

РАСЧЕТ КАЛЕНДАРНЫХ ПЛАНОВ С ВЕРОЯТНОСТНЫМИ ВРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ РАБОТ

Широкому применению календарного планирования в строительстве, капитальном ремонте, реконструкции препятствует ряд проблем. Одной из них является дискретное задание продолжительностей работ. Практика планирования основана на расчёте продолжительностей работ исходя из их трудоёмкости (машиноёмкости) и принятого количества рабочих (машин). В то же время на продолжительность работ влияют различные дестабилизирующие факторы, которые приводят к срыву планируемых сроков выполнения работ. Срыв сроков отдельных работ приводит к тому, что календарный план теряет свой смысл. Требуется его корректировка, изменение сроков выполнения работ, загрузки машин и механизмов, использования рабочей силы. Вместе с тем следует признать, что полное совпадение действительных продолжительностей и сроков выполнения работ с заложенными в календарном плане является скорее редчайшей случайностью, чем признаком «высококачественного» планирования.

В известном методе PERT используются три длительности работ: оптимистическая, пессимистическая и наиболее ожидаемая. Предполагается, что для целей календарного планирования они известны (заданы заранее). Но это в ряде случаев требует привлечения экспертов или сбора статистической информации, что не всегда выполнимо. Более доступным является метод, изложенный в [1]. Автор предлагает учитывать влияние на продолжительность работ многочисленных дестабилизирующих факторов посредством использования вероятностных оценок продолжительности выполнения работ. Для этих целей в зависимости от организационного уровня исполнителей (высокий, средний, низкий) установлены законы распределения продолжительности работ: нормальный для исполнителей высокого уровня, усечённый нормальный для исполнителей среднего уровня и равномерного распределения для исполнителей низкого организационного уровня.

Установлено, что для исполнителей высокого организационного уровня продолжительность работ находится в пределах от $0,5t$ до $1,5t$ с математическим ожиданием $1,0t$. Далее в работе рассчитываются равновероятностные значения t центров тяжести равных площадей $0,0833\Phi_0$: $0,5t$; $0,698t$; $0,789t$; $0,857t$; $0,917t$; $0,971t$; $1,029t$; $1,083t$; $1,143t$; $1,211t$; $1,302t$; $1,5t$.

При таком подходе конечный результат зависит лишь от организационного уровня исполнителей и исключается влияние случайных факторов на продолжительность работ которые могут иметь место в не зависимости от организационного уровня исполнителей.

В связи с чем предлагается:

- в качестве математического ожидания продолжительности работы принимать её значение, определённое традиционным способом;
- при помощи функции возвращения обратного нормального распределения, указав среднее и стандартное отклонение, находить значения на границах равных площадей. В качестве таковой в данной работе используется статистическая функция Microsoft Excel НОРМОБР в формате НОРМОБР(вероятность; среднее; стандартное_откл);

– используя генератор случайного числа, в каждом из диапазонов выбирается произвольное значение f . В работе использована функция Microsoft Excel СЛЧИС в формате $(T_{\max} - T_{\min}) * \text{СЛЧИС}() + T_{\min}$. В качестве T_{\max} и T_{\min} берем большее и меньшее значения продолжительностей на границах диапазонов.

При расчете сроков свершения каждого последующего события принималось максимальное из значений равновероятных сроков наступления предшествующих событий или входящей в данное событие работы, т.е.

$$T_n = \max(T_{n-1}, T_{n(n-1)}) \quad (1)$$

В данной работе используются два метода, построенные на вышеизложенных подходах:

Метод А

Реализуем предлагаемую методику на следующем примере (рис. 1).

Продолжительность выполнения комплекса работ при дискретном задании продолжительностей отдельных работ составляет 116 календарных единиц (к.е.).

Далее, разбив вероятность наступления продолжительности каждой из работ или срок наступления события на 4 диапазона в пределах от 0.1 до 0.9; определим суммарную продолжительность выполнения комплекса работ.

Свершение события 2 является следствием окончания работы 1-2. Расчет равновероятного наступления события 2 приведен в табл. 1

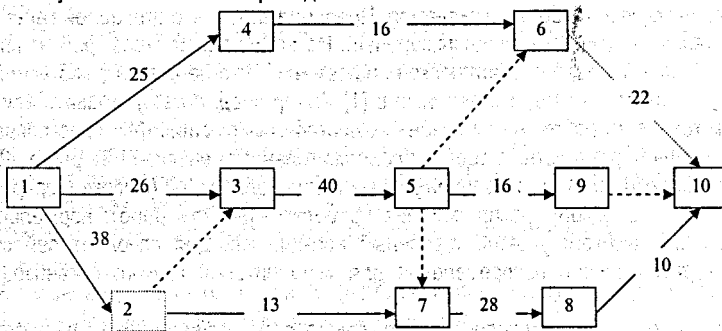


Рисунок 1

Таблица 1

$T = 38, \sigma = 15$

Вероятность	Значение T на границе	СЛЧИС в диапазоне
0.1	18.77	27
0.3	30.13	
0.3	30.13	32
0.5	38	
0.5	38	39
0.7	45.86	
0.7	45.86	55
0.9	57	

$T_2 = 38$

Наступление события 3 является следствием свершения события 2 и завершения работы 1-3. Из равновероятных сроков наступления события 2: 27;32;39;55 и завершения

работы 1-3: 20;25;26;34 составляем таблицу 16 равновероятных значений наступления события 3 (табл. 2).

Таблица 2

27	27	27	34
32	32	32	34
39	39	39	39
55	55	55	55

$T_3 = 39$

Наступление события 4 есть следствие завершения работы 1-4. Расчет равновероятного наступления события 4 аналогичен расчету для события 2. $T_4 = 24$.

Свершение события 5 является суммой равновероятных наступлений свершения 3 и завершения работы 3-5:

Равновероятные значения наступления события 3: 28;33;39;55.

Равновероятные значения завершения работы 3-5: 27;33;42;57.

Тогда равновероятные значения наступления события 5 сведем в таблицу 3.

Таблица 3

+27	55	60	66	82
+33	61	66	72	88
+42	70	75	81	97
+57	85	90	96	112

Расчеты по аналогичным схемам выполним и для всех последующих событий.

Тогда в результате получим общую продолжительность выполнения всего комплекса работ, равную 122 к.е., т.е. имеет место увеличение продолжительности на 5% (6 к.е.). Тем самым мы в некоторой степени учли влияние возмущающих факторов на продолжительность работ.

Метод В

Изначально имеем в виду, что заложен высокий организационный уровень исполнителей работ.

Используя генератор случайных чисел, сгенерируем трижды продолжительность работ (рис. 1). Наиболее ожидаемую продолжительность определим по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} \quad (2)$$

Все расчёты сведём в таблицу 4.

Таблица 4

Ход работы	0,5t - 1,5t	t ₁	t ₂	t ₃	t _{ож}
1 - 2	19-57	48	29	23	33
1 - 3	12,5-37,5	26	27	26	26
1 - 4	13-39	32	14	18	21
2 - 7	6-18	13	12	12	12
3 - 5	20-60	20	22	38	27
4 - 6	8-24	14	22	17	17
5 - 9	8-24	8	12	16	11
6 - 9	11-33	31	23	17	26
7 - 8	14-42	17	34	26	24
8 - 10	5-15	5	8	6	6

Если из множества сгенерированных продолжительностей t_1, t_2, t_3 выбрать t_{\max} , то общая продолжительность работ составит 128 календарных единиц, если выбрать t_{\min} , то продолжительность работ составит 68 календарных единиц. При продолжительностях работ, равных $t_{\text{ож}}$, продолжительность работ составит 90 календарных единиц.

Как видим, при таком подходе отклонение от общей продолжительности выполнения работ при задании последней в дискретном виде составит от -22% до +10%.

В то же время в обоих методиках суммарная продолжительность не выходит за пределы исходных $0,5t - 1,5t$.

С целью окончательной оценки предложенных методик произведём расчёт общей продолжительности выполнения комплекса работ по методике А для примера, изложенного в [1].

Получим общую продолжительность, равную 29 календарным единицам (в [1] она составляет 29,45), что практически одно и то же.

Однако в [1] отклонение срока реализации проекта составляет 18%, а в нашем примере 5%. Но такое расхождение можно объяснить произвольностью принятых данных и особенностями топологии сетевых моделей.

В целом методика А может быть уверенно рекомендована для расчёта календарных планов как в учебных целях, так и на практике, что позволит учитывать влияние на продолжительность работ многочисленных дестабилизирующих факторов посредством использования вероятностных оценок последних и тем самым повысить «авторитет» календарного планирования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Калугин, Ю.Б. Расчёт календарных планов работ с вероятностными временными параметрами / Ю.Б. Калугин // Изв. вузов: Строительство – 2011. – №10. – С. 51–58.

УДК 528.48

Кузьмин А.В., Волкович В.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Зуева Л.Ф.

СРАВНЕНИЕ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОПТИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ТЕОДОЛИТОВ ОДНОГО КЛАССА ТОЧНОСТИ

Целью настоящей исследовательской работы являлся сравнительный анализ точности и производительности оптического теодолита 2Т5К (Россия) и электронного теодолита Атлас КТ-05 (Китай) на основе измерения горизонтальных углов способом круговых приемов.

На данный момент в арсенале геодезистов существует масса различных измерительных инструментов и приборов, одним из которых является теодолит. Переоценить его роль при замерах невозможно, можно даже смело утверждать, что без этого прибора произвести достаточно правильные измерения и расчеты просто невозможно.

Теодолит является одним из самых распространенных геодезических инструментов, применяемых для самых различных видов работ. Этот измерительный прибор предназначен для измерения и построения на местности горизонтальных и вертикальных углов в геодезии, строительстве, картографии, землеустройстве.

Несмотря на то, что сегодня широкое распространение получили усовершенствованные высокотехнологические разновидности теодолита – электронные теодолиты и та-