

УДК 519.216.3

*Е. В. Данько*

**Имитационная модель оценки информационной полезности двухэтапной экспертизы инвестиционных проектов**

*E. V. Danko*

**Simulation Model to Evaluate Informational Value of Two-Phase Investment Expertise**

При принятии решения о вложении денежных средств в инвестиционный проект важную роль может сыграть экспертиза рассматриваемого проекта. В связи с этим становится актуальным вопрос о прогнозе наиболее вероятных результатов инвестиционной экспертизы проекта. В данном исследовании ставится задача разработки и проверки методики определения информационной полезности для двухэтапной экспертизы инвестиционного проекта в зависимости от имеющейся о проекте информации. Для решения поставленной задачи использован пакет электронных таблиц MS Excel.

**Ключевые слова:** ожидаемая полезность; экспертиза инвестиционных проектов; информационная ценность экспертизы.

**DOI** 10.14258/izvasu(2013)1.2-13

An important role in a process of decision concerning financial investment can be played by investment expertise. As a result, the problem of forecast of the most probable results of investment expertise acquires an utmost importance. The research set a problem to develop and examine methods evaluating informational value of two-phase investment expertise depending on possessed information about an investment project. MS Excel has been used in order to solve the posed problem.

**Key words:** expected usefulness, expertise of investment projects, informational value of an expertise.

Для решения поставленной проблемы примем следующие допущения.

В результате реализации проекта чистый приведенный доход (*NPV*) может принять любое значение из отрезка [*NPV*<sub>1</sub>; *NPV*<sub>2</sub>], причем:

$$\begin{cases} NPV_1 < 0; \\ NPV_2 > 0. \end{cases}$$

где *NPV* – равномерно распределенная величина на отрезке [*NPV*<sub>1</sub>; *NPV*<sub>2</sub>]. [*NPV*<sub>1</sub><sup>E1</sup>; *NPV*<sub>2</sub><sup>E1</sup>] — уточненный отрезок для *NPV* после проведения первого этапа экспертизы.

После экспертизы происходит сокращение отрезка неопределенности при принятии решения о реализации проекта, т. е.:

$$(NPV_2^{E1} - NPV_1^{E1}) < (NPV_2 - NPV_1).$$

Второй этап экспертизы дополнительно уточняет первый:

$$(NPV_2^{E2} - NPV_1^{E2}) < (NPV_2^{E1} - NPV_1^{E1}).$$

Половину длины отрезка неопределенности после экспертизы назовем погрешностью ( $\Delta$ ):

$$\frac{NPV_2^{E1} - NPV_1^{E1}}{2} = \Delta_1; \frac{NPV_2^{E2} - NPV_1^{E2}}{2} = \Delta_2.$$

Рассмотрим подробно процесс принятия решения при проведении двухэтапной инвестиционной экспертизы (рис. 1).

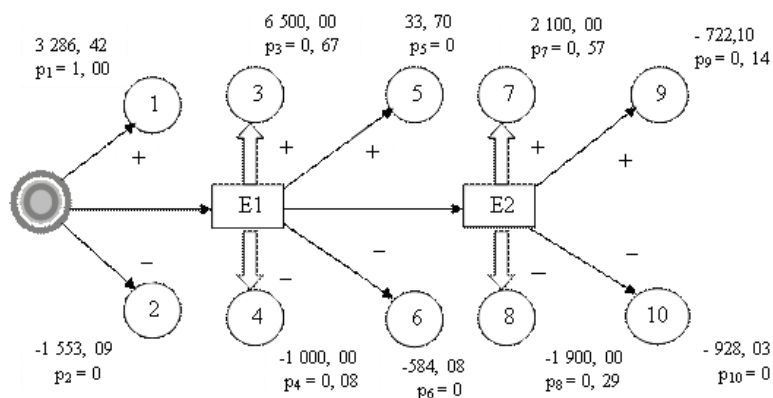


Рис. 1. Схема принятия решения в случае двухэтапной экспертизы

В представленной постановке процесса решения под номерами 3, 7 (принятие проекта) и 4, 8 (отклонение проекта) принимаются в случаях:

$$\begin{cases} NPV_1^E > 0; \\ NPV_2^E > 0 \end{cases} \quad (\text{для решений 3,7});$$

$$\begin{cases} NPV_1^E < 0; \\ NPV_2^E < 0 \end{cases} \quad (\text{для решений 4,8}).$$

Оставшиеся решения (номера 5, 6, 9, 10) принимаются в условиях неопределенности, при которых  $NPV_1^E < 0$  и  $NPV_2^E > 0$ . Решения под номерами 1 и 2 соответствуют принятию (отклонению) проекта на основании предварительной оценки проекта без проведения экспертиз ( $NPV_1 < 0$  и  $NPV_2 > 0$ ).

Анализ литературы [1, 2] показывает, что при принятии рисков инвестиционного проекта возникает эффект страха ущерба, а при их отклонении — эффект сожаления об упущенной выгоде. Для учета данных факторов при определении полезности имеющихся решений введем коэффициенты: «страх» ущерба ( $\beta$ ) и сожаление об упущенной выгоде ( $\gamma$ ).

Применительно к данной ситуации в литературе также существует подход, согласно которому инвестор может принять проект при выполнении следующего условия:

$$NPV(\alpha) = NPV_1\alpha + NPV_2(1 - \alpha) > 0,$$

где  $\alpha$  — коэффициент риска  $\alpha \in [0,5; 1]$ .

Для обеспечения согласованности коэффициентов  $\beta$  и  $\gamma$  с коэффициентом риска  $\alpha$  получено следующее соотношение [3]:

$$\left(\frac{\alpha - 1}{\alpha}\right)^2 = \frac{1 + \gamma}{1 + 2\beta}.$$

Полезность принятия проекта без проведения экспертизы (решение 1) определим по формуле:

$$U_1 = (1 + \beta) \frac{NPV_1}{2} \frac{-NPV_1}{NPV_2 - NPV_1} + \frac{NPV_2}{2} \frac{NPV_2}{NPV_2 - NPV_1}. \quad (1)$$

Так как в рассматриваемом случае имеет место равномерное распределение величины  $NPV$ , то определяются средние величины возможных убытка и дохода проекта и соответствующие вероятности их получения, при этом слагаемое, соответствующее возможному убытку, корректируется коэффициентом «страха» ущерба.

Вероятности получения дохода и убытка при реализации проекта обозначим соответственно:

$$p_2 = \frac{NPV_2}{NPV_2 - NPV_1}, \quad p_1 = \frac{-NPV_1}{NPV_2 - NPV_1}.$$

Полезность отклонения проекта без проведения экспертизы (решение 2) определим таким образом:

$$U_2 = -\beta \frac{NPV_1}{2} p_1 - \gamma \frac{NPV_2}{2} p_2. \quad (2)$$

Здесь возможный избегаемый убыток корректируется коэффициентом «страха» ущерба, а возможный неполученный доход — коэффициентом сожаления об упущенной выгоде.

До проведения экспертиз инвестору известны погрешности экспертиз  $\Delta_1, \Delta_2$  и их стоимости  $E_1, E_2$ . Отрезок  $[NPV_1^{E1}; NPV_2^{E1}]$  находится внутри отрезка  $[NPV_1; NPV_2]$ , и в зависимости от его положения функция полезности решений записывается разными аналитическими выражениями (табл.).

Полезности решений после первой экспертизы

Положение отрезка $[NPV_1^{E1}; NPV_2^{E1}]$	Принятие проекта	Отклонение проекта
$\begin{cases} NPV_1^{E1} < 0; \\ NPV_2^{E1} < 0. \end{cases}$	$U_3^i = \frac{NPV_2^{E1} + NPV_1^{E1}}{2} - E_1$	$U_4^i = \frac{NPV_2^{E1} + NPV_1^{E1}}{2} - E_1$
$\begin{cases} NPV_1^{E1} < 0; \\ NPV_2^{E1} > 0. \end{cases}$	$U_5^i = (1 + \beta) \frac{NPV_1}{2} p_1 + \frac{NPV_2}{2} p_2 - E_1$	$U_6^i = -\beta \frac{NPV_1}{2} p_1 - \gamma \frac{NPV_2}{2} p_2 - E_1$
$\begin{cases} NPV_1^{E1} > 0; \\ NPV_2^{E1} > 0. \end{cases}$	$U_3^i = \frac{NPV_2^{E1} + NPV_1^{E1}}{2} - E_1$	$U_4^i = \frac{NPV_2^{E1} + NPV_1^{E1}}{2} - E_1$

Предполагаем, что проекты, для которых  $NPV_1 \leq NPV_1^{E1} < -\Delta_1$ , будут отклоняться и их полезность составляет  $U_4$ . Вероятность принятия решения 4 (попадания характеристик проекта в указанный отрезок) определяется так:

если  $(NPV_1 + \Delta_1) < 0$ , то  $p_4 = \frac{-(NPV_1 + \Delta_1)}{NPV_2 - NPV_1 - 2\Delta_1}$ , иначе  $p_4 = 0$ .

Полезность  $U_4$  при этом определяется следующим образом:

если  $p_4 > 0$ , то  $U_4 = \frac{NPV_1 + \Delta_1}{2} - E_1$ , иначе  $U_4 = 0$

Аналогичные формулы имеют место после экспертизы №2 для аналогичного решения 8, только с учетом общей стоимости двух этапов.

Проекты, для которых  $2\Delta_1 > NPV_2^E \geq NPV_2$ , будут приниматься и их полезность составляет  $U_3$ . Вероятность принятия решения 3 определяется так:

если  $2\Delta_1 < NPV_2$ , то  $p_3 = \frac{NPV_2 - 2\Delta_1}{NPV_2 - NPV_1 - 2\Delta_1}$ , иначе  $p_3 = 0$ .

Полезность  $U_3$  при этом определяется следующим образом:

если  $p_3 > 0$ , то  $U_3 = \frac{NPV_2}{2} - E_1$ , иначе  $U_3 = 0$ .

Аналогичные формулы имеют место после экспертизы №2 для аналогичного решения 7, однако учитывается суммарная стоимость двух этапов.

Для оставшихся положений отрезка  $[NPV_1^{E1}; NPV_2^{E1}]$ , при которых  $NPV_1^{E1} < 0$  и  $NPV_2^{E1} > 0$ , проводится оценка средних полезностей принятия ( $U_5$ ) и отклонения ( $U_6$ ) проектов на отрезке  $[-\Delta_1; 2\Delta_1]$ .

Для проведения такой оценки принимаем, что  $NPV_1^{E1} = -\Delta_1; NPV_2^{E1} = \Delta_1$ . Далее определяются полезности принятия и отклонения полученного модельного проекта по формулам 1 и 2 соответственно с дополнительным вычетом стоимости  $E_1$  для каждой формулы. Входным параметром для дальнейших вычислений также является шаг сдвига для экспертизы №1 ( $x_1$ ), представляющего собой небольшую величину, на которую происходит сдвиг вправо модельного отрезка  $[NPV_1^{E1}; NPV_2^{E1}]$ , который принимает положение  $[-\Delta_1 + x_1; \Delta_1 + x_1]$ . Далее снова проводится определение полезности принятия и отклонения полученного модельного проекта по формулам 1 и 2. Данная процедура сдвига продолжается до выполнения равенства  $\Delta_1 + kx_1 = 2\Delta_1$  или  $kx_1 = \Delta_1$ , после чего определяются средние полезности принятия  $U_5$  и отклонения  $U_6$  всех смоделированных проектов. Аналогичная процедура проводится для определения полезностей решений 9 и 10.

Для определения информационной полезности экспертизы необходимо оценить полезности на путях I и II (см. рис. 1). Полезность на пути II рассчитывается по следующей формуле:

$$U(II) = U_7 p_7 + U_8 p_8 + (1 - (p_7 + p_8)) \max(U_9; U_{10}),$$

где  $\begin{cases} p_9 = 1 - (p_7 + p_8), & \text{если } U_9 > U_{10} \\ p_{10} = 1 - (p_7 + p_8), & \text{если } U_{10} > U_9 \end{cases}$

Далее находится полезность на пути I:

$$U(I) = U_3 p_3 + U_4 p_4 + (1 - (p_3 + p_4)) \max(U_5; U_6; U(II)),$$

где  $\begin{cases} p_5 = 1 - (p_3 + p_4), & \text{если } \max(U_5; U_6; U(II)) = U_5; \\ p_6 = 1 - (p_3 + p_4), & \text{если } \max(U_5; U_6; U(II)) = U_6; \\ p_{II} = 1 - (p_3 + p_4), & \text{если } \max(U_5; U_6; U(II)) = U(II). \end{cases}$

Полезность принятия решения без проведения инвестиционной экспертизы определяется следующим образом:

$$U_0 = \max(U_1; U_2).$$

Полезность проведения экспертизы определяется следующим выражением:

$$U^E = U(I) - U_0. \quad (3)$$

Таким образом, полезность решения отдать инвестиционный проект на экспертизу определяется как разность полезности на пути I и максимального значения полезности из имеющихся на предварительном этапе решений (решения 1 и 2).

Рассмотрим модельный пример в условных денежных единицах для исследования введенных формул. Пусть  $NPV_1 = -4\ 000$  и  $NPV_2 = 14\ 000$ , коэффициент риска  $\alpha = 0,7$ , коэффициент сожаления об упущенной выгоде  $\gamma = 0,6$ . Имеется возможность провести предварительную экспертизу с параметрами  $\Delta_1 = 3\ 000$  и  $E_1 = 500$ , уточняющую экспертизу — с параметрами  $\Delta_2 = 1\ 000$  и  $E_2 = 400$ . Шаг сдвига для моделирования результатов первого этапа экспертизы  $x_1 = 15$ .

После расчетов по приведенным формулам в среде MS Excel получаем следующую сеть (рис. 2).

По формуле 3 находим информационную полезность проведения экспертизы:  $U^E = U(I) - U_0 = 1102,08$ . Таким образом, экспертиза имеет положительную полезность, следовательно, ее проведение выгодно для уточнения возможных результатов инвестиционного проекта. Кроме того, после проведения первого этапа среди решений 5, 6 и E2, решение E2 имеет наибольшую полезность, поэтому проведение второго этапа также выгодно при установленных входных данных. В случае если бы решение 5 или 6 имело полезность большую, чем полезность E2, тогда проведение второго этапа было бы невыгодным.

Для оценки результатов проведения экспертизы введем два показателя: эффект  $B^E$  и полезность  $U^E$  экспертизы, которые связаны соотношением:

$$U^E = B^E - E,$$

где  $E$  — затраты на проведение экспертизы.

Следовательно, показатели эффекта и полезности равны в случае отсутствия затрат на экспертизу. На рисунке 3 приведен график изменения эффекта инвестиционной экспертизы при одновременном изменении погрешности  $\Delta_1 = \Delta_2$  (на втором этапе не происходит уточнения первого).

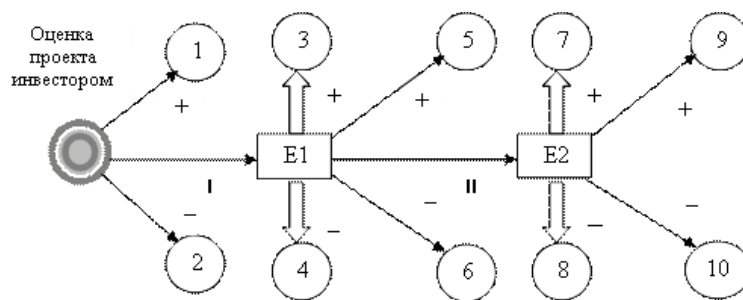


Рис. 2. Полезности решений в случае двухэтапной экспертизы

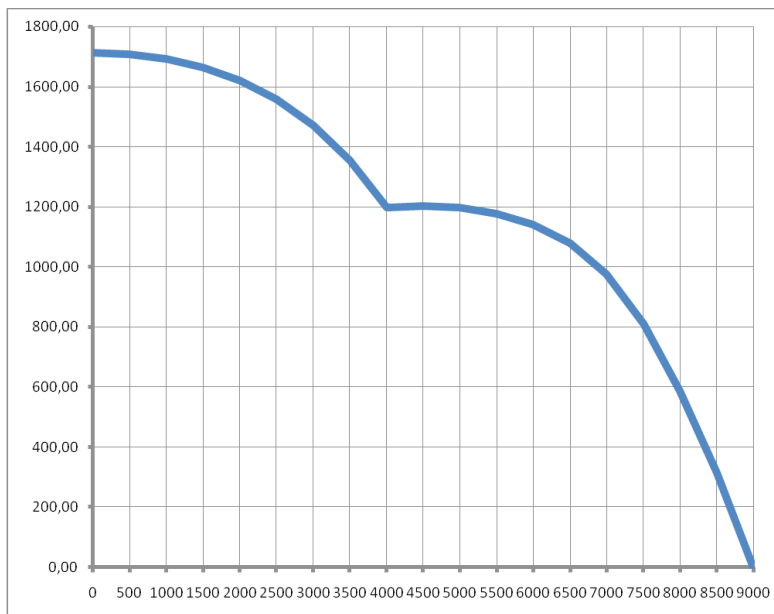


Рис. 3. Зависимость эффекта экспертизы от ее погрешности

Излом и небольшой подъем на графике при значениях погрешности  $\Delta_1 \in [4000; 5000]$  объясняется тем фактом, что, начиная с  $\Delta_1 = 4000$ , происходит уточнение только верхней границы  $NPV$ , так как нижняя граница  $NPV_1^{E1}$  фиксируется на уровне (первоначальной грани-

це  $NPV$ , определенной на основании предварительной оценки проекта инвестором). На рисунке 4 приведен график изменения полезности второго этапа экспертизы  $U(II)$  при постоянных  $\Delta_2 = 1\ 000$ ;  $E_1 = 500$ ;  $E_2 = 400$  в зависимости от изменения  $\Delta_1$ .

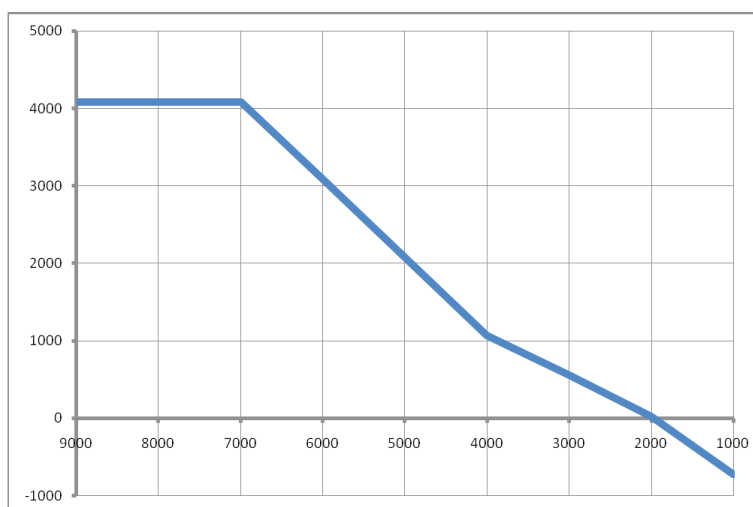


Рис. 4. Зависимость полезности второго этапа экспертизы от погрешности первой экспертизы

При погрешности  $\Delta_1 \in [2000; 9000]$  проведение второго этапа экспертизы является выгодным, так как график полезности находится выше горизонтальной оси. При значениях  $\Delta_1 \in [7000; 9000]$  полезность проведения второго этапа максимальна и не изменяется, это объясняется тем, что по результатам первой экспертизы не происходит выделения проектов по решению 3 или 4 (вероятность пути II — 100%). Однако при уменьшении  $\Delta_1$  ниже уровня  $\frac{NPV_2}{2}$  часть проектов принимается по решению 3, поэтому полезность  $U(II)$  становится меньше. Второй излом при значении  $\Delta_1 = 4000$  происходит, так как при уменьшении  $\Delta_1$  ниже уровня  $|NPV_1|$  другая часть проектов отклоняется по решению 4, поэтому дальнейшее уменьшение  $U(II)$  происходит меньшими темпами.

Как видно на представленных графиках, изломы происходят при значениях  $\Delta = |NPV_1|$

и  $\Delta = \frac{NPV_2}{2}$ , так как функция полезности с использованием коэффициентов  $\beta$  и  $\gamma$  используется на отрезке  $[-\Delta_1; 2\Delta_1]$ , когда имеется неопределенность в вопросе относительно принятия инвестиционного проекта к реализации. Поэтому при совпадении концов отрезка исходной неопределенности  $[NPV_1; NPV_2]$  с концами отрезка  $[-\Delta_1; 2\Delta_1]$  наблюдаются точки изломов исследованных графиков.

пользованием коэффициентов  $\beta$  и  $\gamma$  используется на отрезке  $[-\Delta_1; 2\Delta_1]$ , когда имеется неопределенность в вопросе относительно принятия инвестиционного проекта к реализации. Поэтому при совпадении концов отрезка исходной неопределенности  $[NPV_1; NPV_2]$  с концами отрезка  $[-\Delta_1; 2\Delta_1]$  наблюдаются точки изломов исследованных графиков.

**Заключение.** В статье рассмотрена методика по определению информационной полезности двухэтапной инвестиционной экспертизы. На основе введенных формул составлен набор таблиц в среде MS Excel, позволяющий принять рациональное решение относительно необходимости проведения экспертизы в зависимости от характеристик проекта и экспертизы.

### Библиографический список

Бернстайн П. Против богов: Укрощение риска / пер. с англ. — М., 2000.

Шапкин А. С., Шапкин В. А. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций : учебник. — М., 2005.

Боговиз А. В., Данько Е. В., Оскорбин Н. М. О функции ожидаемой полезности инвестиционных проектов в условиях риска [Электронный ресурс]. — URL: [http://www.ukrnauka.ru/DN/28-03-2012\\_A4\\_tom-82.pdf](http://www.ukrnauka.ru/DN/28-03-2012_A4_tom-82.pdf).