

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОТ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УРОВНЯ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Было замечено, что при разработке расписаний, календарных планов продолжительность некоторой последовательности работ не равна сумме продолжительностей этих работ. 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 также 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.

Авторами статей [1,2] предлагаются методики, в которых событиям «присваиваются» определенные продолжительности, в зависимости 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 проведены 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 к. е (календарных единиц).

Алгоритм расчетов:

I. Определяем продолжительность работ t одним из известных способов (нормативным, экспертным, параметрическим);

II. Принимаем организационный уровень исполнителей (высокий, средний, низкий). Определяем продолжительности всех работ как случайную величину в диапазоне от $0,5t$ до $1,5t$ для исполнителей, имеющих высокий организационный уровень; $0,6t+2,6t$ для исполнителей, имеющих средний организационный уровень и $0,625t+3,375t$ для исполнителей, имеющих низкий организационный уровень [1] с использованием функции СЛЧИС (MicrosoftExcel);

III. Срок наступления событий, в которые входят работы, выходящие из первого события, определяется с использованием функции СЛЧИС в диапазоне $t-1,5t$;

IV. Сроки свершения 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;

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

Результаты выполненных расчетов приведены в таблице1.

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
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

Видно, что между организационным уровнем исполнителей, количеством событий и общей продолжительностью выполнения комплекса работ существует зависимость. Предполагая, что эта зависимость имеет линейный вид, с использованием метода наименьших квадратов, определяем параметры функций, описывающих эту зависимость.

В результате расчетов были получены следующие зависимости:

$$\begin{aligned} y_b &= 2,78 N + 136,73; \\ y_{cp} &= 3,11 N + 254,67; \\ y_n &= 6,13 N + 347,08. \end{aligned} \quad (1)$$

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

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

В случае, когда исходная продолжительность выполнения комплекса работ не равна 100 к.е. эти зависимости примут следующий вид:

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

где T – исходная суммарная продолжительность выполнения комплекса работ, к.е.

Однако, эти зависимости применимы в том случае, если весь комплекс работ выполняется одним исполнителем или исполнителями, имеющими один

организационный уровень, то есть в определенной степени идеализированный вариант. На практике, в реализации проектов, особенно в сфере строительства, участвует большое количество исполнителей с различными организационными уровнями. В связи с этим предполагается следующая интерпретация зависимости (2) для комплекса работ:

$$T_0 = \frac{T_0 \sum_{i=1}^n t_{i0} + T_{cp} \sum_{i=1}^n t_{i,cp} - T_0 \sum_{i=1}^n t_{i0}}{\sum_{i=1}^n t_{i0} + \sum_{i=1}^n t_{i,cp} - \sum_{i=1}^n t_{i0}} \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^n t_{i0}$ – сумма математических ожиданий (дискретное значение продолжительности процесса, работы, процедуры, определенное одним из известных способов: нормативным, экспертным, параметрическим) продолжительностей процессов из всего комплекса работ, выполняемых исполнителями (исполнителем) высокого организационного уровня;

$\sum_{i=1}^n t_{i,cp}$ – тоже, выполняемых исполнителями среднего организационного уровня;

$\sum_{i=1}^n t_{i0}$ – тоже, выполняемых исполнителями низкого организационного уровня.

Подставив выражения (2) в зависимость (3) окончательно получим:

$$T_0 = \left| \frac{(2,78 \cdot N - 136,73) \cdot \sum_{i=1}^n t_{i0} + (3,11 \cdot N + 254,67) \cdot \sum_{i=1}^n t_{i,cp} -}{-(6,13 \cdot N - 347,08) \cdot \sum_{i=1}^n t_{i0}} \right| / 100 \quad (4)$$

Из всего изложенного выше можно сделать следующие выводы:

1. Продолжительность выполнения комплекса работ (строительства) зависит от:

а. Организационного уровня исполнителей;

б. Количества работ календарного плана, принадлежащих критическому пути.

2. Продолжительность выполнения комплекса работ, выполняемых последовательно, не равна сумме продолжительностей работ

3. В календарном планировании вывод, изложенный в п.2, рекомендуется учитывать, используя зависимости:

$$T_0 = T/100(2,78 \cdot N + 136,73),$$

$$T_{cp} = T/100(3,11 \cdot N + 254,67),$$

$$T_n = T/100(6,13 \cdot N + 347,08).$$

4. В случае участия в возведении объекта исполнителей различных организационных уровней, продолжительность выполнения комплекса работ рекомендуется определять, используя зависимость:

$$T_0 = \left| \frac{(2,78 \cdot N - 136,73) \cdot \sum_{i=1}^n t_{i0} + (3,11 \cdot N + 254,67) \cdot \sum_{i=1}^n t_{i,cp} -}{-(6,13 \cdot N - 347,08) \cdot \sum_{i=1}^n t_{i0}} \right| / 100.$$

Список цитированных источников

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.