

# МОДЕЛЬ ИНВЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА КОМПАНИЙ

И. Ю. Выгодчикова<sup>1</sup>, А. В. Трофименко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*

<sup>2</sup>*Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина, Россия*  
E-mail: VigodchikovaIY@info.sgu.ru, an111@mail.ru

Авторами статьи разработан математический инструментальный портфельного инвестирования российских инновационных предприятий. В основу модели заложены ключевые финансовые показатели структуры капитала компании и рентабельности собственных средств. Выбор показателей для построения модели обоснован глубоким и длительным обследованием компаний. В результате выбраны следующие ключевые показатели: отношение заимствований предприятия к собственным средствам, создающий риск нестабильности, а также рентабельности собственного капитала, создающий запас прочности на следующий год. Построена модель портфельного инвестирования по минимаксной оптимизационной задаче с учётом масштаба деятельности предприятий.

## INVESTMENT MODEL BASED AT INDICATORS OF COMPANY CAPITAL STRUCTURE

I. Y. Vygodchikova, A. V. Trofimenko

In article were developed mathematical tools for portfolio investment to Russian innovative enterprises. The model is based at key financial indicators of company's capital structure and return on equity. The choice of indicators for constructing the model is justified by an in-depth and lengthy survey of companies. As a result, the following key indicators were selected: the ratio of the enterprise's borrowings to equity, which creates a risk of instability, as well as return on equity, which creates margin of safety for the next year. The portfolio investment model has been constructed using minimax optimization problem, taking into account the scale of enterprise activity.

**Введение.** Развитие инновационной экономики требует углубленного мониторинга предприятий, перспективных в плане получения прибыли [1]. Однако инновационная сфера бизнеса является наиболее затратной, поэтому инвестор должен иметь солидную гарантию, такую как высокая доля собственного капитала и приемлемая прибыль. Проблема состоит в том, сколько средств инвестор может вложить в ту или иную компанию из выделенного списка нескольких отобранных им компаний, чтобы сохранить сейчас и увеличить свои вложения в перспективе. Применение математических и инструментальных средств становится необходимым условием грамотного решения проблемы [2].

*Цель статьи – создание модели инвестирования на основе структуры капитала инновационных предприятий.*

*Простейшая модель инвестирования.* Начнём рассмотрение с простей-

шей модели, в которой используется единственный ключевой показатель – финансовый левередж, то есть отношение заёмного капитала (сумма краткосрочных и долгосрочных обязательств) к собственному капиталу (итого по разделу «Капитал и резервы» пассива баланса).

Данная модель применяется в следующих случаях:

- отсутствуют данные по доходности,
- среди инвестируемых компаний присутствует компания (или несколько компаний), у которой по итогам года чистая прибыль отсутствует (нулевая или получены убытки), но, при этом, инвестор не планирует отказываться от финансовых вложений в данную компанию.
- инвестор планирует вкладывать средства только в две компании.

Пусть  $V$  – риски (в данной статье - финансовый левередж),  $\eta$  – доходности (в статье – рентабельности собственного капитала),  $\theta_i$  – неизвестные величины, обозначающие долю в портфеле инвестиций, которые требуется отыскать в результате решения задачи:

$$\Psi(\theta) = \max_{i=1,n} V_i \theta_i \rightarrow \min_{\theta \in D}, \quad (1)$$

$$D = \{ \theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \theta_i = 1 \}. \quad (2)$$

Решение задачи (1)-(2) вычисляется по формулам (3):

$$\theta_i = 1 / (v V_i), i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где

$$v = \sum_{i=1}^n V_i^{-1}.$$

*Корректировка решения по доходности.* В качестве показателя доходности рассматривается рентабельность собственного капитала.

Корректировка решения (3) выполняется формулам (4):

$$\theta_i^* = \eta_i \theta_i \left( \sum_{k=1}^n \eta_k \theta_k \right)^{-1}, i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Если данные о доходности отсутствуют либо среди показателей доходности компаний присутствуют нулевые или отрицательные величины, то применение корректирующих формул (4) не представляется возможным.

В таком случае оптимальные доли инвестирования компаний,  $\theta_i^*$ , будут совпадать с долями инвестирования  $\theta_i$ , полученным по формулам (3).

*Усовершенствованная модель инвестирования.* Пусть выполняется следующее требование – более рискованному активу соответствует более высокая доходность:

$$\eta_1 > \dots > \eta_n, V_1 > \dots > V_n.$$

Пусть также задана доходность портфеля  $\eta_p : \eta_1 > \eta_p > \eta_n$ . Если инвестор

не имеет специальных предпочтений, в качестве доходности портфеля  $\eta_p$  целесообразно использовать среднюю доходность активов портфеля.

Сформулируем задачу с учётом доходности в ограничениях:

$$\Psi(\theta) = \max_{i=1, n} V_i \theta_i \rightarrow \min_{\theta \in \Omega}, \quad (5)$$

$$\Omega = \{ \theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \theta_i = 1, \sum_{i=1}^n \eta_i \theta_i = \eta_p \}. \quad (6)$$

Введём в рассмотрение величины:  $\gamma = \sum_{i=1}^n \eta_i V_i^{-1}$ ,  $\eta_p^* = \gamma / \nu$ . Тогда решение

задачи (5)-(6) можно найти путём логического анализа и калькуляций ( $\eta_p$ , требуемая инвестором доходность портфеля):

1) если  $\eta_p = \eta_p^*$ , то  $\theta_i^* = 1 / (\nu V_i)$ ,  $i = \overline{1, n}$

2) если  $\eta_1 > \eta_p > \eta_p^*$ , то  $\theta_i^* = \frac{\eta_p - \eta_n}{V_i(\gamma - \eta_n \nu)}$ ,  $i = \overline{1, n-1}$ ,

$$\theta_n^* = ((\eta_1 - \eta_p) / V_1 + \dots + (\eta_{n-1} - \eta_p) / V_{n-1}) / (\gamma - \eta_n \nu);$$

3) если  $\eta_n < \eta_p < \eta_p^*$ , то  $\theta_i^* = \frac{\eta_p - \eta_1}{V_i(\gamma - \eta_1 \nu)}$ ,  $i = \overline{2, n}$ ,

$$\theta_1^* = ((\eta_2 - \eta_p) / V_2 + \dots + (\eta_n - \eta_p) / V_n) / (\gamma - \eta_1 \nu).$$

**Адаптация инвестиционного решения к размерам собственного капитала компаний.** Пусть  $\theta_i^*$  – оптимальные доли инвестирования в рассмотренных выше моделях и размер капитала инвестора составляют  $K$ .

Тогда объёмы инвестирования компаний в денежных единицах, вычисляются по формуле (7):

$$R_i^0 = K \cdot \theta_i, i = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Пусть собственный капитал компании  $i$  превышает объём заимствований этой компании. Тогда обозначим через  $\Delta_i$  разницу между объёмом собственного капитала компании  $i$  и объёмом заёмного капитала. В противном случае положим  $\Delta_i = 0$ .

Адаптация к размерам собственного капитала состоит в следующем:

- если для компании  $i$  выполняется неравенство  $R_i^0 < \Delta_i$ ,  $\Delta_i - R_i^0$ , то объём инвестирования для компании  $i$  составляет:  $R_i = R_i^0$ , и данная компания  $i$  является претендентом на дополнительное инвестирование в объёме  $\Delta_i - R_i^0$  в текущем году,

- если для компании  $i$  выполняется неравенство  $R_i^0 \geq \Delta_i$ , то объём инвестирования для компании  $i$  составляет:  $R_i = \Delta_i$ , и компания  $i$  выбывает из претендентов на дополнительное инвестирование в текущем году.

В результате у инвестора может остаться излишек инвестиционных средств, эти средства могут быть направлены на дополнительное инвестирование оставшихся (после выбытия из претендентов на дополнительное инвестирование) компаний, для этого строится новая модель, в состав которой входят оставшиеся (для дополнительного инвестирования) компании.

Процесс адаптации завершается, когда остаётся одна компания. Тогда либо все оставшиеся средства инвестор вкладывает в данную компанию, либо у него остаются не потраченные ресурсы, которыми инвестор распоряжается на своё усмотрение, к примеру, открывает вклад в банке на год.

Оптимальный капитал, не требующий пересмотра, для выбранного периода инвестирования, составляет:

$$K = \sum_{i=1}^n R_i . \quad (8)$$

**Вычислительный эксперимент.** Доли инвестирования вычислены по предложенной методике и резюмированы в таблице.

**Доли инвестирования**

Доля инвестирования (год)	Ламинированное стекло, Саратов	Нита-Фарм, Саратов	Биоамид, Саратов
Доля инвестирования 2015 (модель 1.)	0,93%	98,96%	0,10%
Доля инвестирования 2016 (модель 2.)	0,72%	84,32%	14,95%
Доля инвестирования 2017 (модель 2.)	0,60%	72,60%	26,80%
Доля инвестирования 2018 (модель 2.)	2%	54%	44%
Доля инвестирования 2019 (модель 2.)	0%	42%	58%
Доля инвестирования 2020 (модель 2.)	0%	60%	40%

Следует отметить, что существенное падение доли Нита-Фарм, рекомендуемое для инвестирования, прекратилось в 2019 г., поскольку крупный капитал позволил в эпоху Ковид-19 существенно увеличить обороты и достигнуть высокой прибыли.

**Заключение.** В целом проблема предприятий состоит в недостаточно сильной проработке со стороны математического аппарата финансовой аналитики. Предприятиям целесообразно использовать предложенную модель, а также выполнять динамический анализ параметров модели, которые являются важными показателями риска инвестиций и, с другой стороны, перспектив получения прибыли.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Едронова В. Н. Методология финансового мониторинга: оценка национальных рисков // Финансы и кредит. 2016. № 16 (688). С. 27-39.
2. Выгодчикова И. Ю. Модель инвестирования в высокотехнологичные проекты с использованием иерархического подхода и критерия минимакса // Управление финансовыми рисками. 2020. № 3. С. 190-199.

