср} = T/100(3,11*N + 251,67),$$

$$T_{н} = T/100(6,13*N + 347,08).$$

### ЛИТЕРАТУРА

1. Калугин Ю.Б. Расчет календарных планов работ с вероятностными временными параметрами. /Ю.Б. Калугин// Изв. Вузов. Строительство – 2011-№10-с.51-58;
2. Кузьмич П.М., Махнист Л.П., Михайлова Н.В. Расчет календарных планов с вероятностными временными параметрами работы /П.М. Кузьмич, Л.П. Махнист, Н.В. Михайлова // Вестник БрГТУ. – 2013. - №1(79) строительство и архитектура. – с. 139-142.