

УДК 336.581 (045)

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ИНВЕСТИЦИЙ В ИТ-ПРОЕКТЫ

*Богданова М.Л., Михайлова Т.В.*

*Донецкий национальный технический университет, Украина*

*Проанализированы группы методов оценки эффективности инвестиций в ИТ-проекты: методы качественного и инвестиционного анализа, предложен алгоритм проведения экспресс-анализа ИТ-проектов при помощи методов многокритериальной оптимизации с целью предварительного отбора наиболее значимых проектных решений.*

### **Введение**

Научно-технический прогресс чрезвычайно ускорил темпы внедрения последних достижений в области информационных технологий во все сферы социально-экономической жизни общества. В управлении экономическими процессами внедрение информационных технологий предполагает, прежде всего, повышение производительности труда работников за счет снижения соотношения стоимость/производство, а также повышение квалификации и профессиональной грамотности занятых управленческой деятельностью специалистов.

Значительные затраты на разработку, приобретение и внедрение ИТ в сочетании со стремительным расширением областей и масштабов их использования определяет высокую актуальность задач оценки эффективности инвестиций в информационные технологии и, прежде всего, в информационные системы управления различного уровня. Это обусловило выбор темы работы, привело к необходимости изучения и анализа множества, имеющих место сегодня, зачастую не стыкующихся между собой, принципиально отличающихся по существу, методических обоснований и технических решений, подходов и методов оценки эффективности вложений в ИТ.

### **Основная часть**

Задачи сравнительного анализа и отбора инвестиционных мероприятий возникают как при подготовке отдельного инвестиционного проекта, так и при формировании инвестиционной программы, состоящей из совокупности проектов. Важность задач предварительного отбора определяется тем, что на этой стадии обычно рассматривается достаточно широкое множество альтернативных вариантов проекта, либо самих проектов (при формировании программы), детальный анализ которых приводит к существенным затратам ресурсов и времени. Кроме того, инвестиционная программа обычно включает (в зависимости от приоритетности тех или иных направлений развития) проекты различной «важности» (первоочередные, желательные и т.п.). В такой ситуации проведению детального финансово-экономического анализа предшествует этап предварительной экспертизы проекта (совокупности проектов) [6].

В ситуации, когда предложено множество альтернативных вариантов инвестиционных программ, на первом этапе актуально применение механизмов

экспертных оценок для отбора наиболее значимых проектов для данного предприятия. Предварительно оценивается общая информация о проекте, включающая сведения о типе инвестиционного проекта, соответствии целям и стратегии предприятия, потребностям рынка, актуальность и своевременность, а также потенциал роста и развития организации.

После отсеивания проектов, не соответствующих предъявляемым критериям, отобранные проекты рассматриваются более подробно.

Ключевым этапом прохождения проекта является оценка его инвестиционных качеств на основе комплексного анализа технико-экономического обоснования. На этом этапе осуществляется расчет времени окупаемости проектов, объем запрашиваемого финансирования, доходность, а также возможно выявление проектных рисков, разработка мер по их диверсификации и снижению. По результатам оценки принимается решение о целесообразности ведения переговоров о финансировании инвестиционного проекта.

Приведем модель оценки инвестиционных проектов на основе предложенного алгоритма. Пусть ЛПР (лицу, принимающему решение) предложено 8 альтернатив инвестирования в информационные технологии. Стоит задача выбора наиболее эффективного вложения инвестиций с целью получения максимального полезного эффекта от внедрения.

Одной из первых стоит задача выбора критериев для отбора альтернатив. Целью поставим выбор наиболее эффективного проекта с точки зрения новизны и перспектив развития. Таким образом, можно выделить такие критерии:

- актуальность и своевременность;
- адекватность функциональности существующей модели бизнес-процессов предприятия;
- возможность роста и развития;
- техническая поддержка;
- расширяемость;
- качество разработок.

Результаты полученных экспертных оценок и их весовые коэффициенты представим в виде таблицы 1.

Таблица 1. Критерии оценивания инвестиционных проектов

Характеристики	Степень важности							
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8
Актуальность и своевременность	5	6	3	1	7	8	4	2
Адекватность функциональности существующей модели бизнес-процессов предприятия	5	8	4	2	6	7	3	1
Возможность роста и развития	4	3	6	1	8	5	7	2
Техническая поддержка	5	4	2	8	6	7	1	3
Расширяемость	2	6	3	1	7	4	5	8
Качество разработок	4	7	6	2	5	8	3	1

Одним из широко используемых методов сравнительной оценки многокритериальных объектов принятия управленческих решений в практике управления – метод построения множества эффективных решений (множества Парето или Слейтера) [1].

В этом методе предполагается разделение всех альтернатив на 3 множества:

- M1 – недоминируемые (множество Парето или Слейтера);
- M2 – отброшенные;
- M3 – еще не проверенные.

На нулевом шаге все возможные варианты относятся в M3.

Первый этап – сравнение первого варианта из M3 с остальными из M3 (по всем критериям). Если есть  $i^*$  хуже первого, то  $i^*$  относится в M2, а далее продолжается проверка того же первого варианта. Если находится  $i^*$  лучше первого варианта, то первый в M2, а  $i^*$  на 1-е место в M3. Далее процедура повторяется с этапа 1.

Шаг 2: первый вариант из M3 переносится в M1. Если после этого M3 пусто, то процедура заканчивается, иначе – шаг 1.

Перебор альтернатив приведем в таблице 2.

Таблица 2. Множество эффективных решений

M1	M2	M3
		П1, П2, П3, П4, П5, П6, П7, П8
П1	П4, П8	П2, П3, П5, П6, П7
П1, П2	П4, П8, П7, П3	П5, П6
П1, П2, П5, П6		

Множество M3 пусто, значит решение найдено. В нашем случае это альтернативы 1, 2, 5 и 6. Далее будет проводиться анализ только этих инвестиционных проектов.

На следующем этапе проведем анализ эффективности проектов с финансовой точки зрения.

Рассмотрим инвестиционные проекты, денежные потоки которых характеризуются равномерным распределением на фазах инвестирования и функционирования производства.

Для данной дискретной модели распределения денежных потоков, значение основного интегрального показателя NPV рассчитывается как [6]:

$$NPV = -\frac{I}{t_c} \sum_{t=1}^{t_c} \frac{1}{(1+\delta)^t} + I(r+d) \sum_{t=t_c+\Delta t+1}^{t_c+\Delta t+T} \frac{1}{(1+\delta)^t}, \quad (1)$$

где  $t$  – время (дискретная величина);  $t_c$  – длительность инвестиционной фазы проекта;  $\Delta t$  – время выхода проекта на номинальную мощность;  $T$  – срок службы оборудования (период амортизации);  $d$  – норма амортизации (обратно пропорциональна сроку службы оборудования);  $CF$  – денежные потоки, возникающие в процессе реализации инвестиционного проекта;  $I$  – величина общего объема инвестиций в проект;  $r$  – простая норма прибыли;  $dI$  – амортизация за период;  $\delta$  – дисконтный коэффициент.

С использованием свойств аннуитета, условия экономической эффективности инвестиционного проекта –  $NPV > 0$  и с учетом замены  $T=1/d$  выражение (1) можно

заменить на [6]:

$$r + d > (1 + \delta)^{\Delta t} \frac{(1 + \delta)^{1/d} - 1}{(1 + \delta)^{1/d} - 1} \frac{(1 + \delta)^{t_c} - 1}{t_c}, \quad (2)$$

Выражение (2) отражает условие доходности и экономической эффективности инвестиционного проекта.

Для нахождения аналитического выражения, определяющего количественную оценку эффективности приравняем NPV нулю и с использованием свойств аннуитета выражение (1) принимает вид:

$$\frac{r + d}{(1 + \delta)^{t_c}} * \frac{(1 + \delta)^T - 1}{(1 + \delta)^{T + \Delta t}} - \frac{(1 + \delta)^{t_c} - 1}{t_c} = 0, \quad (3)$$

Учитывая, что для крупных реальных инвестиционных проектов продолжительность фазы инвестирования на практике составляет 3-5 лет, выхода проекта на номинальную мощность – 1 год, фазы функционирования производства 15-20 лет, приближенную оценку IRR можно выразить как [3]:

$$IRR = (0,75 * (r + d) * t_c + 1)^{1/t_c} - 1 \quad (4)$$

Для получения более точного аналитического выражения IRR используем метод последовательных приближений, где в качестве начальной точки приближения выберем выражение (4). Для этого преобразуем выражение (3) к виду  $\delta = \varphi(\delta)$ . Проведенный анализ поведения функции  $\varphi(\delta)$  на отрезке допустимых значений  $\delta$  показал, что для реальных инвестиционных проектов  $|\varphi(\delta)| \leq 0,25$ , а при увеличении значения  $\delta$   $\varphi(\delta)$  стремится к 0,05, что обеспечивает хорошую сходимость итерационного процесса к точному значению IRR. После проведения одной итерации с использованием метода последовательных приближений и соответствующих алгебраических преобразований более точное выражение принимает вид:

$$IRR = \frac{0,75 * (r + d) * t_c * ((r + d) * t_c + 1)^{1/d * t_c} - 1}{((r + d) * t_c + 1)^{(d * \Delta t + 1) / t_c * d}} \quad (5)$$

Произведенные расчеты, а также оценки погрешности значений аналитического выражения (5), примененного к реальным инвестиционным проектам, приведены в таблице 3.

Из таблицы 2 видно, что количественные оценки эффективности реальных

Таблица 3. Итоговые расчеты

	ИП 1	ИП 2	ИП 3	ИП 4
$t_c$	4	5	3	5
$\Delta t$	1	1	0	0
R	0,16	0,14	0,11	0,15
T	18	15	20	17
NPV, грн	20 050	35 700	27 000	26 450
IRR точное	0,1328	0,1264	0,1131	0,1412

инвестиционных проектов, полученные с использованием выражения (5) имеют небольшую погрешность. Наиболее эффективным является инвестиционный проект 2, так как срок его окупаемости 5 лет, что больше, чем у проекта 1, однако ожидаемый доход в данном случае больше – 35 700 грн. Погрешность проведенных расчетов в данном случае составила 7%.

### **Выводы**

Инвестиционная стратегия реализуется через принимаемые инвестиционные проекты. Выбор и принятие проекта сопровождается его всесторонней оценкой и анализом.

В данной работе проанализированы методы оценки эффективности инвестирования информационных систем. Предложен алгоритм проведения экспресс-анализа таких проектов при помощи методов многокритериальной оптимизации с целью предварительного отбора наиболее значимых проектных решений. Метод многокритериального оценивания ИП основан на сравнении критериев выбора ИП и последовательном переборе предложенных альтернатив для формирования множества Парето – эффективного множества.

Рассмотренные на втором этапе анализа методы применяются для оценки значений финансово-экономических показателей проекта, характеризующих поток чистых платежей для инвестированного капитала.

Предложенный алгоритм позволяет на ранних стадиях отобрать наиболее значимые варианты из предложенных альтернатив и отбросить неэффективные варианты.

Применение этих алгоритмов позволяет согласовать результаты инвестирования IT-проектов с бизнес-целями предприятия.

### **Перечень источников**

- [1] Богатырев В.Д. Механизмы согласованного управления инвестициями в IT-проекты [Текст] / В.Д. Богатырев, Д.Г. Гришанов, О.В. Павлов // Сб. тр. мол. уч. Выпуск 4. – М.: ИПУ РАН, 2007. – С. 35-39.
- [2] Дыбов А.М. Особенности оценки инвестиционных проектов с учетом факторов риска и неопределенности [Текст] / А.М. Дыбов // Вестн. удм. унив. Экономика, №3. – 2010. – С. 7-14.
- [3] Зуев О.М. Экспертные технологии в управлении инвестициями [Текст] / О.М. Зуев // Тр. межд. науч.-практ. конф. Том 2. – М.: ИПУ РАИ, 2003. – С.92-93.
- [4] Пересада А. А., Онікієнко С. В., Коваленко Ю. М. Інвестиційний аналіз. — К.: КНЕУ, 2003. — 134 с.
- [5] Шабалин А.Н. Инвестиционный анализ. – М.: Моск. фин.-пром. ак., 2004. – 78 С.
- [6] Юрченко С.С. Экономические методы экспресс-анализа инвестиционных проектов [Текст] / С.С. Юрченко // Сб. тр. мол. уч. Выпуск 4. – М.: ИПУ РАН, 2009. – С. 35-39.