

**УДК 330.4**

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ**

***Рыбников А.М., Рыбников М.С.***

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина*

Для облегчения разработки инвестиционной стратегии и улучшения возможной точности в условиях неполной информации предложена модель инвестирования финансовых средств, построенная на основе принципа наилучшего ожидаемого результата. Предполагается задание вероятностной меры на допустимом множестве параметров.

**Ключевые слова:** модель, неопределенность, риск, инвестиционная стратегия.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Проблема оптимального размещения инвестиционных ресурсов является одной из основных в теории финансового менеджмента и практике финансово-хозяйственной деятельности экономических субъектов. В рыночной экономике ей уделяется большое внимание, прежде всего, потому, что эффективное размещение инвестиционных ресурсов позволяет субъектам бизнеса добиваться конкурентных преимуществ.

Неопределенность инвестиционной политики государства, изменчивость рыночных условий хозяйствования и конъюнктуры рынка инвестиционных ресурсов, накопленная структурная деформация на макроэкономическом уровне, последствия глобального финансового кризиса – таковы реалии сегодняшнего дня. Они уже не позволяют эффективно управлять инвестиционной деятельностью на основе использования традиционных, так называемых «реактивных» методов управления, когда возникшая проблема или неясная ситуация побуждают руководство компании принимать немедленные решения, эффективность которых в большинстве случаев крайне низка.

В этих условиях становится оправданной попытка спрогнозировать изменения условий рыночной среды вообще и инвестиционной, в частности, смоделировать экономическое поведение субъекта в отдаленной перспективе. И здесь не обойтись без выработки стратегии инвестиционной деятельности, основанной, прежде всего, на учете максимального количества факторов неопределенности и оценке рисков, с помощью аппарата экономико-математического моделирования.

Решению проблем управления инвестиционными ресурсами в реальном секторе экономики посвящены работы зарубежных ученых, таких как: И. Ансофф, С. Барнесс, Ю. Бригхэм, Р. Гибсон, П. Друкер, Д. Котгс, Х. Ламперт, Ф. Найт, Дж. Сорос, Дж. Стрикленд, А. Томпсон, Дж. Фостер, Р. Холт, И. Хорнгрен, С. Шмидт и др [1- 3].

Значительный вклад в разработку указанного направления внесли труды отечественных и российских исследователей: С.И. Абрамова, К.В. Балдина, В.С. Барда, И.А. Бланка, А.Ю. Егорова, А.А. Збрицкого, М.И. Кныша, В.В. Коссова, И.В. Липсица, С.А. Лочана, В.М. Серова, А.Д. Шеремета, Е.Г. Ясина и других [4,5].

Однако ряд проблем, характерных для принятия инвестиционных решений в современной украинской экономике, связанных с необходимостью особого анализа и учёта риска и неопределённости, требует проведения дальнейших исследований. Важность поиска возможных путей решения вышеназванных проблем предопределила актуальность проводимого исследования.

Целью работы является разработка модели распределения средств, учитывающая фактор неопределенности, которая дает в качестве результата последовательность решений, соответствующих различным условиям реализации действий.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Инвестиционная стратегия представляет собой систему долгосрочных целей инвестиционной деятельности организации, определяемых общими задачами ее развития и инвестиционной идеологией, а также выбор наиболее эффективных путей их достижения [2].

Исходной предпосылкой формирования инвестиционной стратегии является общая стратегия экономического развития предприятия. По отношению к ней инвестиционная стратегия носит подчиненный характер и рассматривается как один из главных факторов обеспечения эффективного развития компании в соответствии с избранной ею общей экономической стратегией [5].

Принимая решение о выборе структуры распределения собственных средств организации и заемных инвестиционных ресурсов, руководитель должен считаться с тем, что неопределенность, всегда существующая как в характеристиках функционирования организации, так и во внешней ситуации, вносит в ее деятельность элемент риска.

При построении модели в условиях неполной информации в основу положим принцип наилучшего ожидаемого результата. Будем предполагать задание вероятностной меры на допустимой области параметров. Именно такой вариант постановки задачи позволяет требовать установления такого варианта хозяйственной деятельности, выполнение которого абсолютно гарантировано при любых сочетаниях неопределенных параметров из возможной области, и приводит к математическим формулировкам максиминного типа [6].

Производственный процесс будем рассматривать в общем виде, т.е. будем анализировать только количественную связь «вход - выход». Будем считать функцию «затраты - выпуск» случайной. Дело в том, что зависимость между физическим объемом произведенной продукции (услуг) (или ее стоимостной оценкой) и количеством использованных при этом ресурсов (объемом капитальных вложений, стоимостью основных и оборотных фондов):

- подвержена воздействию случайных факторов (неопределенность в характеристиках технологического комплекса, уровнях поставок внешних ингредиентов, уровне спроса на конечную продукцию),
- сам процесс построения производственной функции на основе реальной статистической информации о функционировании предприятия в

предыдущие периоды не является абсолютно формализованной процедурой, а в большой степени определяется возможностями, навыками и информацией, доступной исследователю.

Процесс развития каждой технологии в самом общем, приблизительном виде может быть описан логистической кривой, определяемой дифференциальным уравнением

$$\frac{dy}{dt} = \alpha(y - \gamma_1) \cdot (\gamma_2 - y), \quad (1)$$

где  $y(t)$  – значение объема выпуска рассматриваемой сферы деятельности,  $t$  – параметр, выражающий совокупные затраты по данному направлению в стоимостной форме,  $\alpha$  – положительная постоянная,  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  – положительные константы, ограничивающие (соответственно снизу и сверху) производственный результат функционирования данного направления. При этом  $\gamma_1$  – это нижняя граница  $y(t)$ , выражающая исходные, стартовые, предельно низкие возможности технологии, а  $\gamma_2$  – ее технологический предел, характеризующий ее предельно высокие возможности [7].

С увеличением затрат на функционирование рассматриваемого направления деятельности предприятия (в какой бы форме они не измерялись) его технологически значимый результат может лишь возрасти, поэтому  $y(t)$  представляет собой монотонно возрастающую функцию на всей области определения.

Логистическая (S-образная) кривая, описывающая жизненный цикл каждого отдельного направления деятельности организации, обычно рассматривается как модель динамики различных кумулятивных величин, которые способны накапливаться и в каждый момент образуют некоторый фонд, от объема которого существенно зависит скорость дальнейшего роста или убывания данных величин. В рассматриваемом случае такой величиной является размер капитала каждой сферы деятельности.

Тот факт, что, согласно уравнению (1), первая производная (скорость роста) величины  $y$  прямо пропорциональна отрыву этой величины от ее стартовых возможностей, означает, что  $y(t)$  растет тем быстрее, чем больше этот отрыв. С другой стороны, пропорциональность первой производной значению  $(\gamma_2 - y)$  означает замедление роста величины  $y(t)$  по мере приближения ее к своему технологическому пределу.

Решением уравнения (1) служит функция [6]

$$y(t) = \gamma_1 + \frac{(\gamma_2 - \gamma_1)\Theta(t)}{\Theta(t) + b} \quad (2)$$

при произвольном  $b > 0$ , где  $\Theta(t) = e^{\alpha(\gamma_2 - \gamma_1)t}$ . После несложных преобразований функция (2) может быть приведена к виду

$$y(t) = \frac{k}{1 + b \cdot e^{-\alpha t}} \quad (2')$$

Предположим, что связь между стоимостью производственных фондов  $\{x_i, i = \overline{1, n}\}$  различных сфер деятельности предприятия и стоимостной оценкой произведенной продукции и оказанных услуг  $\{y_i(x_i), i = \overline{1, n}\}$  в среднем может быть представлена в виде функции

$$F(x_1, x_2, K, x_n) = \sum_{i=1}^n y_i(x_i),$$

где  $y_i(x_i)$  имеет вид (2'). В то же время действительный выпуск (объем производства, чистая прибыль), который мы обозначим через  $F(x_1, x_2, K, x_n, \zeta)$ , является случайной функцией затраченных ресурсов (капитальных вложений в рассматриваемый период, стоимости основных и оборотных фондов), т.е.

$$F(x_1, x_2, K, x_n, \zeta) = F(x_1, x_2, K, x_n) \cdot (1 + \zeta), \quad (3)$$

где  $\zeta$  - случайная величина, такая, что

$$E(\zeta) = 0. \quad (4)$$

Случайная величина  $\zeta$  характеризует возможные отклонения реального объема от его среднего значения  $F(x_1, x_2, K, x_n)$ , т.е.  $\zeta$  означает степень неожиданности, непредвиденности результатов при данных затратах и определяется для каждого направления деятельности следующим образом [6]:

$$\zeta_i = \frac{y_i - \bar{y}_i}{\bar{y}_i},$$

где  $y_i$  - фактический объем прибыли в  $i$ -ой сфере,  $\bar{y}_i$  - рассчитанный по формуле (2').

Относительно вида распределения случайной величины  $\zeta$  можно сделать следующие предположения:

$$P(\zeta \leq z) = \begin{cases} 0, & \text{если } z < \delta_1; \\ G(z), & \text{если } \delta_1 < z \leq \delta_2; \\ 1, & \text{если } z > \delta_2, \end{cases} \quad (5)$$

где  $G(z)$  - функция распределения вероятностей случайной величины  $\zeta$ , а  $\delta_i (i = 1, 2)$  - коэффициенты, принимающие значения из интервала  $(0, 1)$  и определяющие амплитуду колебаний реального объема выпуска вокруг своего среднего значения [8].

Для каждой сферы производственной деятельности эти коэффициенты могут быть найдены следующим образом. По имеющимся опытным данным для  $i$ -го направления распределения об объеме вложенных средств  $x_i^t$  в момент времени  $t$  и соответствующего полученного эффекта  $y_i^t$  строится математическая зависимость

вида (2'). Затем для каждого момента времени определяем относительные отклонения фактических значений  $y_i^t$  от теоретических  $\overline{y_i^t}$ :

$$\Delta_i^t = \frac{y_i^t - \overline{y_i^t}}{\overline{y_i^t}}. \quad (6)$$

Найдем верхнюю

$$\delta_2^t = \max_t \Delta_i^t \quad (7)$$

и нижнюю границы

$$\delta_1^t = \min_t \Delta_i^t \quad (8)$$

отклонений. Полагая, что существующая зависимость не изменит своего характера, предположим  $\delta_1^t \leq \zeta_i \leq \delta_2^t$ .

Задача максимизации ожидаемой чистой прибыли сводится в рассматриваемом случае к определению

$$\max_{x_1, x_2, K, x_n} W(x_1, x_2, K, x_n)$$

при ограничениях  $\sum_{i=1}^n x_i \leq T, x_i > 0, \forall i = \overline{1, n}$ , причем

$$W(x_1, x_2, K, x_n) = E \left( \sum_{i=1}^n v_i(x_i)(1 + \zeta_i) \right) = \sum_{i=1}^n \left[ v_i(x_i) \cdot \int_{\delta_1^i}^{\delta_2^i} (1+z)g(z)dz \right], \quad (9)$$

где  $g(z) = G'(z)$  – плотность распределения вероятностей случайных отклонений  $\zeta$  в предположении, что она существует [6].

Если о случайной величине  $\zeta$  известно только то, что она принимает значения из интервала  $[\delta_1, \delta_2]$ , то исходя из принципа максимума энтропии, следует использовать равномерный на этом интервале закон распределения. Тогда зависимость общего эффекта от варианта распределения средств с учетом неопределенности характеристик производственного процесса примет вид

$$W(x_1, x_2, K, x_n) = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{k_i}{1 + b_i e^{-\alpha_i x_i}} \cdot \left( 1 + \frac{\delta_1^i + \delta_2^i}{2} \right) \right]. \quad (10)$$

Имея временной статистический ряд вложений и соответствующих полученных доходов длины  $N$ , эмпирическая функция распределения вероятностей случайной величины  $\zeta$  также может быть построена с помощью метода «скользящих окон».

Одним из условий, определяющих направленность инвестиционной стратегии предприятия, является ее предстоящий этап жизненного цикла. Каждой из стадий жизненного цикла организации присущи характерные ей уровень инвестиционной активности, направления и формы инвестиционной деятельности, особенности формирования инвестиционных ресурсов. Разрабатываемая инвестиционная стратегия позволяет заблаговременно адаптировать инвестиционную деятельность

организации к предстоящим кардинальным изменениям возможностей ее экономического развития.

### **ВЫВОДЫ**

Описанные возможности моделирования факторов неопределенности реальных ситуаций перспективного планирования, основанные на сочетании традиционных и стохастических моделей с методами принятия решений, предоставляют широкие возможности поиска компромиссного варианта распределения имеющихся ресурсов.

Предлагаемая к рассмотрению модель, не ставит своей целью достижение максимального реализма, поскольку основой работы является разработка подхода к формированию стратегии диверсификации средств. В дальнейшем предполагается рассмотрение и наработка моделей основных направлений углубленного стратегического планирования инвестиционной политики организации.

### **Список литературы**

1. Ансофф И. Стратегическое управление / И. Ансофф. – М.: Экономика, 1989. – 358 с.
2. Бригхэм Ю. Финансовый менеджмент. 10-е изд. / Ю. Бригхэм, М. Эрхардт ; пер. с англ. под ред. к.э.н. Е.А. Дорофеева. – СПб : Питер, 2009. – 960 с. – (Серия «Академия финансов»).
3. Друкер П.Ф. Задачи менеджмента в XXI веке. : Пер. с англ. / П.Ф. Друкер. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 272 с.
4. Бард В.С. Инвестиционные проблемы российской экономики / В.С. Бард. – М.: Экзамен, 2007. – 384 с.
5. Корчагин Ю.А. Инвестиции: теория и практика / Ю.А. Корчагин, И.П. Маличенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 509 с.
6. Оптимизационные модели распределения инвестиций на предприятии по видам деятельности / [Баркалов С.А., Бакунец О.Н., Гуреева И.В и др.]. – М.: ИГУ РАН, 2002. – 68 с.
7. Бакунец О.Н. Распределение средств в строительной организации по различным видам деятельности в условиях диверсификации / О.Н. Бакунец, С.А. Баркалов, И.Б. Руссман // Экономика строительства. – 2000. – № 10. – С. 13-20.
8. Кошеленко С. Н. Задача определения оптимальной структуры финансовых инвестиций : Сб. научных трудов МФИ / С.Н. Кошеленко. – М., 1979. – С. 164-173.

**Рибніков А.М. Моделювання невизначеності і ризику при формуванні інвестиційної стратегії / А.М. Рибніков, М.С. Рибніков / Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія «Економіка і управління». – 2012. – Т. 25 (64). № 3. - С. 184-189.**

Для полегшення розробки інвестиційної стратегії і поліпшення можливої точності в умовах неповної інформації запропонована модель інвестування фінансових коштів, побудована на основі принципу найкращого очікуваного результату. Передбачається завдання ймовірнісної міри на допустимому безлічі параметрів.

**Ключові слова:** модель, невизначеність, ризик, інвестиційна стратегія.

**Rybnikov A.M. Modeling of uncertainty and risk in the formation of the investment strateg / A.M. Rybnikov, M.S. Rybnikov // Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. – Series: Economy and Management. – 2012. - Vol. 25 (64), № 3. – P. 184-189.**

To facilitate the development and improvement of the investment strategy possible accuracy under conditions of incomplete information, a model of investment funds, based on the principle of the best expected outcome. Of the assignment of a probability measure on the admissible set of parameters.

**Keywords:** model, uncertainty, risk, investment strategy.

*Статья поступила в редакцию 10. 12. 2012 г.*