

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ МЕР РИСКА  
И ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ ИНВЕСТОРА К РИСКУ****Елена Рифовна КОЛЯСНИКОВА**кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математических методов в экономике,  
Башкирский государственный университет, Уфа, Российская Федерация  
len82@yandex.ru**История статьи:**Получена 09.06.2017  
Получена в доработанном  
виде 30.06.2017  
Одобрена 07.07.2017  
Доступна онлайн 29.08.2017

УДК 336.763.122

JEL: C61, C65, D53, E44, G11

**Аннотация****Предмет.** При формировании портфеля инвесторы принимают решения в условиях риска, имея индивидуальное восприятие риска. Предлагается модель формирования портфеля на основе показателя его эффективности и с учетом отношения инвестора к риску. При формировании портфеля учитываются следующие меры риска: стоимость под риском, полуотклонение, стандартное отклонение. Предлагаемые модели можно использовать на практике.**Цели.** Предложить подходящую модель инвестору на основе показателя эффективности портфеля и с учетом отношения к риску. Провести вычислительный эксперимент на основе реальных данных на фондовом рынке. Дать рекомендации инвесторам с различным восприятием риска по составлению оптимального портфеля.**Методология.** Исследование проводилось на основе статистического и портфельного анализа с применением оптимизационных методов.**Результаты.** Предложены модификации функции М. Рубинштейна, состоящей из математического ожидания и дисперсии доходности активов. Проведено сравнение предложенных функций с функцией М. Рубинштейна на основе показателя эффективности сформированных портфелей, учитывающего ожидаемую доходность, стоимость под риском, полуотклонение, стандартное отклонение доходности портфеля. В результате сравнения выбрана подходящая модель для каждого инвестора с его индивидуальным отношением к риску. Работа адресована экономистам, аналитикам, инвесторам, желающим сформировать оптимальный портфель с учетом различных мер риска и отношения к риску.**Выводы.** По результатам расчета показателя эффективности портфеля предложена соответствующая модель инвестору. Рекомендуется использовать модель, основанную на модифицированной функции, либо модель с функцией М. Рубинштейна в зависимости от неприятия риска. Сравнение моделей на основе показателя эффективности портфеля позволяет дать рекомендации инвестору относительно структуры портфеля.**Ключевые слова:** доходность, оптимальный портфель, стандартное отклонение, полуотклонение, стоимость под риском VaR

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

**Для цитирования:** Колясникова Е.Р. Формирование портфеля с учетом различных мер риска и индивидуального отношения инвестора к риску // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2017. – Т. 16, № 8. – С. 1583 – 1596.  
<https://doi.org/10.24891/ea.16.8.1583>**Введение**

Инвестор при формировании портфеля учитывает много факторов и показателей, начиная с этапа отбора активов и заканчивая формированием и анализом полученного портфеля. Ключевыми характеристиками портфеля являются доходность и риск. Данные показатели при формировании портфеля предложил использовать Г. Марковиц в 1952 г. в статье «Выбор портфеля» [1].

В современном мире для решения задач портфельной оптимизации используются различные методы, алгоритмы и меры риска. Разработано огромное количество модификаций рискованных показателей.

В работе В. Liang и Н. Park [2] проведено сравнение различных мер риска (полуотклонение, стоимость под риском, ожидаемые потери, побочные риски) со стандартным отклонением доходности как для отдельных хедж-фондов, так и для портфеля фондов.

В настоящее время популярны портфели с учетом показателя стоимости под риском (VaR).

В работах Р. Artzner, F. Delbaen, J.M. Eber, D. Heath [3], И.В. Демкина [4, 5], И.С. Меньшикова и Д.А. Шелагина [6], Е.М. Бронштейна и А.Г. Вайнер [7], О.Л. Крицкого и М.К. Ульяновой [8], А.А. Лобанова [9], Т.С. Ткаченко [10], А.А. Уфимцева [11] и других рассматривается показатель стоимости под риском и его различные модификации. Так, А.А. Лобанов, А.В. Порох [12] рассматривают применение различных методов расчета VaR на российском фондовом рынке.

В свою очередь О.И. Никонов [13] анализирует риски с использованием VaR и GARCH-модели.

В работе А.А. Кадникова [14] представлена методика расчета показателя VaR для портфеля ценных бумаг, содержащего инструменты с короткой историей торгов.

Строить портфели, не используя какие-либо виды распределения (непараметрический подход), предлагает И.В. Кирьянов [15].

Когерентные и обобщенные когерентные меры риска используют О.Ю. Воробьев, Т.А. Мартынова, А.А. Новоселов [16]. Преимуществом обобщенных когерентных мер является то, что они точнее описывают реальные стратегии капиталовложений, однако являются более сложными в расчетах.

Отношение инвестора к риску в оптимизационных задачах формирования портфеля можно задать в виде ограничения на риск (задав границы риска и увеличивая или уменьшая показатель риска в зависимости от отношения инвестора к риску) при максимизации доходности либо с использованием функций полезности, содержащих в своем составе показатели доходности и риска с различными весовыми коэффициентами.

Так, Т.А. Осечкина [17] предлагает формировать оптимальный портфель на основе функции полезности при различных значениях коэффициента неприятия риска и подсчитывает доходности соответствующих портфелей для трех этапов развития рынка: спада, подъема, стабилизации.

Например, Т.В. Теплова [18] учитывает негативное отношение инвесторов к риску, а именно к отрицательной волатильности, с помощью показателя односторонней дисперсии.

При оптимизации портфеля требуется определить критерий оптимизации. Функцию полезности относительно математического ожидания и дисперсии доходности портфеля ввел М. Рубинштейн.

В статье предлагаются модификации функции М. Рубинштейна, где в состав рискового показателя входят такие меры риска, как стоимость под риском, полуотклонение и стандартное отклонение.

Нами предлагаются модели, основанные на модифицированных критериях оптимизации. Данный подход также позволяет учесть отношение инвесторов к риску.

## Общие положения

Портфель инвестора представляет собой набор активов, в которые инвестор вкладывает денежные средства, характеризуется ожидаемыми доходностью и риском.

Ожидаемая доходность портфеля является средневзвешенной величиной ожидаемых доходностей активов, составляющих портфель. В качестве весов выступают доли активов в портфеле.

Ожидаемая доходность портфеля рассчитывается по следующей формуле:

$$\overline{\mu}_p = \sum_{i=1}^n x_i \overline{\mu}_i, \quad (1)$$

где  $n$  – количество активов в портфеле;

$x_i$  – доля актива  $i$  в портфеле;

$\bar{\mu}_i$  – ожидаемая доходность актива  $i$ .

В качестве рискованных показателей используются стандартное отклонение, полуотклонение доходности портфеля, стоимость под риском портфеля.

Стандартное отклонение доходности портфеля является корнем из дисперсии доходности портфеля, характеризует меру рассеяния фактических доходностей портфеля от ожидаемой доходности.

Показатели дисперсии и стандартного отклонения доходности портфеля рассчитываются соответственно по следующим формулам:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{cov}_{ij}, \quad (2)$$

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2}, \quad (3)$$

где  $\text{cov}_{ij}$  – ковариация доходностей активов  $i$  и  $j$ , показатель зависимости двух случайных величин. Рассчитывается по формуле

$$\text{cov}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^N (\mu_{it} - \bar{\mu}_i)(\mu_{jt} - \bar{\mu}_j)}{N-1}, \quad (4)$$

где  $N$  – количество наблюдений;

$\mu_{it}$  – доходность актива  $i$  за момент времени  $t$ ;

$\mu_{jt}$  – доходность актива  $j$  за момент времени  $t$ ;

$\bar{\mu}_j$  – ожидаемая доходность актива  $j$ .

Показатели полудисперсии  $\sigma_{1/2p}^2$  и полуотклонения  $\sigma_{1/2p}$  доходности портфеля рассчитываются соответственно по следующим формулам:

$$\sigma_{1/2p}^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{cov}_{ij}^*, \quad (5)$$

$$\sigma_{1/2p} = \sqrt{\sigma_{1/2p}^2}, \quad (6)$$

где  $\sigma_{ij}^*$  – полуковариация между доходностями двух активов, рассчитывается аналогично обычной ковариации, но учитывает лишь неположительные значения наблюдаемых отклонений доходностей активов от ожидаемой доходности.

Стоимость под риском портфеля  $VaR_p$  – это мера риска, которая показывает, на какую максимальную сумму денег может понизиться стоимость портфеля инвестора, в течение определенного периода времени с заданной доверительной вероятностью [19]. Рассчитывается по следующей формуле:

$$VaR_p = \sqrt{IVaR_p \cdot R \cdot IVaR_p^T}, \quad (7)$$

где  $IVaR_p$  – вектор-столбец индивидуальных значений  $VaR$  по каждому активу, входящему в портфель, взвешенный на долю каждого актива в портфеле;

$R$  – матрица корреляций между доходностями активов в портфеле;

$IVaR_p^T$  – транспонированный вектор-столбец  $IvaR_p$ .

Индивидуальные значения  $VaR$  по каждому активу, входящему в портфель, рассчитываются на основе стандартной формулы параметрического метода [20] для акций с нормальным распределением доходностей:

$$VaR = -(\bar{\mu} + z_\alpha \sigma), \quad (8)$$

где  $z_\alpha$  – квантиль нормального распределения для заданного уровня вероятности потерь  $\alpha$ .

Для акций, распределение доходностей которых отлично от нормального, применяется следующая формула:

$$VaR = -(\bar{\mu} + \Omega_\alpha \sigma), \quad (9)$$

где  $\Omega_\alpha$  – поправка, учитывающая отклонение от нормального распределения.

Поправка рассчитывается по формуле разложения Корниша – Фишера [2]:

$$\Omega_\alpha = z_\alpha + \frac{1}{6}(z_\alpha^2 - 1)S + \frac{1}{24}(z_\alpha^3 - 3z_\alpha)K - \frac{1}{36}(2z_\alpha^3 - 5z_\alpha)S^2; \quad (10)$$

$$S = \frac{E(\mu - \bar{\mu})^3}{\sigma^3};$$

$$K = \frac{E(\mu - \bar{\mu})^4}{\sigma^4} - 3,$$

где  $E(\mu - \bar{\mu})^k$  – математическое ожидание  $k$ -й степени отклонения случайной величины доходности  $\mu$  от ее математического ожидания  $\bar{\mu}$ .

### Математическая модель оптимального портфеля

Функцию полезности вида

$$\varphi \cdot \bar{\mu}_p - \sigma_p^2$$

относительно ожидаемой доходности  $\bar{\mu}_p$  и дисперсии  $\sigma_p^2$  доходности портфеля ввел М. Рубинштейн, где  $\varphi$  – коэффициент, характеризующий предпочтения инвестора относительно ожидаемой доходности и дисперсии доходности портфеля.

Предложим следующие модификации функции М. Рубинштейна, построенные по аналогии:

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot \sigma_{1/2p}^2 \rightarrow \max;$$

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot VaR_p \cdot \sigma_{1/2p} \rightarrow \max;$$

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot \sigma_p \cdot \sigma_{1/2p} \rightarrow \max;$$

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot VaR_p \sqrt{\sigma_p \cdot \sigma_{1/2p}} \rightarrow \max;$$

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot \sigma_p \sqrt{VaR_p \cdot \sigma_{1/2p}} \rightarrow \max;$$

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot \sigma_{1/2p} \sqrt{VaR_p \cdot \sigma_p} \rightarrow \max;$$

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot VaR_p \cdot \sigma_p \rightarrow \max;$$

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot VaR_p^2 \rightarrow \max;$$

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \left( \sqrt[3]{VaR_p \cdot \sigma_{1/2p} \cdot \sigma_p} \right)^2 \rightarrow \max,$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – весовые коэффициенты относительно ожидаемой доходности и риска.

Чем больше коэффициент  $\alpha_1$ , тем большее предпочтение инвестор отдает ожидаемой доходности, чем риску, и наоборот. При этом  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ .

Построим модели (1)–(9), где в качестве критерия оптимизации используются данные функции, в модели (10) в качестве целевой функции применяется функция М. Рубинштейна.

Модель 1:

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot \sigma_{1/2p}^2 \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Модель 2:

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot VaR_p \cdot \sigma_{1/2p} \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Модель 3:

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot \sigma_p \cdot \sigma_{1/2p} \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Модель 4:

$$\alpha_1 \cdot \bar{\mu}_p - \alpha_2 \cdot VaR_p \sqrt{\sigma_p \cdot \sigma_{1/2p}} \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Модель 5:

$$\alpha_1 \cdot \overline{\mu}_p - \alpha_2 \cdot \sigma_p \sqrt{VaR_p \cdot \sigma_{1/2p}} \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Модель 6:

$$\alpha_1 \cdot \overline{\mu}_p - \alpha_2 \cdot \sigma_{1/2p} \sqrt{VaR_p \cdot \sigma_p} \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Модель 7:

$$\alpha_1 \cdot \overline{\mu}_p - \alpha_2 \cdot VaR_p \cdot \sigma_p \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Модель 8:

$$\alpha_1 \cdot \overline{\mu}_p - \alpha_2 \cdot VaR_p^2 \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Модель 9:

$$\alpha_1 \cdot \overline{\mu}_p - \alpha_2 \left( \sqrt[3]{VaR_p \cdot \sigma_{1/2p} \cdot \sigma_p} \right)^2 \rightarrow \max,$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Модель 10:

$$\alpha_1 \cdot \overline{\mu}_p - \alpha_2 \cdot \sigma_p^2 \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, i = \overline{1, n}.$$

Чтобы сравнить предложенные функции с функцией М. Рубинштейна, введем показатель эффективности

сформированных портфелей, вычисленный для каждой модели.

Показатель эффективности портфеля будем рассчитывать по следующей формуле:

$$\frac{\overline{\mu}_p}{\sqrt[3]{\sigma_p \cdot \sigma_{1/2p} \cdot VaR_p}}.$$

Эта формула показывает, сколько ожидаемой доходности приходится на единицу средней геометрической меры риска, включающей в свой состав стоимость под риском, полуотклонение, стандартное отклонение доходности портфеля.

### Алгоритм формирования портфеля

1. Отбор обыкновенных ликвидных акций российских компаний с положительной ожидаемой доходностью, рассчитанной по следующей формуле:

$$\bar{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^N \mu_i}{N},$$

где  $\bar{\mu}$  – ожидаемая доходность актива;

$N$  – количество наблюдений;

$\mu_i$  – значения доходностей актива за момент времени  $i$ .

2. Учет коррелированности доходности акций между собой, рассчитанной по следующей формуле:

$$\rho_{ij} = \frac{\text{cov}_{ij}}{\sigma_i \sigma_j},$$

где  $\rho_{ij}$  – коэффициент корреляции между доходностями активов  $i$  и  $j$ ;

$\text{cov}_{ij}$  – ковариация доходностей активов  $i$  и  $j$ ;

$\sigma_i, \sigma_j$  – стандартные отклонения доходностей активов  $i$  и  $j$  соответственно.

3. Формирование портфеля инвестора по предложенным моделям с применением

различных мер риска и индивидуального восприятия риска.

4. Подсчет показателя эффективности портфеля по каждой модели.
5. Выбор модели. Для каждого инвестора с индивидуальным отношением к риску выбирается модель, по которой значение показателя эффективности портфеля выше.
6. Выдача рекомендаций инвестору.

### Вычислительный эксперимент

Для анализа были взяты высоко- и среднеликвидные обыкновенные акции котировального списка первого уровня, обращающиеся на Московской бирже, за временной промежуток с 22 апреля 2016 г. по 21 апреля 2017 г. (252 точки дневной доходности).

В качестве источника данных о котировках акций и показателях ликвидности использован информационный портал Investfunds<sup>1</sup>. В соответствии с алгоритмом были отобраны 19 обыкновенных акций, представленных в *табл. 1*.

Для отбора использовался коэффициент корреляции, не превышающий по модулю 0,5. На *рис. 1* приведены результаты расчетов коррелированности доходностей акций между собой.

Сформируем портфели из рассматриваемых акций по моделям (1)–(10) и рассчитаем показатель эффективности портфеля.

При этом в ходе промежуточных расчетов в результате проверки на нормальность распределения доходностей акций POLY,

YNDX, BANE, MTLR, TRMK, IRAO, FEES, MSNG не соответствует нормальному, для расчета *VaR* этих акций была использована формула (9), а для остальных акций – формула (8).

При расчете поправки  $\Omega_\alpha$  применялась вероятность потерь на уровне 5%.

Результаты расчетов показателя эффективности представлены в *табл. 2*.

На основании расчетов получено, что при  $\alpha_1 = 0$  инвестору рекомендуется строить портфель по модели (8), при  $\alpha_1 = 0,1$  – по модели (9), при  $\alpha_1 = 0,2$  – по модели (7), при  $\alpha_1 = \{0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8\}$  – по модели (10).

Для инвестора, пренебрегающего риском ( $\alpha_1 = \{0,9; 1\}$ ), решение очевидно. В этом случае он составляет портфель из единственного самого доходного актива MTLR, выбор модели безразличен. Рекомендуемая структура портфеля из выбранной модели по показателю эффективности портфеля представлена в *табл. 3*.

### Заключение

Проведено сравнение моделей на основе предложенных функций. По результатам расчета показателя эффективности портфеля инвестору рекомендуется использовать соответствующую модель в зависимости от его отношения к риску.

Сравнение моделей на основе предложенных функций позволяет дать рекомендации инвестору относительно структуры портфеля.

<sup>1</sup> Информационный портал Investfunds.  
URL: <http://stocks.investfunds.ru/>

**Таблица 1**

Средние дневные показатели по акциям с 22 апреля 2016 г. по 21 апреля 2017 г.

**Table 1**

Average daily return on shares from April 22, 2016 to April 21, 2017

№ п/п	Акция	Тикер	μ, %
1	Мечел	MTLR	0,38
2	ИНТЕР РАО	IRAO	0,33
3	Аэрофлот	AFLT	0,32
4	ФСК ЕЭС	FEES	0,28
5	Мосэнерго	MSNG	0,17
6	ТМК	TRMK	0,16
7	Россети	RSTI	0,15
8	ММК	MAGN	0,14
9	Сбербанк России	SBER	0,12
10	РусГидро	HYDR	0,11
11	Алроса	ALRS	0,10
12	Башнефть	BANE	0,07
13	Polymetal International	POLY	0,06
14	НЛМК	NLMK	0,06
15	НОВАТЭК	NVTX	0,06
16	ЯНДЕКС	YNDX	0,05
17	АФК Система	AFKS	0,05
18	МТС	MTSS	0,02
19	Московская Биржа	MOEX	0,02

Источник: Investfunds. URL: <http://stocks.investfunds.ru/>Source: Investfunds. URL: <http://stocks.investfunds.ru/>**Таблица 2**

Выбор модели по показателю эффективности портфеля

**Table 2**

Choosing a model based on portfolio performance factor

$\alpha_1$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\alpha_2$	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
Модель 1	0,084	0,217	0,217	0,199	0,168	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143
Модель 2	0,129	0,223	0,212	0,203	0,189	0,169	0,152	0,143	0,143	0,143	0,143
Модель 3	0,105	0,221	0,22	0,219	0,213	0,195	0,173	0,143	0,143	0,143	0,143
Модель 4	0,135	0,225	0,217	0,213	0,204	0,189	0,171	0,151	0,143	0,143	0,143
Модель 5	0,122	0,226	0,22	0,218	0,213	0,201	0,18	0,16	0,143	0,143	0,143
Модель 6	0,118	0,225	0,219	0,214	0,202	0,181	0,161	0,143	0,143	0,143	0,143
Модель 7	0,136	0,223	0,221	0,217	0,213	0,204	0,188	0,17	0,143	0,143	0,143
Модель 8	0,156	0,215	0,211	0,203	0,196	0,185	0,17	0,155	0,143	0,143	0,143
Модель 9	0,124	0,226	0,219	0,216	0,207	0,191	0,171	0,148	0,143	0,143	0,143
Модель 10	0,117	0,221	0,218	0,22	0,219	0,216	0,205	0,186	0,163	0,143	0,143
тах	0,156	0,226	0,221	0,22	0,219	0,216	0,205	0,186	0,163	0,143	0,143
Выбор модели	8	9	7	10	10	10	10	10	10	1–10	1–10

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3

## Оптимальная структура портфеля

Table 3

## The best portfolio structure

$\alpha_1$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\alpha_2$	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
SBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALRS	3,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POLY	7,92	2,74	0	0	0	0	0	0	0	0	0
YNDX	4,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NVTK	9,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BANE	7,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AFKS	4,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTSS	2,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AFLT	3,73	28,25	31,91	38,68	33,11	25,31	13,62	0	0	0	0
MOEX	2,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MTLR	7,26	15,5	25,34	20,36	25,39	32,42	42,97	58,74	81,82	100	100
TRMK	31,54	20,58	3,77	0	0	0	0	0	0	0	0
MAGN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NLMK	3,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IRAO	6,19	29,09	38,03	40,96	41,51	42,26	43,4	41,26	18,18	0	0
FEES	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0
MSNG	5,48	3,84	0,79	0	0	0	0	0	0	0	0
RSTI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYDR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\Sigma$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Источник: авторская разработка

Source: Authoring



**Рисунок 1****Матрица корреляций доходностей акций между собой****Figure 1****Stock performance correlation matrix**

	SBER	ALRS	POLY	YNDX	NVTK	BANE	AFKS	MTSS	AFLT	MOEX	MTLR	TRMK	MAGN	NLMK	IRAO	FEES	MSNG	RSTI	HYDR
SBER	1	0,3	-0,01	0,41	0,4	0,05	0,27	0,39	0,23	0,39	0,23	0,14	0,27	0,23	0,18	0,15	0,16	0,22	0,33
ALRS	0,3	1	-0,03	0,13	0,22	-0,02	0,16	0,14	0,28	0,23	0,15	0,14	0,18	0,15	0,17	0,14	0,05	0,25	0,2
POLY	-0,01	-0,03	1	0,07	-0,02	0,07	0,18	0,05	0	-0,03	-0,11	-0,01	0,11	0,03	-0,03	-0,02	0,13	0,03	0
YNDX	0,41	0,13	0,07	1	0,29	0,14	0,25	0,26	0,13	0,24	0,08	0,05	0,19	0,08	0,13	-0,01	0,14	0,06	0,1
NVTK	0,4	0,22	-0,02	0,29	1	-0,02	0,18	0,27	0,13	0,26	0,06	0,08	0,18	0,19	0,15	0,16	0,21	0,2	0,19
BANE	0,05	-0,02	0,07	0,14	-0,02	1	0,03	0,11	0,05	0,04	0,04	0,14	0,12	0,03	0,03	-0,04	-0,01	0,01	0,03
AFKS	0,27	0,16	0,18	0,25	0,18	0,03	1	0,37	0,16	0,28	-0,05	0,03	0,23	0,09	0,17	0,14	0,06	0,19	0,29
MTSS	0,39	0,14	0,05	0,26	0,27	0,11	0,37	1	0,19	0,27	0,16	0,1	0,21	0,21	0,07	0,09	0,21	0,2	0,22
AFLT	0,23	0,28	0	0,13	0,13	0,05	0,16	0,19	1	0,23	0,2	0,1	0,17	0,03	0,15	0,23	0,09	0,26	0,27
MOEX	0,39	0,23	-0,03	0,24	0,26	0,04	0,28	0,27	0,23	1	0,06	0,08	0,21	0,08	0,16	0,25	0,07	0,19	0,23
MTLR	0,23	0,15	-0,11	0,08	0,06	0,04	-0,05	0,16	0,2	0,06	1	0,2	0,17	0,18	0,05	0,14	0,13	0,18	0,18
TRMK	0,14	0,14	-0,01	0,05	0,08	0,14	0,03	0,1	0,1	0,08	0,2	1	0,1	0,13	0,1	0,03	0,05	0,01	0,12
MAGN	0,27	0,18	0,11	0,19	0,18	0,12	0,23	0,21	0,17	0,21	0,17	0,1	1	0,39	0,24	0,15	0,1	0,23	0,14
NLMK	0,23	0,15	0,03	0,08	0,19	0,03	0,09	0,21	0,03	0,08	0,18	0,13	0,39	1	0,14	0,08	0,09	0,17	0,16
IRAO	0,18	0,17	-0,03	0,13	0,15	0,03	0,17	0,07	0,15	0,16	0,05	0,1	0,24	0,14	1	0,24	0,1	0,19	0,14
FEES	0,15	0,14	-0,02	-0,01	0,16	-0,04	0,14	0,09	0,23	0,25	0,14	0,03	0,15	0,08	0,24	1	0,3	0,55	0,37
MSNG	0,16	0,05	0,13	0,14	0,21	-0,01	0,06	0,21	0,09	0,07	0,13	0,05	0,1	0,09	0,1	0,3	1	0,3	0,29
RSTI	0,22	0,25	0,03	0,06	0,2	0,01	0,19	0,2	0,26	0,19	0,18	0,01	0,23	0,17	0,19	0,55	0,3	1	0,4
HYDR	0,33	0,2	0	0,1	0,19	0,03	0,29	0,22	0,27	0,23	0,18	0,12	0,14	0,16	0,14	0,37	0,29	0,4	1

*Источник:* авторская разработка*Source:* Authoring

## Список литературы

1. Markowitz H. Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 1952, vol. 7, no. 1, pp. 77–91. doi: 10.2307/2975974
2. Liang B., Park H. Risk Measures for Hedge Funds: A Cross-Sectional Approach. *European Financial Management*, 2007, vol. 13, iss. 2, pp. 333–370. doi: 10.1111/j.1468-036X.2006.00357.x
3. Artzner P., Delbaen F., Eber J.M., Heath D. Coherent measures of risk. *Mathematical Finance*, 1999, vol. 9, no. 3, pp. 203–228. doi: 10.1111/1467-9965.00068
4. Демкин И.В. Управление инвестиционным риском с использованием опционов // Проблемы анализа риска. 2005. Т. 2. № 1. С. 56–71.
5. Демкин И.В. Оценка интегрированного инновационного риска на основе методологии Value At Risk // Проблемы анализа риска. 2006. Т. 3. № 4. С. 362–378.
6. Меньшиков И.С., Шелагин Д.А. Рыночные риски: модели и методы. М.: Вычислительный центр РАН, 2006. 55 с.
7. Бронштейн Е.М., Вайнер А.Г. Формирование портфеля ценных бумаг на основе комплексных индексных мер риска // Управление риском. 2010. № 1. С. 52–59.
8. Крицкий О.Л., Ульянова М.К. Определение многомерного финансового риска портфеля акций // Прикладная эконометрика. 2007. Т. 2. № 4. С. 3–18.
9. Лобанов А.А. Проблема метода при расчете Value At Risk // Рынок ценных бумаг. 2000. № 21. С. 54–58.
10. Ткаченко Т.С. Использование методов имитационного моделирования в оценке валютного риска // Регион: Экономика и Социология. 2007. № 2. С. 80–89.
11. Уфимцев А.А. Измерение валютных рисков с помощью методологии Value At Risk // Вестник Челябинского государственного университета. 2012. № 8. С. 137–142.
12. Лобанов А., Порох А. Анализ применимости различных моделей расчета VaR на российском рынке акций // Рынок ценных бумаг. 2001. № 2. С. 65–70.
13. Никонов О.И., Фирсов А.А. Регрессионная модель оценки фондового риска в коммерческом банке на основе GARCH-процесса для двух временных рядов // Вестник УГТУ – УПИ. Сер.: Экономика и управление. 2007. № 4. С. 70–75.
14. Кадников А.А. VaR портфеля, содержащего инструменты с короткой историей торгов // Вестник Новосибирского государственного университета. Сер.: Социально-экономические науки. 2009. Т. 9. № 3. С. 39–52.
15. Кирьянов И.В. Методика формирования непараметрических портфелей // Сибирская финансовая школа. 2011. № 2. С. 78–83.
16. Воробьев О.Ю., Мартынова Т.А., Новоселов А.А. Модифицированные когерентные меры риска (для евклидовой нормы) // Вестник Красноярского государственного университета. Гуманитарные науки. 2005. № 4. С. 183–188.
17. Осечкина Т.А. Оптимизация инвестиционного портфеля с использованием функции полезности // Наука и бизнес. 2012. № 10. С. 97–99.

18. *Теплова Т.В.* Динамика рисков на финансовых рынках и нестандартные модели обоснования затрат на собственный капитал // *Финансовый менеджмент*. 2005. № 6. С. 45–57.
19. *Буренин А.Н.* Управление портфелем ценных бумаг. М.: Научно-техническое общество им. С.И. Вавилова, 2008. 440 с.
20. *Четыркин Е.М.* Финансовые риски. М.: Дело, 2008. 176 с.

#### **Информация о конфликте интересов**

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

**BUILDING A PORTFOLIO BASED ON DIFFERENT RISK MEASURES  
AND INVESTOR'S RISK PERCEPTION****Elena R. KOLYASNIKOVA**Bashkir State University, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation  
len82@yandex.ru**Article history:**Received 9 June 2017  
Received in revised form  
30 June 2017  
Accepted 7 July 2017  
Available online  
29 August 2017**JEL classification:** C61, C65,  
D53, E44, G11**Keywords:** optimal portfolio,  
standard deviation,  
semideviation, Value at Risk,  
VaR**Abstract****Importance** Investors have individual perception of and attitude to risk when making their decisions. The article offers a model to build a portfolio considering the indicator of its efficiency and investor's attitude to risk. The following measures of risk are taken into account: Value at Risk, semideviation, standard deviation. It is possible to apply the proposed models in practice.**Objectives** The aim is to offer a suitable model to an investor on the basis of portfolio performance and investor's attitude to risk.**Methods** The study rests on statistical and portfolio analysis, using optimization methods.**Results** I offer modifications of the Rubinstein's function, consisting of mathematical expectation and dispersion of return on assets, compare the offered functions with the Rubinstein's function on the basis of performance indicator of created portfolios, which takes into account expected return, value at risk, semideviation and standard deviation of the portfolio return. The findings may be useful for economists, analysts, investors wishing to build an optimal portfolio based on various measures of and attitude to risk.**Conclusions and Relevance** The paper suggests a suitable model for an investor and recommends the use a model, which is based on a modified function or a model with the Rubinstein's function, depending on risk aversion. Comparing the models, using the portfolio performance indicator, enables to make recommendations for the portfolio structure.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

**Please cite this article as:** Kolyasnikova E.R. Building a Portfolio Based on Different Risk Measures and Investor's Risk Perception. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2017, vol. 16, iss. 8, pp. 1583–1596.  
<https://doi.org/10.24891/ea.16.8.1583>**Acknowledgments**

I express my gratitude and deep appreciation to Larisa N. DROBYSHEVSKAYA, Doctor of Economics, Professor of Global Economy and Management Department of the Kuban State University, for the valuable comments and advice on the article.

**References**

1. Markowitz H. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 1952, vol. 7, no. 1, pp. 77–91. doi: 10.2307/2975974
2. Liang B., Park H. Risk Measures for Hedge Funds: A Cross-Sectional Approach. *European Financial Management*, 2007, vol. 13, iss. 2, pp. 333–370. doi: 10.1111/j.1468-036X.2006.00357.x
3. Artzner P., Delbaen F., Eber J.M., Heath D. Coherent Measures of Risk. *Mathematical Finance*, 1999, vol. 9, iss. 3, pp. 203–228. doi: 10.1111/1467-9965.00068
4. Demkin I.V. [Investment risk management using real options]. *Problemy analiza riska = Issues of Risk Analysis*, 2005, vol. 2, no. 1, pp. 56–71. (In Russ.)
5. Demkin I.V. [Integrated Innovative Risk Assessment using the Value At Risk Approach]. *Problemy analiza riska = Issues of Risk Analysis*, 2006, vol. 3, no. 4, pp. 362–378. (In Russ.)

6. Men'shikov I.S., Shelagin D.A. *Rynochnye riski: modeli i metody* [Market risks: Models and methods]. Moscow, Vychislitel'nyi tsentr RAN Publ., 2006, 55 p.
7. Bronshtein E.M., Vainer A.G. [Security portfolio forming on the base of complex index risk measures]. *Upravlenie riskom = Risk Management*, 2010, no. 1, pp. 52–59. (In Russ.)
8. Kritskii O.L., Ul'yanova M.K. [Assessment of Multivariate Financial Risks of a Stock Share Portfolio]. *Prikladnaya ekonometrika = Applied Econometrics*, 2007, vol. 2, no. 4, pp. 3–18. (In Russ.)
9. Lobanov A.A. [A problem of the method for Value at Risk calculation]. *Rynok tsennykh bumag = Securities Market*, 2000, no. 21, pp. 54–58. (In Russ.)
10. Tkachenko T.S. [Using the simulation modeling techniques to evaluate foreign exchange risk]. *Region: Ekonomika i Sotsiologiya = Region: Economics and Sociology*, 2007, no. 2, pp. 80–89. (In Russ.)
11. Ufimtsev A.A. [Currency risk measurement under the Value at Risk methodology]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta = CSU Bulletin*, 2012, no. 8, pp. 137–142. (In Russ.)
12. Lobanov A., Porokh A. [Analyzing the applicability of different models of VaR calculation in the Russian equity market]. *Rynok tsennykh bumag = Securities Market*, 2001, no. 2, pp. 65–70. (In Russ.)
13. Nikonov O.I., Firsov A.A. [Regressive model of an estimation of share risk in commercial bank, based on GARCH process for two time lines]. *Vestnik UGTU – UPI. Ser.: Ekonomika i upravlenie = Bulletin of Ural State Technical University. Series Economics and Management*, 2007, no. 4, pp. 70–75. (In Russ.)
14. Kadnikov A.A. [VaR of the portfolio containing tools with a short history of trading]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki = Vestnik of Novosibirsk State University. Series: Social and Economics Sciences*, 2009, vol. 9, no. 3, pp. 39–52. (In Russ.)
15. Kir'yanov I.V. [Methodology for non-parametric portfolio formation]. *Sibirskaya finansovaya shkola = Siberian Financial School*, 2011, no. 2, pp. 78–83. (In Russ.)
16. Vorob'ev O.Yu., Martynova T.A., Novoselov A.A. [Modified coherent risk measures (for Euclidean norm)]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta. Gumanitarnye nauki = Bulletin of Krasnoyarsk State University. Humanitarian Sciences*, 2005, no. 4, pp. 183–188. (In Russ.)
17. Osechkina T.A. [Investment Portfolio Optimization Using Utility Function]. *Nauka i biznes = Science and Business*, 2012, no. 10, pp. 97–99. (In Russ.)
18. Teplova T.V. [Dynamics of risk in financial markets and non-standard models to substantiate the cost of equity]. *Finansovy menedzhment = Financial Management*, 2005, no. 6, pp. 45–57. (In Russ.)
19. Burenin A.N. *Upravlenie portfelem tsennykh bumag* [Securities portfolio management]. Moscow, Nauchno-tehnicheskoe obshchestvo im. S.I. Vavilova Publ., 2008, 440 p.
20. Chetyrkin E.M. *Finansovye riski* [Financial risks]. Moscow, Delo Publ., 2008, 176 p.

### **Conflict-of-interest notification**

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.