

УДК 658.012

М.А. ЛАТКИН, В.М. ИЛЮШКО

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ И СТОИМОСТИ ПРОЕКТОВ С УЧЕТОМ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РИСКОВ

Рассмотрена проблема управления целями, сроками, стоимостью и рисками проекта. Для определения плановых значений длительности и стоимости выполнения работ предложено использовать критерии экономической эффективности проекта, вероятности возникновения неблагоприятных событий и соответствующие потери в случае их наступления. Усовершенствован метод оценки длительности и стоимости проекта с учетом негативного воздействия рисков на достижение основных результатов проекта. Это дает возможность формировать план управления проектом, направленный на снижение негативного воздействия проектных рисков.

Ключевые слова: управление проектами, оценка длительности и стоимости проекта, оценка рисков проекта, проектный анализ.

Введение

Многие научные и производственные предприятия аэрокосмической отрасли Украины осуществляют свою основную деятельность через управление проектами и осознают пользу от применения современных технологий проектного менеджмента. Для успешной реализации сложных наукоемких проектов по созданию новых образцов авиационной техники необходимы усилия многих предприятий, большие затраты времени, ресурсов и финансовых средств. Обычно такие проекты редко завершают в запланированные денежные средства и временные сроки [1].

Постоянно изменяющееся внешнее окружение и внутренняя среда проекта могут приводить к возникновению различных неблагоприятных событий, наступление которых трудно полностью предусмотреть на этапе планирования проекта. К основным процессам планирования проекта относят: определение содержания и структуры работ проекта; назначение необходимых ресурсов и персонала для выполнения работ; оценка длительности и стоимости работ; формирование расписания выполнения работ и бюджета проекта. Подробно эти процессы, вместе с другими базовыми предметными областями проектного менеджмента, описаны в общепринятых международных стандартах по управлению проектами (РМВОК) [2, 3].

Под проектными рисками обычно понимают возможность наступления неблагоприятных для проекта событий, приводящих к материальным, временным, финансовым и другим потерям. То есть отклонения от расписания выполнения работ и

бюджета проекта можно рассматривать как проектные риски, негативное воздействие которых на достижение основных целей и результатов проекта необходимо учитывать на этапе его планирования.

Для оценки экономической эффективности проекта обычно используют следующие общепринятые показатели [4, 5]: приведенный доход (PV); чистый приведенный доход (NPV); индекс прибыльности (PI); внутренняя норма рентабельности (IRR); период окупаемости (PP). Однако данные показатели не учитывают риски, которые могут возникнуть в процессе реализации проекта, повлиять на его эффективность и, следовательно, на принятие решения по дальнейшему продолжению проекта.

При обосновании выбора проекта, кроме показателей экономической эффективности, необходимо определить негативное воздействие рисков проекта на достижение его целей, возможные неблагоприятные события, которые приводят к увеличению стоимости и длительности выполнения работ проекта, а также величину потерь в случае наступления проектных рисков.

Таким образом, перед руководителем проекта возникает **проблема**, связанная с управлением целями, сроками, стоимостью и рисками проекта, с определением экономической эффективности проекта в зависимости от принятого расписания выполнения работ и бюджета на этапе планирования проекта.

Анализ существующих публикаций [6, 7] в рамках выделенной проблемы позволяет сделать следующие выводы:

– большинство успешных предприятий осуществляют свою деятельность с помощью совре-

менных технологий управления проектами;

– при принятии решений по выбору проектов для дальнейшей реализации используют общепринятые показатели оценки экономической эффективности проектов;

– при формировании плана управления проектом применяют метод PERT для определения длительности и стоимости выполнения работ проекта.

В качестве нерешенных частей рассматриваемой проблемной области можно выделить:

– существует необходимость в проведении совместной оценки длительности, стоимости проекта и негативного воздействия рисков на достижение его целей;

– отсутствует общепринятый подход к выбору плановых значений длительности и стоимости выполнения работ проекта;

– при определении экономической эффективности проектов следует учитывать возможность проектных рисков и величину потерь в случае их наступления.

Таким образом, определение длительности и стоимости выполнения работ проекта для последующего формирования плана управления проектом, направленного на снижение негативного воздействия проектных рисков представляет собой **актуальную научно-прикладную задачу**, которая до сих пор достаточно полно и удачно не решена.

1. Постановка задачи и основная идея решения

Целью статьи является обеспечение формирования эффективного плана управления проектом на основе дальнейшего совершенствования методов оценки длительности и стоимости проектов за счет учета негативного воздействия проектных рисков на достижение основных результатов проекта.

Процессы планирования в управлении проектами являются наиболее важными и служат основой для контроля выполнения работ проекта. План проекта, составленный с ошибками и не учитывающий возможные неблагоприятные события, будет причиной многих рисков, наступление которых может привести к постоянному внесению изменений в проект и его перепланированию.

На этапе планирования любого проекта трудно точно определить длительность T и стоимость C выполнения какой-нибудь его работы, и эти значения рассматривают как случайные величины, которые распределены по нормальному закону. Выбор этого закона распределения для случайных величин T и C подтвердим с помощью центральной предельной теоремы теории вероятности, которая состоит в следующем – каковы бы ни были законы

распределения отдельных случайных величин, закон распределения их суммы будет близок к нормальному [8].

Действительно, для эффективного планирования проекта формируют иерархическую структуру его работ, длительность выполнения которых на нижнем уровне декомпозиции составляет 7-10 дней. В свою очередь, каждую такую работу можно дальше декомпонировать на большое количество более мелких заданий, имеющих длительности часы и еще меньшую стоимость, которые тоже рассматривают как случайные величины.

Рассмотрим применение метода PERT для расчета характеристик случайной величины C :

– математическое ожидание

$$m_c = \frac{c_{opt} + 4c_{ver} + c_{pes}}{6},$$

– дисперсия $D_c = \left(\frac{c_{pes} - c_{opt}}{6} \right)^2$,

– среднеквадратическое отклонение $\sigma_c = \sqrt{D_c}$,

где c_{opt} , c_{ver} , c_{pes} – оптимистическое, наиболее вероятное, пессимистическое значения случайной величины C .

Обычно в качестве планового значения стоимости выполнения работы проекта принимают математическое ожидание m_c или любое другое значение случайной величины C в интервале от m_c до c_{pes} . Тогда под риском превышения стоимости выполнения работы проекта будем понимать событие, когда случайная величина C попадет в область правее планового значения c_{pl} (рис. 1).

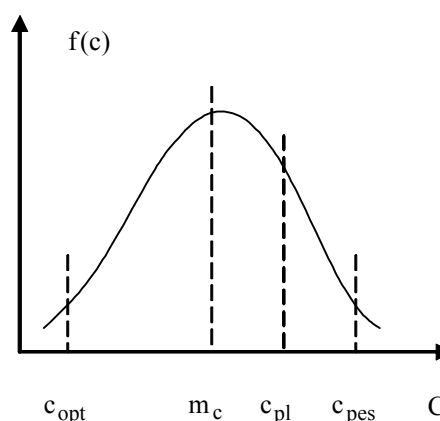


Рис. 1. Распределение случайной величины C

Причинами риска превышения стоимости выполнения работы проекта могут быть: увеличение

закупочной стоимости материалов и оборудования; увеличение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования; увеличение затрат на оплату труда персонала; потребность в привлечении дополнительных ресурсов и исполнителей.

В качестве основных количественных характеристик проектных рисков обычно выделяют вероятность возникновения неблагоприятного события (p) и соответствующие потери в случае его наступления (U). Тогда вероятность риска превышения стоимости выполнения работы проекта, то есть вероятность попадания случайной величины C в интервал от c_{pl} до c_{pes} (рис. 1), будем определять с помощью функции Лапласа

$$p = \Phi\left(\frac{c_{pes} - m_c}{\sigma_c}\right) - \Phi\left(\frac{c_{pl} - m_c}{\sigma_c}\right). \quad (1)$$

Максимальные потери U_{max} в случае наступления риска превышения стоимости выполнения работы проекта составят

$$U_{max} = c_{pes} - c_{pl}. \quad (2)$$

Аналогично (1) и (2) можно определить вероятность риска превышения длительности выполнения работы проекта и соответствующие потери в случае его наступления.

Проектные менеджеры, исходя из опыта лучших практик, рекомендуют выбирать плановые значения длительности и стоимости работ проекта в интервале от математического ожидания до пессимистической оценки (рис. 1), так как в этом случае вероятности рисков превышения длительности, стоимости выполнения работы и соответствующие потери будут незначительными. Однако при этом возрастает длительность, стоимость выполнения работ проекта в целом, и станут хуже значения показателей экономической эффективности проекта.

При выборе наиболее привлекательных проектов для их последующей реализации, при проведении оценки и анализа различных сценариев развития проекта менеджеры широко применяют показатель NPV:

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{NCF_i}{(1+d)^i}, \quad (3)$$

где i – порядковый номер интервала планирования проекта;

n – общее число интервалов планирования проекта;

d – ставка дисконта по проекту;

NCF_i – чистый поток денежных средств за i -й интервал планирования проекта.

Таким образом, существует следующее противоречие: для удовлетворения требований инвесторов по критерию экономической эффективности

проекта (3) необходимо выбирать плановые значения длительности и стоимости работ в интервале от математического ожидания до оптимистической оценки; для снижения негативного воздействия рисков превышения длительности, стоимости выполнения работ проекта по критериям (1, 2) необходимо выбирать плановые значения длительности и стоимости работ в интервале от математического ожидания до пессимистической оценки (рис. 1).

Для решения указанного противоречия разработан метод оценки длительности и стоимости выполнения работ с учетом негативного воздействия рисков на достижение основных результатов проекта, который состоит из следующих этапов:

1. Выделение необходимого уровня декомпозиции иерархической структуры работ проекта (фазы, этапы, работы).

2. Определение оценок и параметров распределения случайных величин длительности, стоимости выполнения работ проекта (T, C) с помощью метода PERT.

3. Определение плановых значений длительности и стоимости выполнения работ проекта (t_{pl}, c_{pl}).

4. Расчет вероятностей наступления рисков превышения длительности, стоимости выполнения работ проекта и соответствующих потерь на основе (1, 2).

5. Расчет чистого приведенного дохода проекта (NPV) с учетом выбранных плановых значений длительности и стоимости выполнения работ проекта на основе (3).

6. Если $NPV < 0$ или не удовлетворяет требуемому уровню экономической эффективности проекта, то определяем новые плановые значения длительности и стоимости выполнения работ проекта, и переходим к этапу 4.

7. Проведение переговоров между заказчиком и исполнителем проекта, назначение директивных сроков и стоимости выполнения работ проекта.

Рассмотрим практическое применение метода оценки длительности и стоимости выполнения работ с учетом негативного воздействия рисков на примере проекта создания беспилотного летательного аппарата (БПЛА).

2. Оценка стоимости проекта создания БПЛА с учетом негативного воздействия рисков

БПЛА в основном предназначен для воздушного наблюдения за опасными производственными объектами, которые могут быть источником возникновения различных чрезвычайных ситуаций. В реа-

лизации проекта по созданию БПЛА принимают участие НИИ проблем физического моделирования и малое предприятие «АСУ ХАИ». Последовательность этапов жизненного цикла проекта по созданию БПЛА и оценки стоимости их выполнения приведены в табл. 1.

Продолжительность фазы проектирования БПЛА составляет приблизительно 3 года, а затраты на ее выполнение – около 2 млн. грн. Фаза производства и продажи БПЛА рассчитана минимум на 3 года. Предполагаемый объем продаж составляет 10 шт. БПЛА за год по цене 2 млн. грн. за каждую единицу. Чистая прибыль за продажу 1 шт. БПЛА составляет 500 тыс. грн.

При формировании плана и бюджета проекта по созданию БПЛА было рассмотрено несколько возможных сценариев его реализации при ставке дисконта (d), равной 25 % годовых в гривне. В со-

ответствие с изложенным выше методом, оценки длительности и стоимости выполнения работ с учетом негативного воздействия рисков рассчитаны изменения показателей экономической эффективности (NPV) проекта по созданию БПЛА и возможных потерь в случае наступления соответствующих проектных рисков (табл. 2).

Полученные результаты были рассмотрены по критериям (3) и (2) заказчиком и исполнителем проекта по созданию БПЛА.

Плановые значения стоимости выполнения этапов (табл. 1) признаны приемлемыми по уровню экономической эффективности и возможным потерям, и были приняты в качестве директивных для проекта по созданию БПЛА.

Действуя подобным образом, можно определить плановые значения длительности выполнения этапов проекта по созданию БПЛА.

Таблица 1

Оценка стоимости этапов проекта по созданию БПЛА

Наименование этапа	Оптимистическая оценка c_{opt} , грн.	Пессимистическая оценка c_{pes} , грн.	Плановое значение c_{pl} , грн.
Фаза проектирования			
Внешнее проектирование	80000	110000	100000
Общее проектирование	55000	85000	75000
Проектирование частей	310000	370000	350000
Проектирование цеха	55000	85000	75000
Изготовление опытного образца	940000	1030000	1000000
Испытания	360000	420000	400000
Фаза производства и продажи			
Производство 1 шт. БПЛА	1440000	1530000	1500000

Таблица 2

Оценка NPV и возможных потерь при реализации проекта по созданию БПЛА

Наименование этапа	Год реализации проекта	Оптимистический сценарий		Пессимистический сценарий		Плановый сценарий	
		NCF, грн.	U_{max} , грн.	NCF, грн.	U_{max} , грн.	NCF, грн.	U_{max} , грн.
Внешнее проектирование	1	- 108000	60000	- 156000	0	- 140000	20000
Общее проектирование							
Проектирование частей	2	- 234000	90000	- 292000	0	- 272000	30000
Проектирование цеха							
Изготовление опытного образца	3	- 670000	150000	- 744000	0	- 718000	50000
Испытания							
Производство и продажа 10 шт. БПЛА	4	2295000	900000	1926000	0	2049000	300000
Производство и продажа 10 шт. БПЛА	5	1835000	900000	1541000	0	1639000	300000
Производство и продажа 10 шт. БПЛА	6	1470000	900000	1234000	0	1312000	300000
Итого		4600000	3000000	3500000	0	4000000	980000

Заключение

На основе совместного применения методов PERT и дисконтирования денежных потоков предложено определять плановые значения длительности

и стоимости выполнения работ по критериям экономической эффективности проекта, вероятности возникновения неблагоприятных событий и соответствующих потерь в случае их наступления. Это позволяет менеджерам формировать план управле-

ния проектом, направленный на снижение негативного воздействия проектных рисков.

Основной научный результат состоит в дальнейшем совершенствовании методов оценки длительности и стоимости проектов за счет учета негативного воздействия рисков на достижение основных целей и результатов проекта.

Практические результаты данной публикации были использованы при формировании плана управления проектом по созданию беспилотного летательного аппарата, выполняемым малым предприятием «АСУ ХАИ».

Литература

1. Товс А.С. *Управление проектами: стандарты, методы, опыт* / А.С. Товс, Г.Л. Ципес. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. – 240 с.
2. Бушуев С.Д. *Керівництво з питань проектного менеджменту* / С.Д. Бушуєв. – К.: Українська асоціація управління проектами, 1999. – 197 с.

ного менеджменту / С.Д. Бушуєв. – К.: Українська асоціація управління проектами, 1999. – 197 с.

3. Клиффорд Грей. *Управление проектами: практическое руководство: пер. с англ.* / Клиффорд Ф. Грей, Эрик У. Ларсон. – М.: «Дело и Сервис», 2003. – 528 с.

4. Верба В.А. *Проектний аналіз: підручник* / В.А. Верба, О.А. Загородніх. – К.: КНЕУ, 2000. – 322 с.

5. Кобиляцький Л.С. *Управління проектами: навч. посіб.* / Л.С. Кобиляцький. – К.: МАУП, 2002. – 200 с.

6. Арчибальд Р. *Управление высокотехнологичными программами и проектами: пер. с англ.* / Р. Арчибальд. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 464 с.

7. Грашина М. *Управление рисками как интегральная часть методологии проектного менеджмента [Электронный ресурс]* / М. Грашина, М. Ньюэлл. – Режим доступа: <http://www.intalev.com.ua>.

8. Вентцель Е.С. *Теория вероятностей и ее инженерные приложения* / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Наука, 1988. – 480 с.

Поступила в редакцию 14.05.2008

Рецензент: д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента И.В. Чумаченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

ОЦІНКА ТРИВАЛОСТІ ТА ВАРТОСТІ ПРОЕКТУ З УРАХУВАННЯМ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ РИЗИКІВ

М.О. Латкін, В.М. Ілюшко

Розглянуто проблему управління цілями, строками, вартістю та ризиками проекту. Для визначення планових значень тривалості та вартості виконання робіт запропоновано використати критерії економічної ефективності, імовірності виникнення несприятливих подій та відповідні втрати у випадку їх настання. Удосконалено метод оцінки тривалості та вартості проекту з урахуванням негативного впливу ризиків на досягнення основних результатів проекту. Це дає змогу формувати план управління проектом, що спрямований на зниження негативного впливу проектних ризиків.

Ключові слова: управління проектами, оцінка тривалості та вартості проекту, оцінка ризиків проекту, проектний аналіз.

ESTIMATION OF DURATION AND COST OF PROJECTS TAKING INTO ACCOUNT NEGATIVE INFLUENCE OF RISKS

M.A. Latkin, V.M. Ilyushko

The problem of management is considered by the purposes, terms, cost and risks of the project. For definition of planned values of duration and cost of performance of works it is offered to use criteria of economic efficiency of the project, probability of occurrence of adverse events and corresponding losses in case of their approach. The method of an estimation of duration and cost of the project taking into account negative influence of risks on achievement of the basic results of the project is improved. It gives the chance to form the plan of management of the project, directed on decrease in negative influence of project risks.

Key words: project management, estimation of duration and project cost, estimation of risks of the project, project analysis.

Латкін Матвей Алексеевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри виробництва радіоелектронних систем летальних апаратів Національного аэрокосмічного університета ім. Н.Е. Жуковського «ХАИ», Харків, Україна.

Ілюшко Віктор Михайлович – д-р техн. наук, професор, заведуючий кафедрою виробництва радіоелектронних систем летальних апаратів Національного аэрокосмічного університета ім. Н.Е. Жуковського «ХАИ», Харків, Україна.