



И.Ю. Выгодчикова

МОДЕЛЬ РАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКА ФИНАНСИРОВАНИЯ БИЗНЕСА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского)

Результатом быстрого развития информационно–телекоммуникационных технологий становится необходимость пересмотра традиционных моделей принятия решений о целесообразности и размерах финансирования бизнеса¹. Длительная процедура анализа перспектив внедрения проекта уступает интеллектуальной системе анализа данных, позволяющей за короткое время выработать обоснованное решение и указать несколько путей его реализации. *Целью работы* является разработка модели финансирования бизнеса с использованием минимаксного критерия оптимальности, обоснование математических свойств и построение вычислительного метода принятия решений о долевом распределении средств между бизнес-проектами.

Предварительные сведения. На практике существует множество ситуаций, когда необходимо распределить ограниченные финансовые ресурсы между несколькими проектами [2, 5]. Как правило, выбор наиболее прибыльного проекта сопровождается высоким риском потери вложенных средств. При невысоком риске есть проблема потери ожидаемого дохода [3]. Применение классической задачи портфельного инвестирования Г. Марковица [4] накладывает слишком жёсткие требования на используемые при анализе показатели риска, которые требуют знания ковариационной матрицы доходностей, что, даже при современных компьютерных технологиях, замедляет процесс принятия решений. Поэтому актуальным направлением исследования является усовершенствование подхода к оптимизации долевой структуры финансирования проектов бизнеса².

Входные параметры модели. Исследуется совокупность финансовых активов³ (ценных бумаг, кредитных ресурсов и проч.), составляющих финансо-

¹ Бизнес (англ. business – это «дело, предпринимательство»), – деятельность, направленная на систематическое получение прибыли. В данном исследовании предполагается, что бизнес получает инвестиции на развитие, и прибыль будет давать отдачу согласно плану развития предприятия (компании) сферы производства, услуг, интеллектуальной собственности и научно-исследовательских разработок. При применении банковского кредита необходимо учитывать рентабельность проекта и ставки по кредиту, чтобы «оставить средства для развития бизнеса».

² Под финансовым (денежным) капиталом понимаются денежные средства, вкладываемые предпринимателями в бизнес. Как правило, привлечение капитала осуществляется через рынок ценных бумаг или рынок кредитных ресурсов.

³ Под финансовыми активами (англ. Financial assets) понимается форма собственности, предполагающая получение дохода за счёт высоколиквидных финансовых ресурсов: денежные средства и ценные бумаги, интеллектуальные ресурсы и нанотехнологии, в частности, банковское кредитование перспективных проектов.



вый портфель в сфере инвестирования, кредитования, страхования. Пусть θ_i - неизвестная переменная, обозначающая долю i -го актива в финансовом портфеле, соответственно, $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$ - вектор неизвестных долей финансовых активов. Оценки рисков входящих в финансовый портфель активов обозначаются через $V_i > 0$, $i = \overline{1, n}$. Эти величины являются количественными показателями, характеризующими риск (единственным требованием является сопоставимость показателей риска между рассматриваемыми активами). Указанные параметры являются входными параметрами модели, их значения должны быть вычислены к моменту построения модели. В данном исследовании оценкой риска инвестиционного портфеля служит величина $\max_{i=1, n} V_i \theta_i$, выражающая максимальный вклад риска среди анализируемых активов (с учётом их долей в финансовом портфеле).

Критерий аппроксимации. Пусть, для определённости, $V_1 \geq \dots \geq V_n > 0$, Требуется равномерно диверсифицировать риски между активами, взвесив их по долям финансирования, за счёт выбора этих долей:

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

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

Множество (2) не предполагает наложения каких-либо дополнительных ограничений на структуру инвестиционного портфеля. Пусть, далее, $V_1 > \dots > V_n > 0$, и при заданных доходностях активов $\eta_1 > \dots > \eta_n$ задано также ограничение на доходность портфеля η_p . Рассматриваются следующие множества D для критерия оптимальности (1):

$$D = \{\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \theta_i = 1, \sum_{i=1}^n \eta_i \theta_i = \eta_p\}. \quad (3)$$

$$D = \{\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \theta_i = 1, \theta_s = \theta_k, k < s, k, s \in \overline{1, n}\}. \quad (4)$$

В [1, 5] получены формулы решения задачи (1)-(2):

$$\theta_i = 1/(V_i \nu), i = 1, \dots, n, \text{ где } \nu = \sum_{i=1}^n V_i^{-1}.$$

Множество (3), в отличие от множества (2), содержит дополнительное требование к доходности портфеля. Для решения задачи (1) – (3) вычисляются следующие величины $\gamma = \sum_{i=1}^n \eta_i V_i^{-1}$, $\eta_p^* = \gamma / \nu$. Решение этой задачи находится

в результате вычисления следующих математических выражений [1]: 1) при



$$\eta_p = \eta_p^*, \quad \theta_i = 1/(\nu V_i), \quad i = \overline{1, n}; \quad 2) \quad \text{при} \quad \eta_1 > \eta_p > \eta_p^*, \quad \theta_i = \frac{\eta_p - \eta_n}{V_i(\gamma - \eta_n \nu)},$$

$$i = \overline{1, n-1}, \quad \theta_n = ((\eta_1 - \eta_p)/V_1 + \dots + (\eta_{n-1} - \eta_p)/V_{n-1})/(\gamma - \eta_n \nu); \quad 3) \quad \text{при}$$

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

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

Следующие формулы позволяют найти решение задачи (1)-(4):

$$\theta_i = 1/(V_i \tau), \quad i = 1, \dots, n, \quad i \neq s, \quad \theta_s = \theta_k, \quad \text{где} \quad \tau = \sum_{i=1, i \neq s}^n V_i^{-1} + V_k^{-1}.$$

Вычислительный эксперимент. В банковской практике часто встречаются ситуации когда нужно сделать выбор в пользу кредитования того или иного проекта. Обычно вероятность потерь банка оценивается как отношение количества прежних проблемных обращений клиента за кредитом плюс единица к количеству прежних обращений в банк за кредитом плюс два. Этот показатель будет измерять риск кредитования клиента. Целесообразно распределить ресурсы с учётом возможного риска потерь и ожидаемой доходности. Пусть банк кредитует четырёх клиентов сроком на 1 год с условием возврата полной суммы кредита и процентов в конце срока. Процентные ставки зависят от вероятности потерь, которая составила для этих клиентов 1/2, 1/6, 2/15 и 1/30, соответственно. Ставки по кредиту составляют 21, 18, 15 и 14 % в год, соответственно. Нужно определить объём кредитования каждого клиента с наименьшим риском финансовых потерь (задача (1)-(2)), а также с учётом требований структуры кредитования (задача (1)-(4) для k=2, s=3) и доходности (задача (1)-(3), требуемая доходность 16%). Результаты вычислений представлены на рис. 1.

Выбор модели распределения средств позволит принять перспективное и правильное решение инвестору, учесть риски и доходы от финансирования рассматриваемых проектов.

Заключение. Автором статьи разработана модель финансирования бизнес-проектов с использованием минимаксного критерия оптимальности, обоснован вычислительный метод принятия решений, позволяющий управлять финансовыми ресурсами в реальном масштабе времени. Предложенный подход может применяться для построения модели динамической системы распределения финансирования между бизнес-проектами, компоненты которой подвержены высокой волатильности, приводящей к необходимости учитывать факторы риска, наиболее важные для лица, принимающего решение о долевом распределении финансирования рассматриваемых проектов.

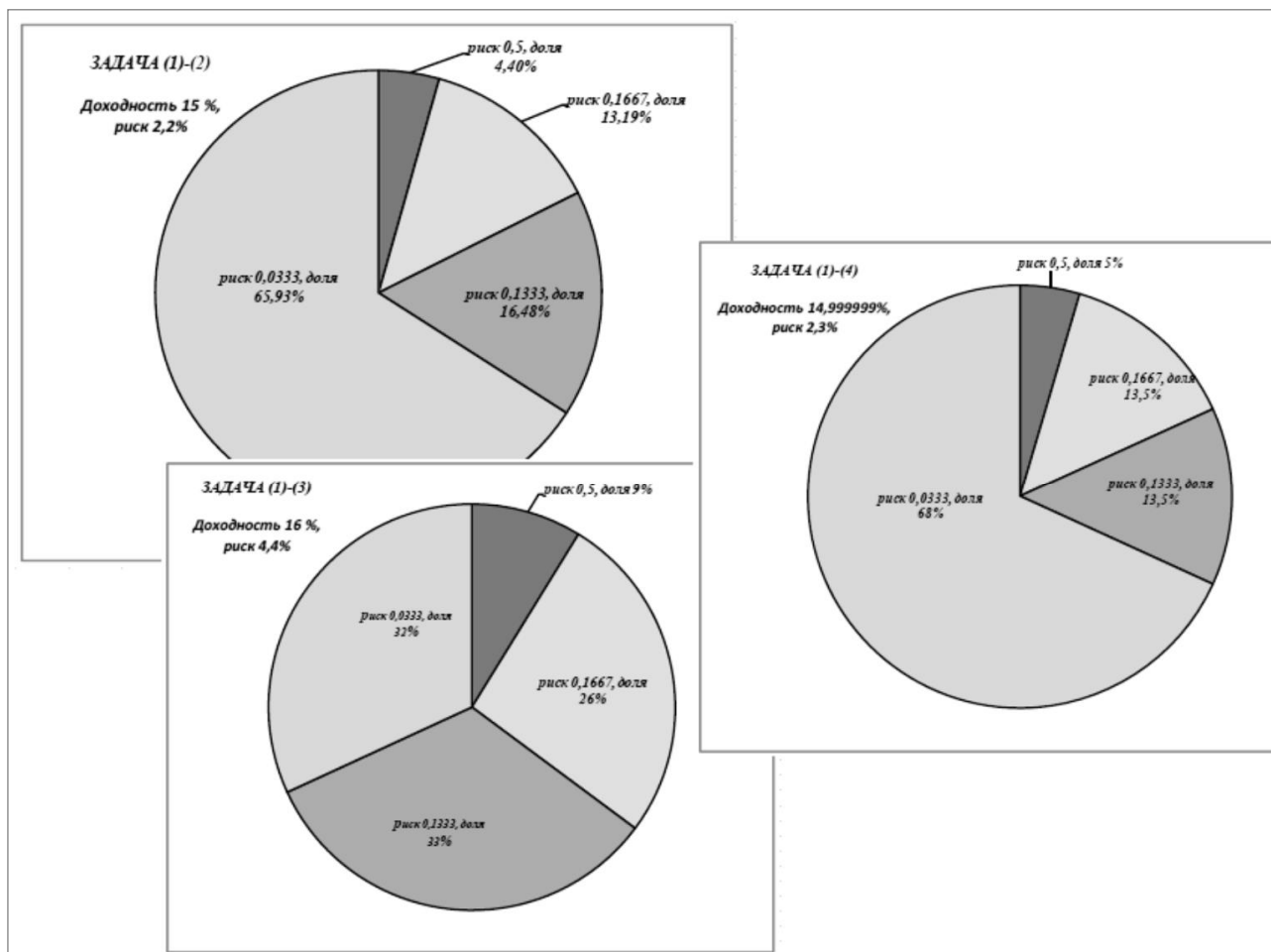


Рис.1. Долевое распределение финансирования

Литература

1. Выгодчикова И.Ю., Гусятников В.Н. Модели динамических рядов интервальных данных и их приложения. Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2018. – 108 с..
2. Выгодчикова И.Ю., Гусятников В.Н., Акимова С.А. Модель формирования инвестиционного портфеля с использованием минимаксного критерия // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2018. № 3 (72). С. 170-174.
3. Четыркин Е.М. Финансовые риски. М.: «ДЕЛО», 2008. – 176 с.
4. Markovitz H.M. Portfolio selection // J. of Finances. 1952. Vol. 7, №1.
5. Vygodchikova I. Y. [et al.]. Estimation of Bond Risks using Minimax // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2016. Vol. 7, №. 7. P. 1899–1907.