

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКА ИНВЕСТИЦИЙ И ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ

Шевченко Н. Ю., Гореславец А. Н., Невдохин М. В.

Отмечено, что одним из наиболее важных факторов развития предприятия являются инвестиции, то есть долгосрочные вложения капитала для создания нового или совершенствования и модернизации действующего производственного аппарата с целью получения прибыли. Отмечена важность реального инвестирования. Представлены концептуальные подходы к формированию оптимального портфеля реального инвестирования. Выбраны критерии оптимальности, сформированы ограничения в виде нежестких неравенств. Предложена математическая модель учета риска инвестирования на основе метода имитационного моделирования. В результате применения имитационной модели получены интервальные значения цены, переменных расходов и объема производства. Реализация алгоритма апробирована на типовом примере для типографического предприятия.

Відмічено, що одним з найбільш важливих чинників розвитку підприємства є інвестиції, тобто довгострокові вкладення капіталу для створення нового або вдосконалення і модернізації діючого виробничого апарату з метою отримання прибутку. Відмічена важливість реального інвестування. Представлені концептуальні підходи до формування оптимального портфеля реального інвестування. Вибрані критерії оптимальності, сформовані обмеження у вигляді нежорстких нерівностей. Запропонована математична модель обліку ризику інвестування на основі методу імітаційного моделювання. В результаті застосування імітаційної моделі отримані інтервальні значення ціни, змінних витрат і обсягу виробництва. Реалізація алгоритму апробована на типовому прикладі для друкарні.

It is marked, that one of the most essential factors of development of enterprise are investments, id est long-term investments of capital for creation of new or perfection and modernisation of operating productive vehicle with the purpose of receipt of income. Importance of the real investing is marked. The conceptual going is presented near an optimal portfolio of the real investing construction. The criteria of optimality are chosen, limitations are formed as non-rigid inequalities. The mathematical model of account of risk of investing is offered on the basis of simulation technique. As a result of application of simulation model the interval values of price, variable charges and production volume are got. Realization of algorithm is approved on a model example for a printing-house enterprise.

Шевченко Н. Ю.

канд. экон. наук, доц. каф. ИСПР ДГМА

[Natasha\\_shev@mail.ru](mailto:Natasha_shev@mail.ru)

Гореславец А. Н.

ассистент каф. ИСПР ДГМА

Невдохин М. В.

студент каф. ИСПР ДГМА

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

УДК 519.6:519.8

**Шевченко Н. Ю., Гореславец А. Н., Невдохин М. В.**

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКА ИНВЕСТИЦИЙ И ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ**

Одним из наиболее важных факторов развития предприятия являются инвестиции, то есть долгосрочные вложения капитала для создания нового или совершенствования и модернизации действующего производственного аппарата с целью получения прибыли. Значение анализа для планирования и осуществления инвестиционной деятельности очень важно. При этом особую важность имеет предварительный анализ, который проводится на стадии разработки инвестиционных проектов и способствует принятию разумных и обоснованных управленческих решений. Обязательным структурным элементом процесса анализа инвестиционных проектов является оценка их рисков. Отбор объектов инвестирования по критерию доходности (эффективности) играет существенную роль в процессе инвестиционного анализа в связи с высокой значимостью этого фактора в системе оценок проектов реального инвестирования. На проведении предварительного инвестиционного анализа базируется и стратегия развития предприятия [1–3].

Научными разработками в сфере формирования стратегии инвестиционного развития занимались Бланк И., Пересада А., Бузько И., Вартанова О., Голубенко А., Мардарь С., Борисов В., Касаров Г., Ляшенко А., Спивак С. и др. Весомый вклад в решение проблем моделирования инвестиционной деятельности, формирования стратегии инвестиционного развития экономических систем с учетом риска сделали такие ученые, как Алтунин А., Верченко П., Витлинский В., Горин И., Кордзадзе Т., Молдавская Е., Морозикова Т., Недосекин А., Нижник В., Орлова Е., Порохня В., Сердюкова И., Станиславчик Е., Терещенко С., Фатхутдинов Р., Шелобаев С. и др.

Однако, при наличии весомых научных результатов в сфере стратегического планирования, моделирования инвестиционной деятельности и инвестиционного развития, рискологии существует потребность в дальнейшем изучении и совершенствовании механизма формирования оптимального инвестиционного портфеля в привязке к конкретной экономической отрасли. В частности, важной является разработка формализованных механизмов принятия управленческих решений в сфере реального инвестирования в условиях нестабильной экономической среды с целью получения дополнительной прибыли и ресурсосбережения.

Цель исследования – разработка технологии оценки риска инвестиций и формирования оптимальной структуры инвестиционного портфеля, максимизирующей прибыль.

Отбор объектов инвестирования по критерию доходности (эффективности) играет более существенную роль в процессе инвестиционного анализа, по сравнению с критериями риска и ликвидности, в связи с высокой значимостью этого фактора в системе оценок проектов реального инвестирования [1].

В наибольшей степени принципу составления оптимального портфеля соответствуют методы линейного программирования, позволяющие решить задачу максимизации доходности портфеля при заданных ограничениях.

При постановке задачи линейного программирования оптимизация инвестиционного портфеля сводится к задаче нахождения такой комбинации инвестиционных объектов, которая обеспечила бы максимально возможный уровень доходности при заданных ограничениях.

В качестве критериального показателя доходности портфеля предлагается использовать показатель суммарного чистого приведенного дохода проектов ( $NPV$ ), отражающий совокупный эффект инвестиций:

$$\sum_{i=1}^m NPV_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $m$  – количество проектов.

В качестве ограничения целесообразно использовать нестрогое неравенство по общему объему инвестиций по объектам в составе инвестиционного портфеля  $\sum_{i=1}^m I_i$  не должен превышать объем инвестиционных ресурсов, выделенных для финансирования инвестиций  $I_p$ .

Чистая приведенная стоимость (Net Present Value)  $NPV$  рассчитывается по формуле:

$$NPV_i = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} - I_i. \quad (2)$$

где  $NCF_t$  – чистые денежные потоки  $t$ -го года;  $I_i$  – начальные инвестиции;  $r$  – ставка дисконтирования.

Т. к. при расчете  $NCF_t$  учитываются затраты на проект  $I_t$ , и это значение рассчитывается за каждый год, а потому дисконтируется, то формула расчета  $NPV$  проекта приобретает вид:

$$NPV_i = \sum_{t=1}^n NCF_t. \quad (3)$$

Чистый денежный поток ( $NCF_t$ ) будет определяться по формуле:

$$NCF_t = \frac{((C_t - P_t) \cdot V_t \cdot CPI - A_t) \cdot (1 - N) + A_t - I_t}{(1+r)^t}, \quad (4)$$

где  $C_t$  – цена за единицу продукции в  $t$  году;  $P_t$  – переменные затраты на производство единицы продукции в  $t$  году;  $V_t$  – объем произведенной продукции в  $t$  году;  $CPI$  – индекс инфляции;  $A_t$  – амортизация в  $t$  году;  $N$  – налог на прибыль;  $I_t$  – затраты на проект в  $t$  году.

Значения  $C_t$ ,  $P_t$  и  $V_t$  предлагается рассчитывать с помощью метода Монте-Карло. Границы объема производства также можно задавать случайным образом, исходя из максимальной производительности оборудования, а можно спрогнозировать на основе спроса на продукцию за предыдущие годы.

Цикл имитационного моделирования для оценивания инвестиционного риска подразделяется на пять основных этапов (рис. 1) [1]:

1. Построение модели инвестиционного проекта, в которой выделяются детерминированные и случайные переменные (определённые и неопределённые), а также задаются зависимости, объединяющие все переменные между собой.

2. Построение гипотез о распределении вероятных значений каждой неопределённой переменной.

3. Случайный выбор значения из данного гипотетического распределения конкретной неопределённой переменной и определение для него значения итоговой переменной.

4. Проведение запланированной серии имитационных экспериментов для получения множества значений выходной переменной.

5. Построение и интерполяция эмпирического распределения значений итоговой переменной по результатам серии имитационных экспериментов.

Метод Монте-Карло заключается в модельном воспроизведении процесса с помощью стохастического моделирования, которое основывается на законе больших чисел: теоремах Чебышева и теорема Бернулли. Принятие нормального закона распределения случайных величин в методе Монте-Карло не противоречит общепринятой позиции относительно практического применения закона для экономических расчетов и может использоваться для определения реального закона распределения входных параметров имитации [2].

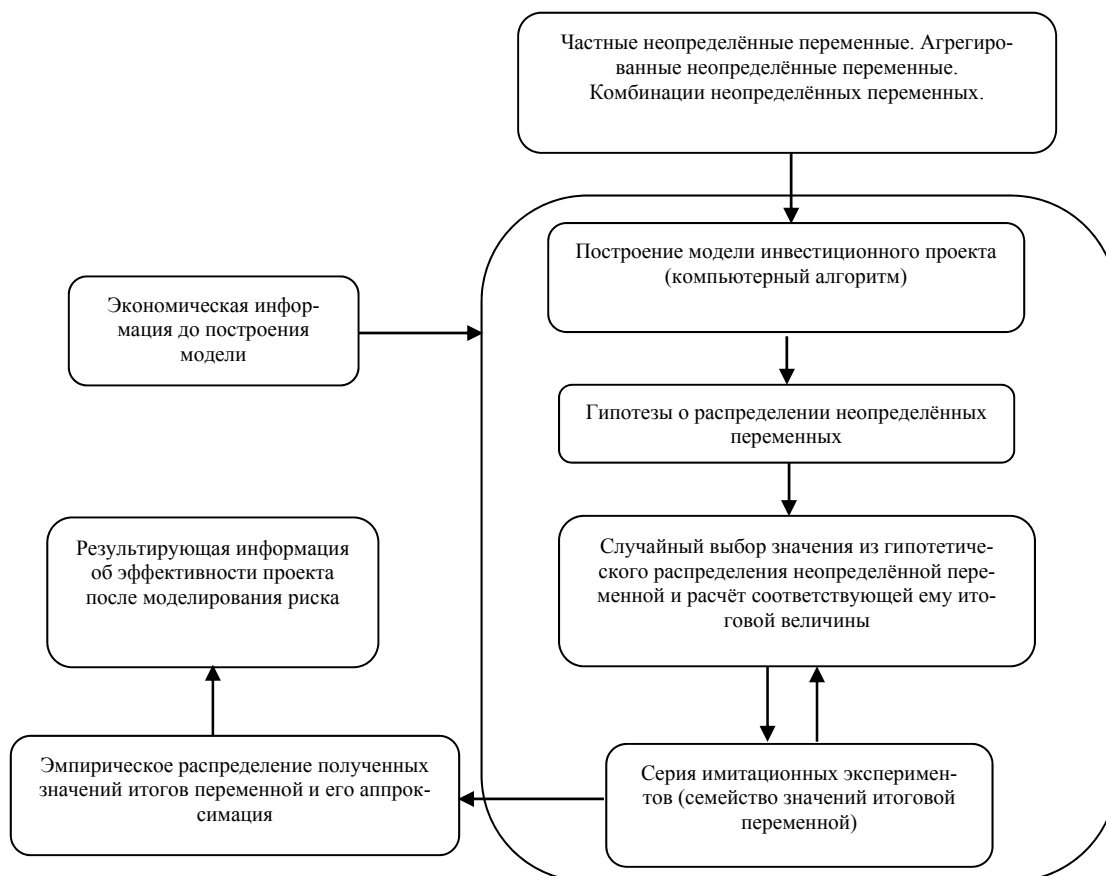


Рис. 1. Цикл имитационного моделирования для оценки риска инвестиционных проектов

В результате применения имитационной модели получают интервальные значения цены, переменных расходов и объема производства, на основе которых осуществляется дальнейший расчет показателей инвестиционного проекта.

Полагая, что спрос на продукцию неэластичен, необходимо предусмотреть возможность проведения выравнивания динамического ряда данных за предыдущие годы с помощью, например, полиномиальной функции 1-й степени:

$$\bar{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t. \quad (5)$$

Коэффициенты уравнение определяются по соответствующим формулам и, подставляя найденные значения  $a_0$  и  $a_1$  в уравнение прямой линии, находятся выровненные годовые уровни, путем подстановки в уравнение соответствующих значений параметра  $t$ . Таким образом, величина параметра  $a_1$  в уравнении прямой показывает среднюю величину абсолютного прироста выровненного ряда динамики.

Далее определяем точность проведенного прогноза по формуле среднеквадратического отклонения:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_t)^2}{n}}. \quad (7)$$

Теперь примем границы интервала колебания спроса как  $[\bar{y}_t - \sigma_t; \bar{y}_t + \sigma_t]$ .

Наконец, в качестве показателя доходности инвестиционного проекта, с помощью которого будет осуществляться отбор проектов, является индекс рентабельности (Profitability Index):

$$PI_i = \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t^i}{I_i}. \quad (8)$$

Рассмотрим на примере предлагаемую технологию оценки риска инвестиционных проектов и формирования портфеля инвестиций (рис. 2).

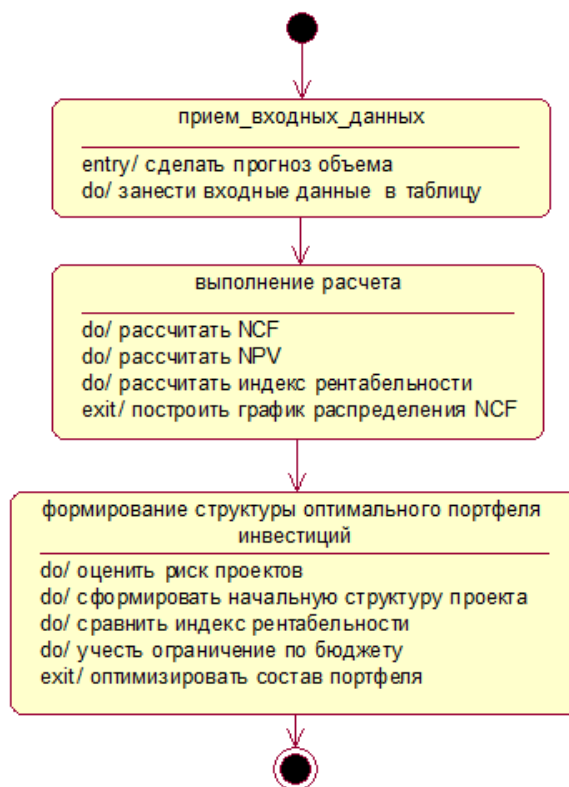


Рис. 2. Технология оценки риска инвестиционных проектов и формирования портфеля инвестиций

Предположим, что руководству типографического предприятия нужно купить новую печатную машину. Альтернативными вариантами являются: HP Indigo 5600 и Xerox iGen4. Полностью оплатить покупку предприятие не имеет возможности, поэтому берет рассрочку на 4 года, с ежегодной суммой погашения: для печатной машины HP – 245 тыс. грн., для Xerox – 268 тыс. грн. В дополнение к печатной машине предприятию требуется новая машина для нарезки бумаги. Руководство выбирает модель DC-645, стоимость которой составляет 30 тыс. грн. Всего на обновление оборудования был установлен максимальный бюджет в 350 тыс. грн.

Для каждого проекта задаются входные параметры, границы интервалов их значений, и при помощи метода Монте-Карло происходит расчет  $NCF$  для 10000 сценариев за каждый год по каждому проекту. Далее рассчитываются значения  $NPV$  и  $PI$  (рис. 3).

После произведенных расчетов осуществляется выбор между альтернативными вариантами инвестирования. Сравнивая, в нашем типовом примере, два альтернативных проекта по индексу рентабельности ( $PI_1 = 1.35$ ,  $PI_2 = 1.36$ ), выбираем проект с максимальным значением индекса (в условном примере – модель Xerox iGen4). Следует заметить, что в портфель включена покупка машины для нарезки бумаги, т.к. данный проект является кооперирующимся, и вместе с покупкой печатной машины бюджет предприятия не будет превышен.

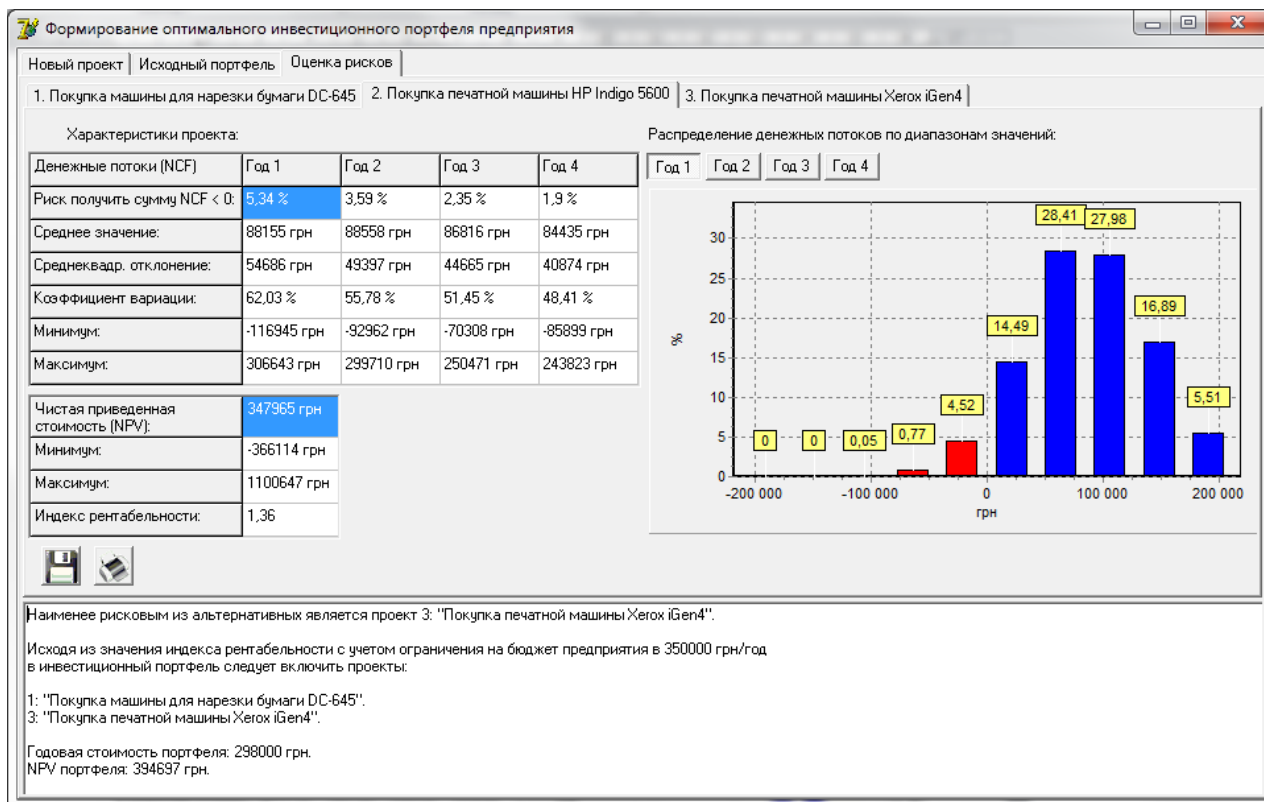


Рис. 3. Оценка рисков, проект № 2

## ВЫВОДЫ

Таким образом, предлагаемая технология оценки риска инвестиционных проектов и формирования портфеля инвестиций позволяет не только определить наиболее эффективный инвестиционный проект, но и учесть стохастичность основных параметров реального инвестирования. Использование показателя чистой приведенной стоимости и индекса рентабельности инвестиций позволило проанализировать альтернативные инвестиционные проекты с разных позиций, обеспечив комплексность и объективность оценки.

В качестве направления дальнейшего развития предлагаемого технологического решения следует отметить интеграцию предложенных подходов в части имитационного моделирования входных величин с их прогнозированием на основе нейронных сетей с последующим усреднением полученных прогнозных оценок.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вітлінський В. В. Інструменти оцінювання ризику в динаміці / В. В. Вітлінський, П. І. Верченко // Моделювання та інформаційні системи в економіці : міжвід. наук. зб. / ред. М. Г. Твердохліб. – К. : КНЕУ. – 2004. – Вип. 71. – 244 с.
2. Шевченко Н. Ю. Прийняття оптимального інвестиційного рішення на основі імітаційного моделювання / Н. Ю. Шевченко // Інтелектуальний потенціал молоді в науці і практиці (Ч. II – Економічна секція) : матеріали II Всеукраїнської наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. 24 травня 2007 р., м. Хмельницький – Кол. авт. – Хмельницький : ПВНЗ «УЕП», 2007. – С. 286–290.