

3. Шумулин А. П., Креминский А. И. Модель как аналог объекта в конкретном интервале времени / Семинар по проблемам методологии и теории творчества – Симферополь, 1984 – с. 47-61.
4. Штоф В. А. Моделирование и философия. – М. -Л.: Наука, 1966-301 с.
5. Современные психолого-педагогические проблемы высшей школы / Под ред. Кузьминой Н. В. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985 – 119 с.

Кузьмич П.М. к.т.н. доцент, **Махнист Л.П.** к.т.н. доцент
Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь
pmkuzmich@tut.by

КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ВЕРОЯТНОСТНЫМИ ВРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Важной составляющей инвестиционного проектирования является календарное планирование реализации проектов. Известные подходы основанные на дискретном задании продолжительностей процедур (работ) в некоторой степени снижают привлекательность календарных планов. Очевидно, что в процессе реализации инвестиционных проектов на сроки выполнения отдельных процедур (работ), их продолжительность оказывают влияние всевозможные дестабилизирующие факторы. Срыв же этих сроков приводит к тому, что календарных 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, усеченный 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 $0,0833\Phi_0$: $0,5t$; $0,698t$; $0,789$; $0,857t$; $0,917t$; $0,971t$; $1,029$; $1,083t$; $1,143t$; $1,211t$; $1,302t$; $1,5t$.

При таком подходе конечных 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 ее значение, определенное традиционным способом;
- сроки свершения событий назначаем исходя из предположения, что они также находятся в диапазоне $0,5T^c - 1,5T^c$, полагая, что события не обязательно являются результатом окончания одной или нескольких работ и мгновенного начала последующих работ, а подчиняются тем же закономерностям, что и работы и так же могут оказаться под влиянием случайных факторов.

- 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 t . Для этих целей в настоящей 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 (сроков свершения событий) на границах диапазонов.

При расчете сроков свершения каждого последующего события принималось максимальное из значений: сроков свершения предшествующих событий или сумм сроков наступления предшествующих событий и продолжительностей входящих в данное событие работ, или продолжительностей выходящих из первого события работ, т.е.

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

В данной работе исследуется несколько вариантов построенных на вышеизложенном методе.

Изначально исходим из того, что продолжительность работ находится в пределах $0,5t$ до $1,5t$ (т.е. исполнители этих работ имеют высокий организационный уровень)

Далее разбиваем вероятность наступления продолжительностей каждой из работ или срок наступления события на 4, 6, 12 диапазонов в пределах от 0.1 до 0.9 и определяем суммарную продолжительность работ.

Расчеты выполненные на примере содержащем 10 работ (процедур) объединённых 10 событиями дали следующий результат:

- при разбивке на 4 диапазона суммарная продолжительность составила 122к.е. (исходная 116к.е.), отклонение от исходной 6к.е. или 5%;

- при разбивке на 6 диапазонов 121к.е., отклонение 5к.е. или 4.3%;

- при разбивке на 12 диапазонов 122к.е.

Полученные результаты дают основания полагать, что количество диапазонов (4,6 или 12) не оказывают существенного влияния на общую продолжительность, но приводит лишь к увеличению объема вычислительных операций.

Еще один подход определения планируемой продолжительности выполнения комплекса работ заключается в определении продолжительностей работ и сроков свершения событий в заданных пределах ($0,5t \pm 1,5t$) с использованием функции СЛЧИС без разбивки вероятностей наступления на диапазоны.

Алгоритм расчетов в этом случае несколько отличается от ранее использованного и реализуется следующим образом:

Продолжительность работ как выходящих из события 1 так и всех последующих определяется как случайная величина в диапазоне от $0,5t$ до $1,5t$ с использованием функции СЛЧИС;

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

Срок 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.

Расчеты выполненные в соответствии с вышеизложенным для примера дали следующий результат отклонение от исходного варианта составило 33.6 к.е. или 29%.

Для окончательного вывода о целесообразности рассмотренных методов расчетов календарных планов выполнены аналогичные для примера изложенного в [1]. При этом получены следующие результаты:

- при разбивке на 4 диапазона общая продолжительность составила 29 к.е. отклонение от исходной в 25 к.е. составляет 4 к.е. или 16%;

- на 6 диапазонов: продолжительность 31 к.е., отклонение 6 к.е. или 24%;

- на 12 диапазонов: 30 к.е., отклонение 5 к.е. или 20%;

- без разбивки на диапазоны выполнено десять независимых расчетов со следующими результатами: 30; 28; 27; 33; 30; 58; 31; 35; 22; 19.

Среднее из них равно 31.3 к.е. отклонение от исходного 6.3к.е. или 25.2%

Выводы

Выполненные расчеты по предлагаемой методике приводят к увлечению общей продолжительности комплекса работ по сравнению с исходной при расчете которой продолжительности работ приняты равными t , хотя изначально принят высокий организационный уровень исполнителей, продолжительность каждой отдельно взятой работы находится в пределах $0,5t \pm 1,5t$. Как правило, в практике реализации проектов также имеет место увеличение сроков по сравнению с запланированными.

Разбивка вероятностей на диапазоны существенно не влияет на окончательный результат, но увеличение диапазонов дает увеличение трудоемкости расчетов календарного плана. Поэтому окончательно можно рекомендовать для практических целей выполнять расчеты календарных планов с вероятностными временными параметрами работ без разбивки последних на диапазоны. Такой подход без особых трудностей можно применить и в случае со средним или низким организационным уровнем исполнителей.

Расхождения в результатах расчетов по приведенному примеру (11%) и примеру рассмотренному в [1] (21%) дает основания предполагать, что на конечный результат влияют: топология сетевой модели, количество событий сетевой модели календарного плана.

ЛИТЕРАТУРА:

1.Калугин Ю.Б. Расчет календарных планов работ с вероятностными временными параметрами. /Ю.Б. Калугин// Изв. Вузов. Строительство – 2011-№10-с.51-58