

УДК 658.14

Запропоновано використовувати оцінки ризиків проекту на основі метода максимальної ентропії, котрий дозволяє в умовах малої вибірки вимірних даних отримати найбільш вірогідні оцінки. Використані аналогії параметрів проекту та термодинамічних параметрів

Ключові слова: проект, ризик, достовірність, оцінка, ентропія, стійкість інтервал, критерій

Предложено использовать оценки рисков проекта на основании метода максимальной энтропии, который позволяет в условиях малой выборки измеренных данных получать наиболее вероятные оценки. Используются аналогии параметров проекта и термодинамических параметров

Ключевые слова: проект, риск, достоверность, оценка, энтропия, устойчивость, интервал, критерий

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РИСКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

В. Ф. Литвинов

Кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра управления системами безопасности
жизнедеятельности

Одесский национальный политехнический
университет

пр. Шевченко, 1, г. Одесса, Украина, 65000

E-mail: litv@te.net.ua

1. Введение

Для того чтобы снизить потери от возможных прочетов и избежать провала проекта в целом, методология управления проектами предусматривает специальные процедуры, помогающие учесть факторы неопределенности и риска на всех фазах и этапах проекта. Зная виды и значимость (опасность) рисков, можно на них воздействовать, снижая их отрицательное влияние на эффективность проекта. Следовательно, создается реальная возможность управлять ими.

В связи с этим успешность разрабатываемых проектов зависит от того, насколько полной является информация, используемая лицом, принимающим решение, в процессе подготовки и принятия решений по этим проектам.

2. Текущее состояние проблемы

Представления руководителя проекта о будущем поведении работников, его прогнозы относительно сроков и качества выполнения отдельных этапов, аккумулируются в форме оценок ожидаемых денежных потоков по плановым периодам жизненного цикла проекта и предполагаемых объемов выполнения.

Среди различных ситуаций неопределенности различают события риска и ситуации неопределенности. Под неопределенностью понимается неполнота или неточность информации об условиях реализации проекта, в том числе, связанных с ними затратах и результатах. Неопределенность, связанная с возможностью возникновения в ходе реализации проекта неблагоприятных ситуаций и последствий, характеризуется понятием риска.

Оценка рисков происходит непрерывно на протяжении жизненного цикла проекта, и компенсация рисков или противодействие им повышает стоимость проекта.

Современные стандарты проектного менеджмента требуют использовать количественные оценки параметров проекта, полученные на основании измерений. В то же время обычной практикой являются экспертные оценки, в том числе и количественные, полученные на основании личного опыта эксперта.

Экспертные оценки являются источником неопределенности, которая сама по себе требует количественной оценки. Такая оценка сталкивается со сложностями, порожденными источниками суждений эксперта. Эти источники могут лежать вне пространства проекта и относиться к прошлому времени (суждения на основании предыдущего опыта). Моделирование подобных суждений и оценка их статистической достоверности является обратной задачей с типичными для обратных задач ограничениями на объем выборки.

Для решения подобных задач в условиях малой выборки используют метод максимальной энтропии, который позволяет восстанавливать наиболее вероятные значения и рассчитывать их статистические моменты [1]. Есть определенные ограничения - бинарная экспертная оценка обладает нулевой энтропией, поэтому анализироваться могут только оценки, распределенные в диапазоне значений. В этом случае оценки на основании ММЭ будут наиболее вероятными для заданного набора исходных значений.

Как пример подобного подхода к оценкам параметров проекта рассмотрим задачу правильного распределения вознаграждения между участниками проекта. Известно, что ошибки, допущенные в этой задаче, способны взорвать проект, лишив его ключевых исполнителей в наиболее ответственное время.

3. Постановка задачи

Рассмотрим состав сотрудников большого проекта как замкнутую систему с большим числом степеней

свободы (должности, задачи, рабочие группы и пр.) Система замкнута в том смысле, что состав сотрудников фиксирован на время проекта. Проект обладает заявленной ценой, то есть суммарное вознаграждение также фиксировано. Задача заключается в таком распределении вознаграждений, которое отвечало бы принципу МЭ, то есть создавало наиболее устойчивое состояние коллектива.

Решение

Пусть N - количество сотрудников, n_i - количество сотрудников с i - тым окладом.

Тогда $f_i = n_i / N$ - вероятность того, что сотрудник имеет оклад E_i

Задачу определения этой вероятности сформулируем как вариационную задачу на условный экстремум с множителями Лагранжа λ и μ

$$-\sum_{i=1}^m f_i \ln f_i + \lambda(E/N - \sum_{i=1}^m f_i E_i) + \mu(1 - \sum_{i=1}^m f_i) \rightarrow \max. \quad (1)$$

Приравняв первую вариацию функционала (1) по f_i нулю, получим выражение

$$-\ln f_i - 1 - \mu - \lambda E_i = 0, \quad (2)$$

которое дает для вероятности f_i

$$f_i = \frac{1}{Z} \exp(\lambda E_i), \quad (3)$$

совпадающее по форме с распределением Больцмана.

Здесь λ можно интерпретировать как величину, обратную интегральной оценке компетенций команды, $Z = \exp(1 + \mu)$ - статистическая сумма

$$Z = \sum_{i=1}^m \exp(\lambda E_i), \quad (4)$$

$$\mu = \ln \frac{Z}{e}.$$

Оценки проектных рисков всегда вероятностные. Причем с ростом оценки вероятности всегда возрастает страховая сумма покрытия риска. Руководству проекта приходится балансировать между ненулевой вероятностью провала проекта и близкой к единице вероятностью выхода за утвержденный бюджет. В этих условиях эффективная интерполяция имеющихся данных и контролируемая вероятность принимаемых оценок может быть чрезвычайно полезной. Однако в реальных условиях обычно отсутствует статистика как по сходным успешно завершенным проектам, так и по выполняемому проекту - в силу большой изменчивости условий выполнения, уникальности принимаемых решений и отсутствия устойчивой базы знаний.

В этих условиях можно пользоваться принципами установления вероятностей распределений, в частности, эвристическим принципом максимума Гиббса-Джейнса: среди всех вероятностных распределений, согласованных с исходной информацией о неопределенности соответствующего показателя, рекомен-

дуется выбирать то, которому отвечает наибольшая энтропия (взятое со знаком "минус" математическое ожидание логарифма плотности распределения вероятностей).

Однако, если вероятностное распределение точно неизвестно, то есть имеется не одно, а несколько или бесконечно много распределений, согласованных с имеющейся информацией, то ориентироваться на одно из них, выбранное по эвристическому принципу, нельзя - здесь необходимо учитывать весь спектр допустимых распределений, используя разработанный специально для этой цели метод интервальной неопределенности.

Приведем типичные ситуации интервальной неопределенности:

Допустим, что эффект проекта может принимать любые значения в пределах от -10 до +20;

если выяснится полная непригодность выбранной технологии, эффект проекта будет равен -20, в противном случае, в зависимости от рыночной конъюнктуры, он может принимать любые значения в пределах от -5 до +20.

Такая неопределенность является "внутренней" по отношению к проекту - она может иметь место в одном проекте и не иметь места в другом, а информация о результатах одного проекта не "снимает" неопределенности результатов другого.

Наиболее общая расчетная формула для определения ожидаемого интегрального эффекта в случае интервальной неопределенности предложена Л. Гурвицем. Это - так называемый "критерий оптимизма-пессимизма":

$$\text{Эож} = l \text{Эmax} + (1 - l) \text{Эmin}, \quad (5)$$

где Эmax и Эmin - наибольший и наименьший интегральный эффект по рассмотренным сценариям;

$0 < l < 1$ - специальный норматив для учета неопределенности эффекта, отражающий систему предпочтений соответствующего хозяйствующего субъекта в условиях неопределенности. Во многих практических расчетах можно принимать $l = 0,3$ [2].

Критерий Гурвица учитывает только "крайние" значения эффекта, игнорируя "промежуточные". Можно показать, что критерий, учитывающий промежуточные значения эффекта, построить невозможно.

Приведем пример применения критерия Гурвица. Эффект проекта может принимать любые значения от 5 до 25 (если верна теория 1) и любые значения от 85 до 115 (если верна теория 2). О распределении вероятностей в этих интервалах и о вероятностях справедливости научных теорий ничего не известно. Здесь множество W возможных значений эффекта состоит из двух отрезков (5, 25) и (85, 115) общей длиной 50. Поэтому $\text{Эmax} = 115$, $\text{Эmin} = 5$. При $l = 0,3$ ожидаемый эффект, исчисленный по формуле Гурвица, составит

$$5 * 0,7 + 115 * 0,3 = 38.$$

Применим теперь принцип максимума энтропии. Вероятностное распределение на рассматриваемом множестве, имеющее наибольшую энтропию, оказы-

вается в данном случае равномерным. Вероятность “попадания” эффекта в интервал (5, 25) при этом будет равна $20/50 = 0,4$, соответственно для интервала (85, 115) эта вероятность будет 0,6. Учитывая, что при равномерном распределении на отрезке математическое ожидание совпадает с серединой отрезка, можно найти и математическое ожидание эффекта при этом распределении:

$$0,4 * (5 + 25)/2 + 0,6 * (85 + 115)/2 = 66.$$

Почти двукратное расхождение результатов связано с тем, что больший “разброс” эффекта по второй научной теории отражен в расчетах как соответственно большая вероятность этой теории. Практические рекомендации отсюда совершенно очевидны: варьируя диапазонами изменения отдельных параметров, можно изменить эффект проекта в любую сторону.

Можно также показать, что рассчитанный по ММЭ ожидаемый эффект может оказаться меньше при одновременном увеличении всех исходных параметров, то есть принцип максимума энтропии не обеспечивает

автоматически монотонности критерия ожидаемого эффекта.

4. Выводы

Метод аналогий позволяет использовать существующие решения для получения численных оценок там, где до сих пор используются экспертные оценки.

Использование метода интервальной неопределенности в сочетании с методом максимальной энтропии позволяет строить вероятностные оценки на выборках минимального размера. Очевидно также, что любая априорная информация о статистиках выборки может многократно увеличить достоверность полученного результата.

В случае отсутствия этой статистики дополнительные возможности создает технология сценариев - мы искусственно наделяем выборку свойствами некоторых распределений и оцениваем результат в диапазоне допущений «оптимистический- пессимистический».

Литература

1. Сороко, Л. М. Принцип максимума энтропии и его применение для решения обратных задач [Текст] / Л. М. Сороко // Физика элементарных частиц и атомного ядра (ЭЧАЯ) М, 1981. - Т.12 в.3. - С.754-823.
2. Смоляк, С. А. Учет факторов риска и неопределенности в инвестиционном проектировании [Текст] / С. А. Смоляк // Аудит и финансовый анализ, 1999. - №3. - URL:<http://www.cfin.ru/press/afa/1999-3/05-6.shtml>.

Abstract

To decrease the losses due to the miscalculations of project risks estimations it is proposed to use the method of entropy maximum. It will give us the calculated numerical estimation instead of an expert estimation which have an stated numerical value. We use the analogy method to move the results known from thermodynamic task to one local problem in the project management. And we have describe the way how to use this method to obtain estimations of different risks in the probability form. We have shown that criteria obtained is not auto monotonous but there are some ways to increase the strength of estimation if we have an additional information about estimation statistics

Keywords: project, risk, reliability, estimation, entropy, stability, interval, kriteria