

Бутаев М.М., Смирнов С.А. Оценка временных статистических параметров критического пути в PERT-методе. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2015. – С. 157-160.

УДК 338.138

ОЦЕНКА ВРЕМЕННЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРИТИЧЕСКОГО ПУТИ В PERT-МЕТОДЕ

М.М. Бутаев, С.А. Смирнов

RANK TIME STATISTICAL VALUES OF PERT-METHOD CRITICAL PATH

M.M. Butaev, S.A. Smirnov

Аннотация. Предложено использовать для оценки продолжительности задач/этапов и всего критического пути при решении задач управления временем выполнения проектов в риск-менеджменте только бета-распределения.

Ключевые слова: риск-менеджмент, PERT-метод, критический путь, продолжительность работ, бета-распределение.

Abstract. Using Beta distribution for rank time values PERT-method length of time works and critical path.

Keywords: risk management, PERT-method, critical path, length of time work, Beta distribution.

При планировании НИОКР так же, как и в области управления рисками инновационных работ, большое внимание уделяется риск-менеджменту невыполнения сроков работ [1].

При оценке рисков срыва сроков задач/этапов НИОКР используется PERT-метод, согласно которому вероятностные характеристики времени исполнения задач/этапов рассчитываются, исходя из предположения, что распределение длительности работ подчиняется бета-распределению [2]. Для оценки дисперсии продолжительности задач/этапов используется предположение о том, что крайние значения продолжительности отстоят на три среднеквадратических отклонения от среднего значения [3].

В PERT-методе принято считать, что поскольку все работы критического пути независимы и количество их достаточно велико, то в силу центральной предельной теоремы случайные изменения продолжительности критического пути подчиняются нормальному распределению. При этом существенно упрощается расчёт статистических характеристик. Однако это допущение может быть основой для аппроксимации функции распределения продолжительности критического пути только в первом приближении. Известно, что нормальный закон определён на открытом интервале $(-\infty, +\infty)$, поэтому трудно физически интерпретировать наличие вероятности продолжительности критического пути меньше суммы минимальных продолжительностей задач/этапов, а также уходящей в бесконечность максимальной продолжительности критического пути. Более корректно рассчитывать продолжительности критического пути с помощью распределения на конечном интервале. Необходимые параметры получаются в PERT-методе: минимальная и максимальная границы интервала определяются как

сумма минимальных и максимальных значений продолжительностей задач/этапов критического пути. Математическое ожидание и дисперсия для независимых случайных величин также определяются через сумму средних значений и дисперсий продолжительностей задач/этапов критического пути. Для двухпараметрических распределений этих характеристик достаточно определения функции распределения. Для функций с тремя и более параметрами целесообразно использовать характеристики на основе моментов случайной величины, поскольку они определяются при статистической обработке эксперимента. Мода не определяется через моменты и не вычисляется непосредственно при статистической обработке экспериментальных результатов, поэтому использовать эту характеристику сложнее.

В качестве модели критического пути использовалась дискретно-событийная имитационная модель в среде AnyLogic версии 7.0. Последовательность задач/этапов критического пути имитировалась последовательностью задержек с равномерным законом распределения в интервале $[0,1; 0,3]$. В трёх цепочках задержек было 5, 10, 20 элементов. На вход первой задержки подавалась последовательность из 1000000 событий с постоянной частотой 1.

В настоящее время используется 10–12 законов распределения для конечного интервала. Для выбора наиболее адекватного распределения использован метод проверки статистических гипотез по критерию Колмогорова. В результате обработки экспериментальных данных наилучшие результаты получены для распределений Johnson SB, Log-Pearson III и бета-распределения соответственно для всех исследованных цепочек. Для распределения Johnson SB сложно получить характеристики распределения. Распределение Log-Pearson III трёхпараметрическое, а бета-распределение — двухпараметрическое, хотя его параметры Колмогорова лишь незначительно превышают параметры Log-Pearson III. На основании этих результатов в качестве распределения продолжительности критического пути выбрано бета-распределение [4]. Параметры распределения можно рассчитать по формулам:

$$v = \frac{(\beta - m)[(m - \alpha)(\beta - m) - D]}{D(\beta - \alpha)};$$

$$u = \frac{m - \alpha}{\beta - m} v,$$

где v, u – параметры формы бета-распределения ($0 < v$) ($0 < u$); α, β – значение границ интервала продолжительности критического пути $[\alpha, \beta]$ ($\alpha < \beta$); m, D – математическое ожидание и дисперсия распределения продолжительности критического пути.

Например, для двадцати последовательных задержек (задач/этапов) с одинаковым равномерным распределением времени $[0,1; 0,3]$ аппроксимирующее бета-распределение имеет параметры:

$$f(x) = \frac{1}{B(30.2, 30.2)} \frac{(x-2)^{29.2}(6-x)^{29.2}}{4^{58.4}},$$

где $B(u, v)$ – бета-функция.

Критерий согласия Колмогорова при этом равен 0.0045; при критическом значении 0.024 – для уровня значимости 0.2 и 0.0364 – для уровня значимости 0.01.

Таким образом, предлагается проводить расчёты для модифицированного PERT-метода с использованием только бета-распределения продолжительности задач/этапов и всего критического пути.

Библиографический список

1. Батьковский М.А., Коновалова А.В., Фомина А.В. Управление рисками инновационных проектов // Вопросы радиоэлектроники. Серия общетехническая. – 2015. – №5. – С. 246–265.
2. Malcolm D.G.; Roseboom J.H.; Clark C.E.; Fazar W. Application of a Technique for Research and Development Program Evaluation // Operations Research 7 (5). (September–October 1958). – P. 646–669.
3. Филлипс Д., Гарсия-Диас А. Методы анализа сетей. – М.: Мир, 1984. – 496 с.
- 4 Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям. – СПб.: Наука, 2001. – 295 с.

Бутаев Михаил Матвеевич

АО «Научно-производственное предприятие «Рубин»,
г. Пенза, Россия
E-mail: butaevmm@gmail.com

Butaev M.M.

Scientific-industrial enterprise
joint-stock company RUBIN,
Penza, Russia

Смирнов Сергей Александрович

АО «Научно-производственное предприятие «Рубин»,
г. Пенза, Россия

Smirnov S.A.

Scientific-industrial enterprise
joint-stock company RUBIN,
Penza, Russia