

2. Оскорбин Н.М., Данько Е.В., Терновой О.С. Субъективная полезность инвестиционных решений в условиях неопределенности // Сборник научных статей международной конференции «Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и техники» – 2018 [Электронный ресурс] / АлтГУ; отв. ред. Е. Д. Родионов. – Электрон. текст. дан. (250 Мб). – Барнаул: ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», 2018. <https://sites.google.com/site/lomchten/>.

3. Kahneman D., Tversky A. Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk. *Econometrica*. 1979. Vol. 47. pp. 263-291.

4. Кендэл М. Ранговые корреляции. – М.: Статистика, 1975.

**УДК 519.248**

## **Информационные технологии в задачах прикладного портфельного анализа инвестиционных решений**

*М.Н. Мадияров<sup>1</sup>, А.А. Советхан<sup>2</sup>, Н.М. Оскорбин<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Восточно-Казахстанский государственный университет имени С. Аманжолова (Усть-Каменогорск, Казахстан);*

*<sup>2</sup> АлтГУ, г. Барнаул*

Математические модели и методика прикладного портфельного анализа при обосновании инвестиционных решений исследовались в статьях [1-2], в которых проведено обоснование необходимости разработки проблемно ориентированных информационных технологий. Однако предложенные в этих работах варианты решения этой задачи, по нашему мнению, требуют дополнительных исследований. В данной статье ставится задача разработки компьютерной программы поддержки принятия решений при выборе финансовых проектов в условиях неопределенности.

Объектом данного направления исследований выступают доходности и риски портфельных инвестиций, а предметом исследования являются математические методы, алгоритмы, и информационные технологии прикладного портфельного анализа.

Научная новизна данного направления исследования включает: разработку новых областей применения прикладного портфельного анализа; модернизацию компьютерной программы портфельного анализа; проверку достоверности полученных результатов методом статистических испытаний. В статье представлена компьютерная программа для сравнительного анализа оптимальных портфелей,

выбранных согласно существующим критериям принятия решений в условиях неопределенности.

В современной портфельной теории инвестиционных стратегий рассматривают два различных подхода к формированию портфеля. Первый связан с выбором активов, доходность которых стабильна, но существует не нулевая вероятность потери активов. Данная стратегия портфельного анализа выражена рекомендацией: «не храните яйца (деньги) в одной корзине (в одном банке, одном активе)».

Второй подход, для которого применима теория Марковица, состоит в выборе совокупности компенсационных активов. Считается, что доходность активов является случайной величиной, но вероятности их полных потерь нулевые. Тогда цель портфельного анализа состоит в выборе совокупности активов, которая обеспечит высокую среднюю доходность (критерий 1) и минимальное отклонение уровня дохода от этого среднего (критерий 2 – риск должен быть минимальным). Математическая модель Марковица позволяет выбрать оптимальный набор компенсационных активов с высокой средней доходностью. Исследования математической модели Марковица, способы оценки параметров и принципы выбора оптимальных портфелей рассмотрены в работах [1-3].

Для использования модели Марковица на практике необходимо найти вероятностные оценки ее параметров и обосновать выбор уровня средней доходности портфеля. Эти задачи решаются путем формирования таблицы вариантов инвестиционных портфелей [2] с последующим выбором оптимального варианта по схеме обоснования решений дискретных моделей в условиях неопределенности [1 –3]. В данной работе для выбора оптимального портфеля используем следующие критерии: Вальда, Байеса-Лапласа, Сэвиджа, Гурвица.

В качестве примера в таблице 1 представлены варианты портфелей, сформированных из 5 активов  $A_1 - A_5$ .

Таблица 1 – Варианты портфелей Марковица (модельные данные на квартальном периоде инвестирования, финансовые показатели %)

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$\bar{Q}_P$	$\Delta_P$	$H_P$	$V_P$
1	0,82	0,09	0	0	0,09	2,09	1,33	0,76	3,42
2	0,82	0,09	0	0	0,09	2,09	1,33	0,76	3,42
3	0,5	0,08	0,12	0,07	0,23	3,03	1,88	1,15	4,91
4	0,27	0,08	0,19	0,16	0,3	3,63	2,46	1,17	6,08
5	0,04	0,06	0,27	0,25	0,38	4,22	3,10	1,12	7,32
6	0	0,02	0,39	0,17	0,44	4,82	3,84	0,98	8,66
7	0	0	0,49	0,03	0,48	5,41	4,77	0,64	10,18
8	0	0	0,65	0	0,35	6,01	5,89	0,12	11,90
9	0	0	0,83	0	0,17	6,60	7,28	-0,68	13,88
10	0	0	1	0	0	7,20	8,82	-1,62	16,02

В приведенной таблице первые два портфеля совпадают по всем параметрам, так как при выбранных исходных данных ограничение по доходности в математической модели Марковица выполняется как строгое неравенство. По остальным портфелям наблюдается закономерность в изменении долей ( $x_1, \dots, x_5$ ) активов  $A_1 - A_5$ , включенных в портфель (см. данные столбцов 2 – 6 таблицы). Характерным свойством таблицы вариантов является увеличение риска доходности, определяемого величиной доверительного интервала (столбец  $\Delta_P$ ), с ростом средней доходности (столбец данных  $\bar{Q}_P$ ).

На примере таблицы 1, решению инвестора соответствует номер строки, а значения неопределенного фактора – два последних столбца. Процедуры принятия решений подробно описаны в литературе. Например, при использовании критерия Вальда (принцип максимальной гарантированной доходности) оптимальным является портфель с номером 7.

В работе [8] описано применение теории субъективной полезности для обоснования оптимального портфеля, согласно которой функция субъективной полезности зависит от коэффициента  $\beta$  «страха» риска ( $\beta \geq 0$ ) и коэффициента  $\gamma$ , определяющего уровень сожаления по упущенной выгоде при отказе от реализации проекта ( $\gamma \in [0, 1]$ ).

В рассматриваемом способе теория субъективной полезности позволяет выбрать уровень риска критерия Гурвица, и тогда все исследуемые критерии выбора решений в условиях неопределенности задаются с известными параметрами (рисунок 1).

	К	Л	М	Н	О	Р
4			0,422	Сожаления Сэвиджа		
5	Вальда	Б-Л	Гурвица	Низ%	Верх%	Мах
6	0,76%	2,09%	1,88%	0,41%	12,60%	12,60%
7	0,76%	2,09%	1,88%	0,41%	12,60%	12,60%
8	1,15%	3,03%	2,74%	0,02%	11,11%	11,11%
9	1,17%	3,63%	3,24%	0,00%	9,94%	9,94%
10	1,12%	4,22%	3,74%	0,05%	8,70%	8,70%
11	0,98%	4,82%	4,22%	0,19%	7,36%	7,36%
12	0,64%	5,41%	4,67%	0,53%	5,84%	5,84%
13	0,12%	6,01%	5,09%	1,05%	4,12%	4,12%
14	-0,68%	6,60%	5,46%	1,85%	2,14%	2,14%
15	-1,62%	7,20%	5,82%	2,79%	0,00%	2,79%
16	1,17%	7,20%	5,82%			2,14%
17	4	10	10			9

Рисунок 1 – Расчетная таблица Excel обоснования решений

На рисунке 1 второй столбец данных соответствует ожиданиям Байеса-Лапласа, при котором максимум достигается для портфеля 10. В строке 16 листа Excel представлены ожидаемые полезности решений по всем исследуемым критериям, а в строке 17 – соответствующие оптимальные портфели. В клетке М4 приведен показатель риска Гурвица, найденный в программе оценки субъективной полезности.

Следует отметить, что только критерий максимума гарантированной доходности, рекомендует без рисковый портфель, т.е. при этом выборе фактическая доходность портфеля после его реализации окажется не меньше ожидаемой. При остальных критериях уровни риска являются максимальными.

Данная работа имеет прикладное значение при оптимизации портфельных инвестиций по реальным данным.

### Библиографический список

1. Оскорбин Н.М., Мадияров М.Н. // Методика и инструментальные средства прикладного портфельного анализа инвестиционной стратегии // Сборник научных статей международной конференции «Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования» – 2017 [Электронный ресурс] / АлтГУ; отв. ред. Е. Д.

Родионов. – Электрон. текст. дан. – Барнаул: ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», 2017. – С. 622-623.

2. Ергалиев Е.К., Мадияров М.Н., Оскорбин Н.М. Математические задачи прикладного портфельного анализа // Известия Алтайского государственного университета. № 1 (105). 2019 – С. 75-79.

3. Ергалиев Е.К., Мадияров М.Н., Мельникова Н.С., Оскорбин Н.М. Интервальное оценивание доходности и риска в прикладном портфельном анализе // МАК : «Математики – Алтайскому краю» : сборник трудов всероссийской конференции по математике с международным участием, Барнаул, 27 июня – 1 июля 2019 г. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2019. – С. 135-138.

5. Наумов А.А., Федоров А.А. Синтез эффективного портфеля проектов // Информационные технологии моделирования и управления. 2006. № 1(26).

7. Ширяев В.И. Оптимальные портфели, управление финансами и рисками. 2-е изд. – М.: УРСС, 2009. – 216 с.

8. Данько Е.В. Функция субъективной полезности инвестиционных решений в условиях информационной неопределенности и метод оценки ее параметров // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер.: Информационные технологии. – 2015. – Т. 13, вып. 3. – С. 24–32.

**УДК 519.868**

## **Оптимальное размещение п складов на территории распределенных потребителей**

***А.В. Михалева, Н.М. Оскорбин***  
*АлтГУ, г. Барнаул*

*Ключевые слова:* транспортные перевозки, транспортная задача, пространственное распределение, оптимизация затрат

В настоящей статье производится анализ пространственных процессов грузоперевозок, описанных, например, в работах [1, 2]. Ставится задача обобщения транспортной задачи линейного программирования (ТЗЛП), теория которой и методы решения приведены в [3]. В классической постановке число складов считается заданным, запасы однотипного товара на всех складах известны и ограничены. Кроме того, затраты на перевозку единицы товара от каждого склада каждому потребителю постоянные, откуда следует, что пространственное положение складов и распределение потребителей задается априори. Очевидным обобщением ТЗЛП является опти-