



основе минимаксного критерия //«Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками»: сборник материалов VIII Междунар. молодежной науч.-практ. конф. Саратов: ООО Изд-во «Научная книга», 2019. С. 27-31.

И.Ю. Выгодчикова

ТЕХНОЛОГИЯ ПОРТФЕЛЬНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МИНИМАКСНОГО КРИТЕРИЯ

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

Разработана технология распределения капитала между инвестиционными проектами на основе минимаксного критерия оптимальности. Построена иерархическая система анализа данных, основанная на применении двухэтапного перераспределения долей инвестирования с учётом адаптации к требованиям доходности портфеля. Составлен алгоритм программной реализации модели. Предложенный подход целесообразно применять при осуществлении инвестиционного кредитования или целевого финансирования коммерческих предприятий, занимающихся внедрением высокотехнологичных проектов.

Введение. Развитие высоких технологий требует принятия быстрых и качественных решений о долевой структуре инвестиционного капитала, направляемого для поддержки наукоёмких проектов [1]. Параметры модели должны чётко характеризовать структуру финансовых ресурсов на предприятии и позволять инвестору иметь веские основания полагать, что вложенные средства будут грамотно освоены и приведут к росту прибыли [2, 3]. Ряд сложностей возникает с применением традиционных моделей портфельного инвестирования. Так, для применения классической задачи Г.М. Марковица [4] необходимо определить ковариационную матрицу доходности активов, что не представляется возможным при осуществлении инвестирования с использованием инвестиционного кредитования или целевого финансирования наукоёмких проектов. Получение приближённых данных на основании анализа рядов динамики финансовых показателей за несколько лет существенно замедляет процесс принятия решений и, кроме того, приводит к искажению результата оптимизации. Поэтому актуальным направлением исследования является усовершенствование технологии портфельного инвестирования.

Целью исследования является разработка технологии портфельного инвестирования на основе оптимизационной модели минимакса и иерархического анализа данных.

Входные данные. Обозначим через θ_i долю инвестирования i -го предприятия, которые и требуется определить. Пусть $V_i > 0$, $i = \overline{1, n}$ – оценки



рисков потери капитала. В данном исследовании в качестве показателя риска рассматривается отношение заёмного и собственного капитала компании (коэффициент финансового левереджа) [2]. Показатель доходности характеризует рентабельность собственного капитала. Считается, что по результатам деятельности предприятия получают прибыль, поэтому $\eta_1 > 0, \dots, \eta_n > 0$. Пусть минимально приемлемая для инвестора доходность

$$\text{портфеля } \eta_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta_i.$$

Критерий аппроксимации с ограничивающим условием. Не ограничивая общности в рассуждениях, будем считать, что $V_1 > \dots > V_n$. Если при этом $\eta_1 > \dots > \eta_n$, рассматривается задача:

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

$$D = \{ \theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{k=1}^n \theta_k = 1, \sum_{k=1}^n \eta_k \theta_k = \eta_p \}. \quad (2)$$

Для решения задачи (1) – (3) вычисляются следующие величины $\gamma = \sum_{k=1}^n \eta_k V_k^{-1}$, $\eta_p^* = \gamma / \nu$. Решение этой задачи находится в результате

вычисления следующих математических выражений [1]: 1) при $\eta_p = \eta_p^*$,

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

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

$$\theta_i = \frac{\eta_p - \eta_1}{V_i(\gamma - \eta_1 \nu)}, \quad i = \overline{2, n}, \quad \theta_1 = ((\eta_2 - \eta_p) / V_2 + \dots + (\eta_n - \eta_p) / V_n) / (\gamma - \eta_1 \nu).$$

Если добиться требований одновременного выполнения условий $V_1 > \dots > V_n$ и $\eta_1 > \dots > \eta_n$ не удаётся, применяется следующая модель.

Иерархическая система анализа данных с учётом коррекции на доходность. Рассматривается задача (1) с ограничением следующего вида:

$$D = \{ \theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{k=1}^n \theta_k = 1 \}. \quad (3)$$

Шаг 1. Решением задачи (1)-(3) является:

$$\theta_i = 1 / \left(V_i \sum_{k=1}^n V_k^{-1} \right), \quad i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Шаг 2. Выполняется коррекция решения:

$$\theta_i^* = \eta_i \theta_i / \left(\sum_{k=1}^n \eta_k \theta_k \right), \quad i = \overline{1, n}. \quad (3)$$



Если $\sum_{k=1}^n \eta_k \theta_k^* \geq \eta_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta_i$, то (5) – искомое решение. Если нет, из

портфеля исключается актив с минимальной доходностью, и задача (1)-(3) решается заново. Алгоритм конечен, крайняя ситуация – наличие в портфеле единственного актива, доходность которого максимальна.

Вычислительный эксперимент. Вычисления выполнены на основе данных отчётности инновационных предприятий, «Ламинированное стекло», «Нита-Фарм», «Биоамид»². В 2015 г. соблюдены требования для применения модели (1)-(2) (таблица 1). В 2016 году применена модель (1)-(3), доходность портфеля оказалась ниже средней, поэтому инвестиции для предприятия Нита-Фарм, имеющего существенное падение рентабельности собственного капитала относительно прежнего года, рекомендуется притормозить (таблица 2). Однако уже в 2017 году инвестиции этому предприятию рекомендуется возобновить, снова использована модель (1)-(3), доходность превысила требуемый инвестором уровень (таблица 3).

Таблица 1. Структура инвестирования 2015 г.

2015	Ламинированное стекло	Нита-Фарм	БИОАМИД
Собственный капитал, тыс. руб.	10 381	512 111	100 279
Заёмный капитал, тыс. руб.	8 324	133 397	25 561
Доходность (рентабельность собственного капитала)	61%	28%	19%
Риск (отношение заёмного капитала к собственному)	80%	26%	25%
Доля до коррекции	24,4%	75,2%	0,4%
Доходность учтена, коррекции не требуется. Доля после коррекции (по доходности)	24,4%	75,2%	0,4%

Таблица 2. Структура инвестирования 2016 г.

2016	Ламинированное стекло	Нита-Фарм	БИОАМИД
Собственный капитал, тыс. руб.	11 681	711 625	125 330
Заёмный капитал, тыс. руб.	5 920	151 464	26 454
Доходность (рентабельность собственного капитала)	39%	28%	33%
Риск (отношение заёмного капитала к собственному)	51%	21%	21%
Доля до коррекции	17,3%	41,2%	41,5%
Доля после коррекции (по доходности)	21,1%	35,9%	43,0%
Доля после исключения Нита-Фарм	29,4%	0,0%	70,6%
Доля после коррекции (по доходности)	32,9%	0,0%	67,1%

² Бухгалтерская отчетность предприятий. [Электронный ресурс]. URL: <https://e-ecolog.ru/buh> (дата обращения: 02.03.2020).



Результаты анализа динамики долевого распределения капитала представлены на рис. 1. Следует отметить стабильность рекомендуемых долей инвестирования для предприятия «Ламинированное стекло», несмотря на то, что оно имеет гораздо меньше активов, как заёмных, так и собственных, чем «Нита-Фарм» и «Биоамид».

Таблица 3. Структура инвестирования 2017 г.

2017	Ламинированное стекло	Нита-Фарм	БИОАМИД
Собственный капитал, тыс. руб.	10 833	973 705	269 581
Заёмный капитал, тыс. руб.	5 036	303 924	58 005
Доходность (рентабельность собственного капитала)	63%	27%	61%
Риск (отношение заёмного капитала к собственному)	46%	31%	22%
Доля до коррекции	21,5%	32,0%	46,5%
Доля после коррекции (по доходности)	26,8%	17,0%	56,1%

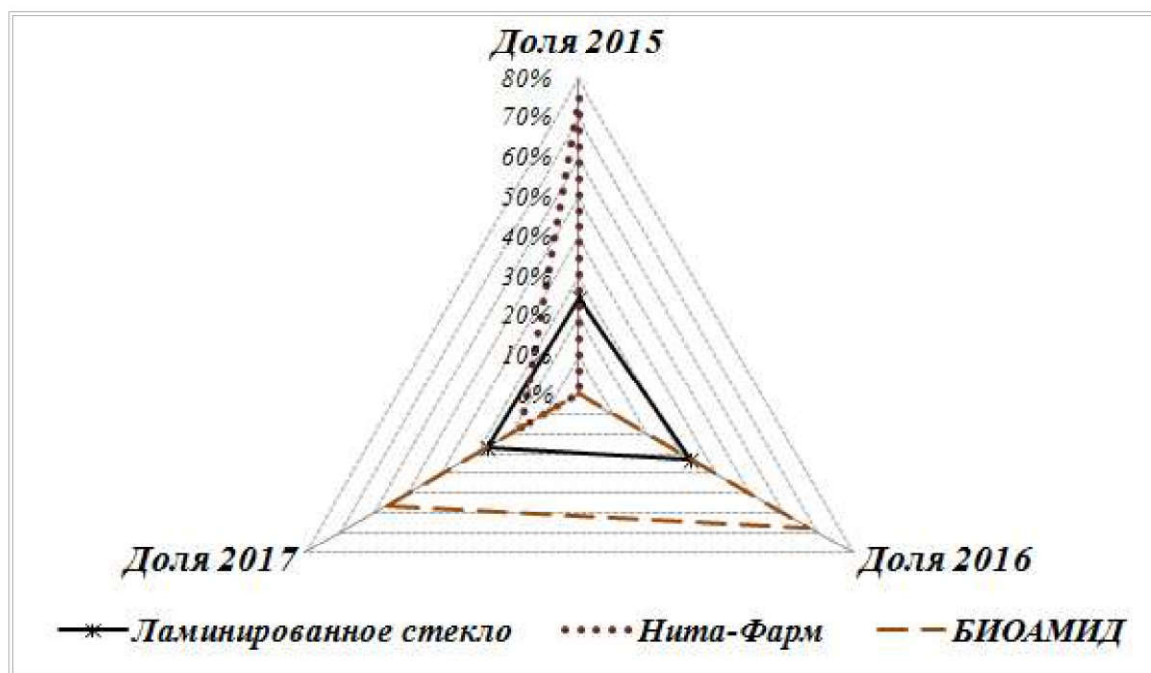


Рис.1. Долевое распределение финансирования

Заключение. Автором статьи разработана технология инвестирования для целей инвестиционного кредитования или целевого финансирования наукоёмких проектов. Вычислительные эксперименты проведены на основе данных финансовой отчётности инновационных предприятий Саратовской области.

Литература

1. Выгодчикова И.Ю. Модель равномерного распределения риска финансирования бизнеса с дополнительными ограничениями // Перспективные



информационные технологии (ПИТ 2019): труды Международной научно-технической конференции. 2019. С. 28-31.

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. Выгодчикова И.Ю., Селиванова А.А. Оценивание риска портфельного инвестирования на базе иерархической модели // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2016. Т.16. Выпуск 1. С. 80-85.

4. Markovitz H.M. Portfolio selection // J. of Finances. 1952. Vol. 7, №1.

Д.Л. Головашкин¹, Л.В. Яблокова²

БЛОЧНЫЙ АЛГОРИТМ МЕТОДА ЯКОБИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕЯВНЫХ СЕТОЧНЫХ УРАВНЕНИЙ. ОДНОМЕРНЫЙ СЛУЧАЙ

(¹ Институт систем обработки изображений РАН – филиал ФНИЦ
«Кристаллография и фотоника» РАН, ² Самарский университет)

Введение

Метод Якоби несмотря на простоту, а возможно именно благодаря ей, издавна привлекал пристальное внимание разработчиков эффективных алгоритмов решения различных сеточных уравнений. Так, еще тридцать лет назад на его примере Джеймс Ортега [1] иллюстрировал приемы синтеза векторных и параллельных алгоритмов. Не забывали про метод Якоби и далее; в объемном и тщательно проработанном исследовании [2] демонстрируются преимущества и недостатки различных подходов к построению блочных вычислительных процедур, их практическая реализация на многопроцессорных ЭВМ и графических ускорителях именно для обсуждаемого численного метода.

В работе [3] метод Якоби реализуется на конвейерных ускорителях вычислений, а в [4] предлагается обобщенный подход для произвольных параллельных архитектур. При этом без рассмотрения остался важный случай производства расчетов в рамках одного вычислительного потока с хранением в памяти только двух итерационных приближений, имеющий как практическую (не у всех пользователей в распоряжении имеются суперкомпьютеры с большим объемом памяти и множеством потоков), так и методическую ценность (по коду параллельного алгоритма зачастую значительно сложнее разобраться в тонкостях организации блочных вычислений). Устранению данного недостатка и посвящена предлагаемая работа.

1. Векторные алгоритмы метода Якоби

Для простоты рассмотрим одномерное уравнение Лапласа $d^2U/dx^2=0$, где функция U определена на отрезке $0 \leq x \leq 1$, с краевыми условиями $U(0)=0$, $U(1)=1$.