

УДК 336.74:338.22.021.1

М. А. Горский

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва,
e-mail: gadjiagaev@mail.ru

Д. А. Максимов

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва,
e-mail: maksimovdenis@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ УМЕРЕННО-АГРЕССИВНОГО ИНВЕСТОРА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ КРИТЕРИЕМ ЛИКВИДНОСТИ

Ключевые слова: коммерческий банк, кредитно-инвестиционная деятельность, портфель финансовых активов банка, риски кредитно-инвестиционной деятельности, долговые инвестиционные инструменты, долевые инвестиционные инструменты, институциональный инвестор, субпортфель акций, субпортфель облигаций.

В статье рассматривается проблематика выбора инструментария моделей, методов и численных алгоритмов формирования и управления портфелем рискованных финансовых активов институционального (профессионального) инвестора умеренно-агрессивного типа – агента российского фондового рынка. Значительную долю инвесторов этой группы составляют инвестиционные компании и фонды, а также кредитные организации и коммерческие банки, приоритетными критериями которых наряду с доходностью и риском включаемых в портфель активов является также ликвидность. В статье рассматриваются наиболее «отработанные» модели портфельной теории: Г. Марковица и В. Шарпа в приложении к задаче выбора портфелей рискованных финансовых активов инвесторов указанной группы, отличающихся инвестиционным бюджетом и приоритетной последовательностью критериев оптимальности. Показано, что: 1) фактор ликвидности незначительно влияет на структуру портфелей в условиях использования конкретной модели для разных объемов инвестиций. Напротив, выбор той или иной модели (в постановках Г. Марковица или В. Шарпа) с учетом ограничения на ликвидность существенно влияет на структуру и состав портфеля и является определяющим для инвесторов рассматриваемой группы; 2) наиболее адекватной для условий инвестирования на российском фондовом рынке является модель Г. Марковица с критерием на доходность и ограничениями на предельные уровни риска и ликвидности включаемых в портфель активов.

М. А. Gorskiy

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: gadjiagaev@mail.ru

Д. А. Maksimov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: maksimovdenis@mail.ru

MODELING OF THE OPTIMUM INVESTMENT PORTFOLIO OF A MODERATE-AGGRESSIVE INVESTOR WITH AN ADDITIONAL LIQUIDITY CRITERION

Keywords: commercial bank, lending and investment activities, portfolio of financial assets of the bank, risks of lending and investment activities, debt investment instruments, equity investment instruments, institutional investor, sub-portfolio of shares, sub-portfolio of bonds.

The article deals with the problem of choosing tools for models, methods and numerical algorithms for the formation and management of a portfolio of risky financial assets of an institutional (professional) investor of a moderately aggressive type – an agent of the Russian stock market. A significant proportion of investors in this group are investment companies and funds, as well as credit institutions and commercial banks, whose priority criteria, along with the profitability and risk of assets included in the portfolio, is also liquidity. The article considers the most “worked out” models of portfolio theory: G. Markowitz and V. Sharp as applied to the problem of choosing portfolios of risky financial assets of investors of the specified group, which differ in investment budget and priority sequence of optimality criteria. It is shown that: 1) the liquidity factor has little effect on the structure of portfolios under the conditions of using a specific model for different investment volumes. On the contrary, the choice of one or another model (in the formulations of G. Markowitz or V. Sharp), taking into account the limitation on liquidity, significantly affects the structure and composition of the portfolio and is decisive for investors in the group under consideration; 2) the most adequate for investment conditions in the Russian stock market is the G. Markowitz model with a criterion for profitability and restrictions on the maximum levels of risk and liquidity included in the portfolio of assets.

Введение

Невысокий уровень институционального развития российского фондового рынка имеет следствием не только его низкую капитализацию и ликвидность обращающихся на нем финансовых инструментов, но и высокие вход-выходные барьеры для новых игроков и транзакционные издержки операций с активами. Часто эти факторы оказывают решающее влияние на выбор вариантов инвестиций профессиональных и непрофессиональных участников рынка, в числе которых значительную долю составляют средние и крупные коммерческие банки, ставящие цель повысить доходность кредитно-инвестиционной деятельности и снизить риски на кратко- и среднесрочном интервалах.

Важным фактором выбора инвестиционной стратегии институционального (в значении профессионального) инвестора является ликвидность финансовых инструментов, включаемых в портфель, на «бытовом» уровне понимаемая как возможность обратной конвертации в наличные деньги в ограниченные сроки и без существенных (с позиции инвестора) потерь капитала. Именно по этой причине при формировании портфеля необходимо учитывать не только показатели доходности активов и риски вложений, но и уровень ликвидности портфеля в целом и отдельных активов в нем.

В работе авторы проводят сопоставительный анализ моделей Г. Марковица и У. Шарпа в приложении к задаче формирования оптимального портфеля финансовых активов институционального инвестора-агента развивающегося российского фондового рынка с учетом расширенного набора показателей качества активов, включающего наряду с доходностью и риском ликвидность ценной бумаги.

Далее: инвестиционный портфель – набор активов, собранных таким образом, чтобы доход от них соответствовал целям инвестора. Портфель может быть сформирован как с точки зрения сроков достижения цели, так и по составу инструментов. Идея формирования эффективного портфеля – корректного распределение риска и доходности.

Определение оптимального портфеля ценных бумаг представляет собой одну из задач, с которыми сталкиваются инвесторы на фондовом рынке. При выборе оп-

тимального портфеля учитываются доходность и риск, как отдельных активов, так и портфеля в целом. При построении модели учтены корреляционные связи между доходностями активов.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу работы составили:

- зарубежных и отечественных «классиков» портфельной теории, в том числе Г. Марковица [1, 2], Дж. Милнора [3], Н. Истерфурда [4], В. Шарпа [5], Ю. Тобиана [6, 7], Р. Брейли и С. Майерса [8], Л. Дж. Гитмана [9], отечественных ученых и специалистов-практиков фондового рынка [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19], а также работы последнего времени преподавателей Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова (М.А. Халикова, А.М. Антиколь, Д.А. Максимова, М.А. Горского, А.Ф. Грибова и др. [20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33];

- публикации российских ученых в области портфельного инвестирования, включая постановки и математические модели задач управления портфелем финансовых активов в статичном и динамическом вариантах [19, 23, 24, 27, 29, 30, 32, 34, 35];

- монографии и диссертационные исследования по проблемам институциональной экономики и финансовой деятельности [11, 12].

Статистическая и информационная база исследования сформирована на основе данных официальных интернет-сайтов: cbg.ru, banki.ru, raiffeisen.ru [36-46].

Объект исследования – портфель рискованных финансовых активов коммерческого банка, выступающего на фондовом рынке в роли институционального инвестора умеренно-агрессивного типа.

Предмет исследования – показатели, структура и состав портфеля рискованных финансовых активов коммерческого банка.

Цель исследования – сопоставительный анализ инструментария моделей Г. Марковица и У. Шарпа в приложении к задаче формирования оптимального портфеля финансовых активов институционального инвестора-агента развивающегося российского фондового рынка с учетом расширенного набора показателей качества активов, включающего наряду с доходностью и риском ликвидность ценной бумаги.

Результаты исследования и их обсуждение

Ниже рассматриваются модели оптимальных портфелей в постановках Г. Марковица и В. Шарпа для группы умеренно-агрессивных инвесторов (преобладающая группа инвесторов – непрофессиональных участников российского фондового рынка, в составе которой основная доля – инвестиционные фонды и коммерческие банки), ориентирующиеся на долгосрочные вложения и устойчивый рост инвестиционного капитала) с учетом дополнительного критерия ликвидности. Для указанной категории инвесторов допускается наличие в портфеле ценных бумаг среднего уровня риска. Основными инструментами инвестирования являются ценные бумаги крупных и средних, но надежных и длительно работающих

на рынке компаний. Также в портфеле умеренно-агрессивного инвестора может присутствовать незначительная доля государственных ценных бумаг.

В перечень ценных бумаг для формирования портфеля на 21 сентября 2021 г. включены ценные бумаги, входящие в базу расчета индекса РТС, взвешенного по рыночной капитализации (free-float), композитные индексы российского фондового рынка, включающие наиболее ликвидные акции крупнейших и динамично развивающихся российских эмитентов, виды экономической деятельности которых относятся к основным секторам экономики. Каждой ценной бумаге был присвоен номер группы ликвидности в зависимости от среднего значения ликвидности данного актива (рисунки 1 и 2).

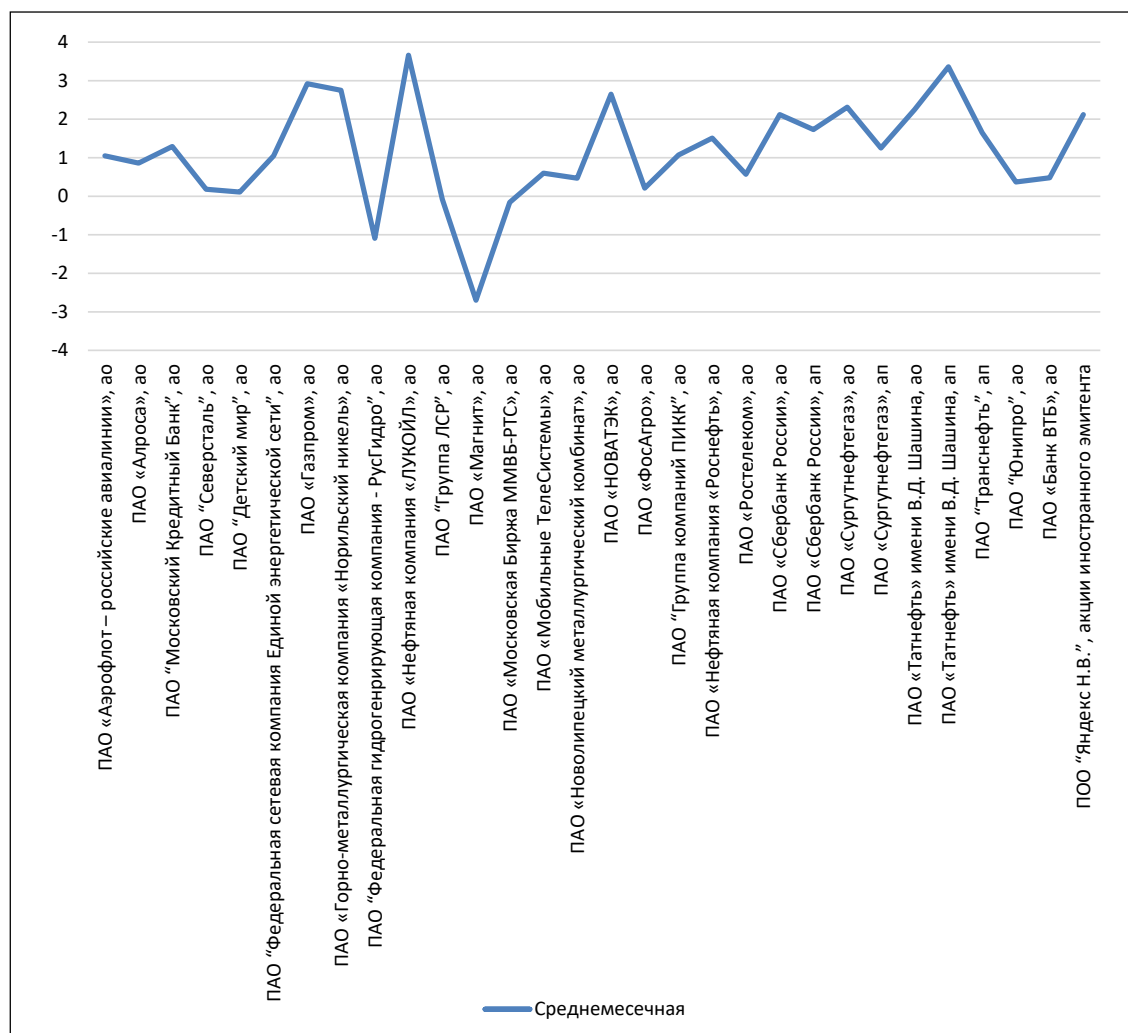


Рис. 1. Перечень ценных бумаг для формирования опорного портфеля инвестора умеренно-агрессивного типа [43]

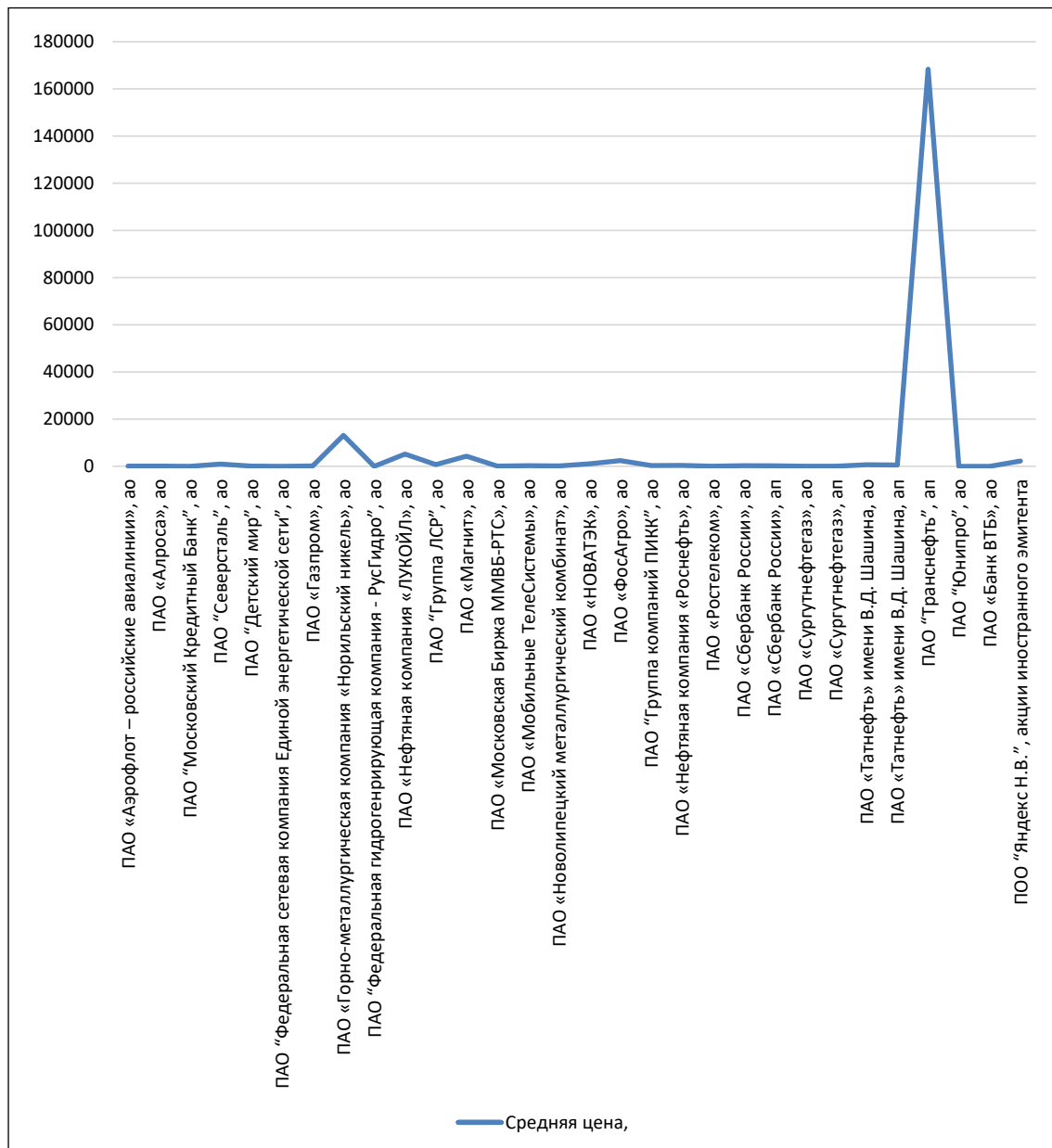


Рис. 2. Средняя цена ценных бумаг, выбранных для формирования опорного портфеля инвестора умеренно-агрессивного типа [43]

1. Структура и характеристика оптимальных портфелей, построенных по моделям Г. Марковица и В. Шарпа для инвестора с бюджетом до 500 тыс. руб.

Приведем модель оптимального инвестиционного портфеля Г. Марковица с критерием на максимум среднемесячной доходности и ограничением по ликвидности.

Ниже при описании модели (1) Г. Марковица будем использовать следующие обозначения переменных и параметров: i, j – акции из пула финансовых инструментов инвестора;

x_i – количество акций i -го эмитента в портфеле (целое положительное число); M – бюджет инвестора; σ_p^2 – уровень риска (волатильности) портфеля за период владения ценными бумагами; c_i^0 – котировка акции i -го эмитента в момент формирования порт-

феля; $\frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k}$ – доля i -го актива в целочис-

ленном портфеле; σ_{ij} – ковариация i -го и j -го активов в портфеле; r_i – средняя ожидаемая доходность i -го актива; $F(r_n LC_n)_n$ – функция

модели Марковица от доходности и ликвидности; r_n – нормированная доходность i -го актива; LC_n – нормированная ликвидность i -го актива; R_{LCi} – ранг ликвидности i -го актива; A_r – весовой коэффициент функции доходности.

Приведем модель оптимального инвестиционного портфеля Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности. Критерий оптимальности – максимум среднемесячной доходности. Используются весовые коэффициенты ликвидности ценных бумаг.

Приведем модель (2) оптимального инвестиционного портфеля В. Шарпа с группировкой активов по ликвидности. Критерий оптимальности – максимум среднемесячной доходности, деленной на риск с учетом ликвидности, с использованием весовых коэффициентов ликвидности ценных бумаг.

При описании модели (2) будем использовать следующие обозначения переменных и параметров: i, j – акции из пула финансовых инструментов инвестора; x_i – количество акций i -го эмитента в портфеле (целое положительное число); M – бюджет инвестора; σ_p^2 – уровень риска (волатильности) портфеля за период владения ценными бумагами; c_i^0 – котировка акции i -го эмитента в момент формирования портфеля;

$\frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k}$ – доля i -го актива в целочисленном портфеле; σ_{ij} – ковариация i -го и j -го активов в портфеле; r_i – средняя ожидаемая доходность i -го актива; $F(r_n, LC_n)_M^W$ – функция модели Г. Марковица от доходности и лик-

видности с использованием весовых коэффициентов ликвидности; W_{LC} – весовой коэффициент группа ликвидности i -го актива.

Ниже при описании модели (3) будем использовать следующие обозначения переменных и параметров: i, j – акции из пула финансовых инструментов инвестора; x_i – количество акций i -го эмитента в портфеле (целое положительное число); M – бюджет инвестора; σ_p^2 – уровень риска (волатильности) портфеля за период владения ценными бумагами; c_i^0 – котировка акции i -го эмитента в момент формирования портфеля;

$\frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k}$ – доля i -го актива в целочисленном портфеле; σ_{ij} – ковариация i -го и j -го активов в портфеле; r_i – средняя ожидаемая

доходность i -го актива; $F(r_n, LC_n, \sigma_p^2)_S^W$ – функция модели В. Шарпа от доходности, риска и ликвидности с использованием весовых коэффициентов ликвидности; W_{LC} – весовой коэффициент группа ликвидности i -го актива.

Приведем модель оптимального инвестиционного портфеля В. Шарпа с группировкой активов по ликвидности (3).

Построим модель (4) оптимального портфеля Г. Марковица для умеренно-агрессивного инвестора с учетом ликвидности активов с небольшим бюджетом (500 000 руб.). Критерий оптимальности – максимум среднемесячной доходности с учетом ликвидности. Структура и характеристики оптимального портфеля наглядно представлены в таблицах 1 и 2.

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n, LC_n)_M = A_r * \sum_{i=1}^{29} r_n * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} + \sum_{i=1}^{29} LC_n * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} \rightarrow \max; \\ r_n = \frac{r_i - r_{\min i}}{r_{\max i} - r_{\min i}} \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^{29} \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq \sigma_p; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq M_i; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n, LC_n)_M^W = \sum_{i=1}^{29} r_i * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * W_{LC \rightarrow max}; \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq \sigma_p; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq M; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n, LC_n)_M^W = \sum_{i=1}^{29} r_i * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * W_{LC \rightarrow max}; \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq \sigma_p; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq M; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n, LC_n)_M = A_r * \sum_{i=1}^{29} r_n * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} + \sum_{i=1}^{29} LC_n * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} \rightarrow max; \\ r_n = \frac{r_i - r_{min i}}{r_{max i} - r_{min i}} \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^{29} \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq 0.1; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq 500000; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (4)$$

Построим модель (5) оптимального портфеля Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности для умеренно-агрессивного инвестора с небольшим бюджетом (500 000 руб.). Критерий оптимальности –

максимум среднемесячной доходности с учетом ликвидности, с использованием весовых коэффициентов ликвидности ценных бумаг. Структура и характеристики оптимального портфеля представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 1

Структура оптимального портфеля, построенного по модели Г. Марковица, с учетом фактора ликвидности и ограничением на бюджет 500 000 руб.

	Код	Имя ценной бумаги	Количество ценных бумаг в портфеле	Доля ценных бумаг в портфеле, %
326	TATNP	ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина, ап	1262	100

Источник: составлено авторами.

Таблица 2

Характеристики оптимального портфеля, построенного по модели Г. Марковица, с учетом фактора ликвидности и ограничением на бюджет 500 000 руб.

Параметр портфеля	Значение
Инвестиции в портфель, руб.	527228
Среднемесячная доходность составленного портфеля, %	3,87262
Среднемесячная доходность составленного портфеля, руб.	19262,2
Риск портфеля за период владения ценными бумагами, %	6,26263
Среднемесячная доходность, деленная на риск за период владения ценными бумагами	0,48727

Источник: составлено авторами.

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n, LC_n)_M^W = \sum_{i=1}^{29} r_i * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * W_{LC} \rightarrow \max; \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq 0,1; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq 500000; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (5)$$

Таблица 3

Структура оптимального портфеля, построенного по модели Г. Марковица, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 500 000 руб.

	Код	Имя ценной бумаги	Количество ценных бумаг в портфеле	Доля ценных бумаг в портфеле, %
323	SNGS	ПАО «Сургутнефтегаз», ао	19256	100,00

Источник: составлено авторами.

Таблица 4

Характеристики оптимального портфеля, построенного по модели Г. Марковица, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 500 000 руб.

Параметр портфеля	Значение
Инвестиции в портфель, руб.	57189
Среднемесячная доходность составленного портфеля, %	2,17634
Среднемесячная доходность составленного портфеля, руб.	19233,65
Риск портфеля за период владения ценными бумагами, %	6,37723
Среднемесячная доходность, деленная на риск за период владения ценными бумагами	0,81735

Источник: составлено авторами.

Построим модель (6) оптимального портфеля В. Шарпа с группировкой активов по ликвидности для умеренно-агрессивного инвестора с небольшим бюджетом (500 000 руб.). Критерий оптимальности – максимум среднемесячной доходности, деленной на риск, с учетом ликвидности, с использованием весовых коэффициентов ликвидности ценных бумаг. Структура и характеристики оптимального портфеля представлены в таблицах 5 и 6.

Таким образом, в оптимальный портфель, построенный по модели Г. Марко-

вица с учетом фактора ликвидности, входят 1262 привилегированных акций ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина. В портфель, построенный по модели Марковица с группировкой активов по ликвидности, входят 19256 обыкновенных акций ПАО «Сургутнефтегаз».

В оптимальный портфель, построенный по модели Шарпа, входят 49261 обыкновенных акций ПАО «Московский кредитный банк», 368 обыкновенных акций ПАО «Газпром» и 24 обыкновенных акций ПАО «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ».

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n, LC_n)_S^W = \left(\sum_{i=1}^{28} r_i * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * W_{LC} \right) / \sigma_p^2 \rightarrow \max; \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq 0,1; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq 500000; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (6)$$

Таблица 5

Структура оптимального портфеля, построенного по модели Шарпа, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 500 000 руб.

	Код	Имя ценной бумаги	Количество ценных бумаг в портфеле	Доля ценных бумаг в портфеле, %
3	СВОМ	ПАО «Московский Кредитный Банк», ао	49261	69%
7	GAZP	ПАО «Газпром», ао	368	20%
10	LKOH	ПАО «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ», ао	24	11%

Источник: составлено авторами.

Таблица 6

Характеристики оптимального портфеля, построенного по модели Шарпа, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 500 000 руб.

Параметр портфеля	Значение
Инвестиции в портфель, руб.	528373
Среднемесячная доходность составленного портфеля, %	1,9372
Среднемесячная доходность составленного портфеля, руб.	3683,82
Риск портфеля за период владения ценными бумагами, %	1,3627
Среднемесячная доходность, деленная на риск за период владения ценными бумагами	0,7266

Источник: составлено авторами.

Инвестиции в портфель, построенный по модели Марковица с учетом фактора ликвидности, составили 528 373 руб., что на 1,23% больше, чем инвестиции в портфель по модели Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности и на 0,05% больше, чем инвестиции в портфель, построенный по модели Шарпа с группировкой активов по ликвидности.

В то же время наибольшая среднемесячная доходность наблюдается для портфеля, построенного по модели Г. Марковица с учетом фактора ликвидности (3,56%), что на 1,15% больше, чем среднемесячная доходность портфеля, построенного по модели Марковица с группировкой активов по ликвидности, и на 1,87% больше, чем среднемесячная доходность портфеля, построенного по модели В. Шарпа с группировкой активов по ликвидности.

Наименьшее значения показателя среднемесячной доходности, деленной на риск за период владения ценными бумагами, наблюдается для портфеля, построенного по модели Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности (0,342). Полученные портфели значительно отличаются по структуре.

2. Структура и характеристика оптимальных портфелей, построенных по моделям Г. Марковица и В. Шарпа для инвестора с бюджетом 2 млн руб.

Построим модель (7) оптимального портфеля Марковица для умеренно-агрессивного инвестора с учетом ликвидности активов со средним бюджетом (2 000 000 руб.). Критерий оптимальности – максимум среднемесячной доходности с учетом ликвидности. Структура и характеристики оптимального портфеля представлены в таблицах 7 и 8.

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n LC_n)_M = A_r * \sum_{i=1}^{29} r_n * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} + \sum_{i=1}^{29} LC_n * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} \rightarrow \max; \\ r_n = \frac{r_i - r_{\min i}}{r_{\max i} - r_{\min i}} \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^{29} \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq 0.1; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq 2000000; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (7)$$

Таблица 7

Структура оптимального портфеля, построенного по модели Марковица, с учетом фактора ликвидности и ограничением на бюджет 2 000 000 руб.

	Код	Имя ценной бумаги	Количество ценных бумаг в портфеле	Доля ценных бумаг в портфеле, %
26	TATNP	ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина, ап	3943	100

Источник: составлено авторами.

Таблица 8

Характеристики оптимального портфеля, построенного по модели Марковица, с учетом фактора ликвидности и ограничением на бюджет 2 000 000 руб.

Параметр портфеля	Значение
Инвестиции в портфель, руб.	2647767
Среднемесячная доходность составленного портфеля, %	3,35754
Среднемесячная доходность составленного портфеля, руб.	67175,5
Риск портфеля за период владения ценными бумагами, %	6,7634
Среднемесячная доходность, деленная на риск за период владения ценными бумагами	0,57549

Источник: составлено авторами.

Построим модель (8) оптимального портфеля Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности для умеренно-агрессивного инвестора со средним бюджетом (2000000 руб.). Критерий оптимальности –

максимум среднемесячной доходности с учетом ликвидности и с использованием весовых коэффициентов ликвидности ценных бумаг. Структура и характеристики оптимального портфеля представлены в таблицах 9 и 10.

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n, LC_n)_M^W = \sum_{i=1}^{29} r_i * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * W_{LC} \rightarrow \max; \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq 0,1; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq 2000000; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (8)$$

Таблица 9

Структура оптимального портфеля, построенного по модели Марковица, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 2 000 000 руб.

	Код	Имя ценной бумаги	Количество ценных бумаг в портфеле	Доля ценных бумаг в портфеле, %
23	SNGS	ПАО «Сургутнефтегаз», ао	69635	100,00

Источник: составлено авторами.

Таблица 10

Характеристики оптимального портфеля, построенного по модели Марковица, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 2 000 000 руб.

Параметр портфеля	Значение
Инвестиции в портфель, руб.	2854643
Среднемесячная доходность составленного портфеля, %	2,310765
Среднемесячная доходность составленного портфеля, руб.	46275,3
Риск портфеля за период владения ценными бумагами, %	7,75437
Среднемесячная доходность, деленная на риск за период владения ценными бумагами	0,29234

Источник: составлено авторами.

Построим модель (9) оптимального портфеля Шарпа с группировкой активов по ликвидности для умеренно-агрессивного инвестора со средним бюджетом (2000000 руб.). Критерий оптимальности – максимум среднемесячной доходности, деленной на риск, с учетом ликвидности и с использованием весовых коэффициентов ликвидности ценных бумаг. Структура и характеристики оптимального портфеля представлены в таблицах 11 и 12.

Таким образом, в оптимальный портфель, построенный по модели Г. Марко-

вица с учетом фактора ликвидности, входят 3943 привилегированных акций ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина. В портфель, построенный по модели Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности, входят 69635 обыкновенных акций ПАО «Сургутнефтегаз». В оптимальный портфель, построенный по модели В. Шарпа, входят 198453 обыкновенных акций ПАО «Московский кредитный банк», 1452 обыкновенных акций ПАО «Газпром», 89 обыкновенных акций ПАО «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ».

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n, LC_n)_S^W = \left(\sum_{i=1}^{28} r_i * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * W_{LC} \right) / \sigma_p^2 \rightarrow \max; \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq 0,1; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq 2000000; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (9)$$

Таблица 11

Структура оптимального портфеля, построенного по модели Шарпа, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 2 000 000 руб.

	Код	Имя ценной бумаги	Количество ценных бумаг в портфеле	Доля ценных бумаг в портфеле, %
3	СВОМ	ПАО «Московский Кредитный Банк», ао	198453	52,7%
7	GAZP	ПАО «Газпром», ао	1452	34,9%
10	LKOH	ПАО «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ», ао	89	12,4%

Источник: составлено авторами.

Таблица 12

Характеристики оптимального портфеля, построенного по модели Шарпа, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 2 000 000 руб.

Параметр портфеля	Значение
Инвестиции в портфель, руб.	224349
Среднемесячная доходность составленного портфеля, %	1,57432
Среднемесячная доходность составленного портфеля, руб.	31856,5
Риск портфеля за период владения ценными бумагами, %	1,69854
Среднемесячная доходность, деленная на риск за период владения ценными бумагами	0,94538

Источник: составлено авторами.

Инвестиции в портфель, построенный по модели Г. Марковица с учетом фактора ликвидности, составили 224349 руб., что на 0,018% меньше, чем инвестиции в портфель, построенный по модели Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности, и на 0,0056% меньше, чем инвестиции в портфель, построенный по модели Шарпа с группировкой активов по ликвидности. В то же время наибольшая среднемесячная доходность – у портфеля, построенного по модели Г. Марковица с учетом фактора ликвидности (3,45%), что на 1,06% больше чем среднемесячная доходность портфеля, построенного по модели Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности, и на 1,82% больше, чем среднемесячная доходность портфеля,

построенного по модели В. Шарпа с группировкой активов по ликвидности. Наименьшее значения показателя среднемесячной доходности, деленной на риск, за период владения ценными бумагами, наблюдается для портфеля, построенного по модели Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности (0,232). Полученные портфели значительно различаются по структуре. Однако, они идентичны портфелям, полученными для бюджета, равного 500000 руб.

3. Структура и характеристика оптимальных портфелей, построенных по моделям Г. Марковица и В. Шарпа для инвестора с бюджетом 10 млн руб.

Построим модель (10) оптимального портфеля Марковица для умеренно-агрес-

сивного инвестора с учетом ликвидности активов с большим бюджетом (10000000 руб.). Критерий оптимальности – максимум средне-

месячной доходности с учетом ликвидности. Структура и характеристики оптимального портфеля представлены в таблицах 13 и 14.

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n LC_n)_M = A_r * \sum_{i=1}^{29} r_n * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} + \sum_{i=1}^{29} LC_n * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} \rightarrow \max; \\ r_n = \frac{r_i - r_{\min i}}{r_{\max i} - r_{\min i}} \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^{29} \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq 0.1; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq 10000000; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (10)$$

Таблица 13

Структура оптимального портфеля, построенного по модели Марковица, с учетом фактора ликвидности и ограничением на бюджет 10 000 000 руб.

	Код	Имя ценной бумаги	Количество ценных бумаг в портфеле	Доля ценных бумаг в портфеле, %
26	TATNP	ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, ап	19764	100

Источник: составлено авторами.

Таблица 14

Характеристики оптимального портфеля, построенного по модели Марковица, с учетом фактора ликвидности и ограничением на бюджет 10 000 000 руб.

Параметр портфеля	Значение
Инвестиции в портфель, руб.	10564367
Среднемесячная доходность составленного портфеля, %	3,37433
Среднемесячная доходность составленного портфеля, руб.	346577
Риск портфеля за период владения ценными бумагами, %	6,48759
Среднемесячная доходность, деленная на риск за период владения ценными бумагами	0,6349

Источник: составлено авторами.

Построим модель (11) оптимального портфеля Г.Марковица с группировкой активов по ликвидности для умеренно-агрессивного инвестора с большим бюджетом (10000000 руб.). Критерий оптимальности – максимум среднемесячной доходности с учетом ликвидности и с использованием весовых коэффициентов ликвидности ценных бумаг. Структура и характеристики оптимального портфеля представлены в таблицах 15 и 16.

Построим модель (12) оптимального портфеля В. Шарпа с группировкой активов по ликвидности для умеренно-агрессивного инвестора с большим бюджетом (10000000 руб.). Критерий оптимальности – максимум среднемесячной доходности, деленной на риск, с учетом ликвидности, с использованием весовых коэффициентов ликвидности ценных бумаг. Структура и характеристики оптимального портфеля представлены в таблицах 17 и 18.

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n, LC_n)_M^W = \sum_{i=1}^{29} r_i * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * W_{LC \rightarrow max}; \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq 0,1; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq 100000000; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (11)$$

Таблица 15

Структура оптимального портфеля, построенного по модели Марковица, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 10 000 000 руб.

	Код	Имя ценной бумаги	Количество ценных бумаг в портфеле	Доля ценных бумаг в портфеле, %
23	SNGS	ПАО «Сургутнефтегаз», ао	342863	100,00

Источник: составлено авторами

Таблица 16

Характеристики оптимального портфеля, построенного по модели Марковица, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 10 000 000 руб.

Параметр портфеля	Значение
Инвестиции в портфель, руб.	956841
Среднемесячная доходность составленного портфеля, %	2,75438
Среднемесячная доходность составленного портфеля, руб.	223795
Риск портфеля за период владения ценными бумагами, %	7,89531
Среднемесячная доходность, деленная на риск за период владения ценными бумагами	0,28567

Источник: составлено авторами.

$$\left\{ \begin{array}{l} F(r_n, LC_n)_S^W = (\sum_{i=1}^{28} r_i * \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * W_{LC}) / \sigma_p^2 \rightarrow max; \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n \frac{c_i^0 x_i}{\sum_k c_k^0 x_k} * \frac{c_j^0 x_j}{\sum_k c_k^0 x_k} * \sigma_{ij}} \leq 0,1; \\ \sum_{i=1}^{29} c_i^0 * x_i \leq 100000000; \\ x_i \in N, i=1, \dots, 29. \end{array} \right. \quad (12)$$

Таблица 17

Структура оптимального портфеля, построенного по модели Шарпа, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 10 000 000 руб.

	Код	Имя ценной бумаги	Количество ценных бумаг в портфеле	Доля ценных бумаг в портфеле, %
3	СВОМ	ПАО «Московский Кредитный Банк», ао	985632	52,7%
7	GAZP	ПАО «Газпром», ао	59643	34,9%
10	LKOH	ПАО «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ», ао	468	12,4%

Источник: составлено авторами.

Таблица 18

Характеристики оптимального портфеля, построенного по модели Шарпа, с группировкой активов по ликвидности и ограничением на бюджет 10 000 000 руб.

Параметр портфеля	Значение
Инвестиции в портфель, руб.	1095567
Среднемесячная доходность составленного портфеля, %	1,54673
Среднемесячная доходность составленного портфеля, руб.	159544
Риск портфеля за период владения ценными бумагами, %	1,73469
Среднемесячная доходность, деленная на риск за период владения ценными бумагами	0,97321

Источник: составлено авторами.

Таким образом, в оптимальный портфель, построенный по модели Г. Марковица с учетом фактора ликвидности, входят 19764 привилегированных акций ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина. В портфель, построенный по модели Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности, входят 342843 обыкновенных акций ПАО «Сургутнефтегаз». В оптимальный портфель, построенный по модели В. Шарпа, входят 985632 обыкновенных акций ПАО «Московский кредитный банк», 59643 обыкновенных акций ПАО «Газпром», 468 обыкновенных акций ПАО «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ».

Инвестиции в портфель, построенный по модели Марковица с учетом фактора ликвидности, составили 1095567 руб., что на 7,34% больше, чем инвестиции в портфель, построенный по модели Г. Марковица с группировкой активов по ликвидности, и на 0,187% больше, чем инвестиции в портфель, построенный по модели В. Шарпа с группировкой активов по ликвидности. В то же время наибольшая среднемесячная доходность – у портфеля, построенного по модели Г. Марковица с учетом фактора ликвидности (3,45%), что на 1,06% больше, чем среднемесячная доходность портфеля, построенного по модели Г. Марковица

с группировкой активов по ликвидности, и на 1,82% больше, чем среднемесячная доходность портфеля, построенного по модели В. Шарпа с группировкой активов по ликвидности. Наименьшее значения показателя среднемесячной доходности, деленной на риск, за период владения ценными бумагами, наблюдается для портфеля, построенного по модели Марковица с группировкой активов по ликвидности (0,232). Полученные портфели значительно различаются по структуре. Следует также отметить, что полученные портфели по структуре идентичны портфелям, полученным для ограничения бюджета, равного 500000 руб., и для ограничения, равного 2000000 руб.

Заключение

Анализ состава и структуры оптимальных портфелей умеренно-агрессивных инвесторов – основной группы профессиональных инвесторов – агентов российского фондового рынка, построенных по моделям Г. Марковица и В. Шарпа, показал их существенное различие для разных уровней инвестиционных бюджетов. При этом структуры оптимальных портфелей, построенных по моделям Г. Марковица и В. Шарпа с учетом ограничения на ликвидность, сохраняются для различных уровней инвестиционного

бюджета. Отмеченное актуализирует проблематику корректного выбора критерия оптимальности с учетом предпочтений инвестора. Включение в модель ограничения на ликвидность портфеля усиливает эти различия. По мнению авторов, использование этого ограничения весьма значимо для модели в постановке Г Марковица. Таким

образом, «классический» вариант модели портфеля финансовых активов наиболее точно корреспондируется с алгоритмом поведения инвестора умеренно-агрессивного типа, выбирающего активы для включения в портфель из предварительно составленного списка ликвидных по критериям доходности и риска.

Библиографический список

1. Markowitz H. Portfolio selection. Journal of Finance. 1952. № 7. P. 77-91.
2. Markowitz H.M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment. Wiley. New York, 1959.
3. Milnor J. Games against nature. The Rand Corporation. 1951. p. 27. [Электронный ресурс]. URL: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_m.pdf (дата обращения: 23.11.2021).
4. Instefjord N. Investment management. Undergraduate study in Economics. Management. Finance and the Social Sciences. London: University of London, 2016. 126 p.
5. Sharp W. Simplified model for portfolio analysis. Management Sciences. 1963. Vol. 9. № 2.
6. Tobin J. Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. Review of Economic Studies. 1958. Vol. 26. № 1.
7. Tobin J. The Theory of Portfolio Selection. The Theory of Interest Rates / ed. By Hahn F. and Brechlin, London, Macmillan and Co., 1965. P. 3-51.
8. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. М.: Олимп-Бизнес, 2008.
9. Гитман Л.Дж., Джонк М.Д. Основы инвестирования / Пер. с англ. М.: Дело, 1997. 1008 с.
10. Гончарова М.В. Международное соглашение Базель II: операционный риск – особенности регулирования // Вести Волгоградского государственного университета. 2016. № 2(31). С. 170-176.
11. Горощенко В.Б. Развитие инвестиционных механизмов российского фондового рынка: Автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2015. 24 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01005563332#?page=1&vi>. (дата обращения: 20.11.2021).
12. Зельцер М.Б. Оценка эффективности управления паевыми инвестиционными фондами: Автореф. дис. ... канд. экон. наук. Н., 2006. 163 с.
13. Клитина Н.А. Формирование портфелей ценных бумаг для различных типов инвесторов // Инвестиционная политика. М.: РИНХ, 2011. С. 9.
14. Лавренова Е.С. Особенности организации фондового рынка в Российской Федерации // Экономика и управление. 2016. № 2. С. 132-135.
15. Малыхина С., Быкова О. Новые Базельские стандарты оценки процентного риска // Банкаўскі веснік. 2017. № 10/651. С. 14-25.
16. Мамонов М.Е. Сокращение капитала российских банков: изменение склонности к риску и роль процентной политики Банка России // Вопросы экономики. 2019. № (6). С. 30-55.
17. Мельников А.В., Попова Н.В., Скорнякова В.С. Математические методы финансового анализа. М.: «Анkil», 2006. 440 с.
18. Миркин Я.М. Ценные бумаги и фондовый рынок. Профессиональный курс в Финансовой Академии при Правительстве РФ. М.: Перспектива, 1995. 488 с.
19. Мищенко А.В., Скоков А.А. Оптимизационные модели управления инвестиционным портфелем с учетом риска // Экономический анализ: теория и практика. 2012. С. 2-12.
20. Антиколь А.М. Критерий ликвидности финансовых активов в задачах портфельного инвестирования // Финансовый менеджмент. 2012. № 5. С. 94-101.
21. Антиколь А.М., Халиков А.М. Актуальные аспекты моделирования портфельных инвестиций // Современные аспекты экономики. 2009. № 6. С. 193-216.
22. Гаджиагаев М.А., Халиков М.А. Динамическая модель оптимального управления кредитным портфелем коммерческого банка с дополнительным критерием ликвидности временной структуры активов-пассивов // Путеводитель предпринимателя. 2016. № 29. С. 72-85.
23. Грибов А.Ф. Болдин Б.С. Методы и модели стратегического управления коммерческими банками. М.: Изд. дом Академии Естествознания, 2015. 226 с.

24. Кухаренко А.Ю., Халиков М.А. Выбор портфеля неинституционального инвестора с использованием критерия Вальда – Сэвиджа // *Фундаментальные исследования*. 2019. № 5. С. 62-68.
25. Максимов Д.А. Методы и модели формирования оптимальной инвестиционной стратегии предприятия // *Путеводитель предпринимателя*. 2011. № 10. С. 157-166; 2019. № 5. С. 62-68.
26. Максимов Д.А., Халиков М.А. Концепция и теоретические основы управления производственной сферой предприятия в условиях неопределенности и риска // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015. № 10-4. С. 711-719.
27. Максимов Д.А., Халиков М.А. К вопросу о содержании понятия «Экономическая безопасность предприятия» и классификации угроз безопасности // *Международный журнал экспериментального образования*. 2015. № 3-5. С. 588.
28. Максимов Д.А., Халиков М.А. Моделирование инвестиционной деятельности предприятия, ориентированной на рост производства и снижение производственного риска // *Ученые записки Российской Академии предпринимательства*. 2008. № XVI. С. 70-80.
29. Халиков М.А., Антиколь А.М. Методы и модели поддержки решений по управлению инвестиционным портфелем // *Финансовый менеджмент*. 2011. № 4. С. 116-125.
30. Халиков М.А., Максимов Д.А. Особенности моделей управления инвестиционным портфелем неинституционального инвестора- агента российского фондового рынка // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 2-14. С. 3136-3145.
31. Халиков М.А., Максимов Д.А. Многошаговая оптимизация портфеля финансовых активов неинституционального инвестора // *Путеводитель предпринимателя*. 2017. № 33. С. 211-219.
32. Халиков М.А., Хечумова Э.А., Щепилов М.В. Модели и методы выбора и оценки эффективности рыночной и внутрифирменной стратегий предприятия / Под общ. ред. проф. Халикова М.А. М.: Коммерческие технологии, 2015. 595 с.
33. Khalikov M.A., Maximov D.A., Shabalina U.M. Risk indicators and risk management models for an integrated group of enterprises. *Journal of Applied Economic Sciences*. 2018. Т. 13. № 1 (55). С. 52-64.
34. Халиков М.А. Дискретная оптимизация планов повышения надежности функционирования экономических систем // *Финансовая математика: сб. ст. М.: МГУ, 2001. С. 281-295.*
35. Хасанов А.С. Об особенностях алгоритмов решения задач линейного программирования с неограниченными областями допустимых решений // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика-Математика*. 2017. № 1. С. 113-123.
36. Официальный сайт Аналитического центра ДОМ.РФ. Раздел: Аналитика рынка. [Электронный ресурс]. URL: <https://дом.рф/media/analytics/> (дата обращения: 29.04.2020).
37. Стенограмма конференции «Российский фондовый рынок» НАУФОР 21-22.05.2019 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://naufor.ru/tree.conf.asp?n=16903> (дата обращения: 23.11.2021).
38. Письмо ЦБР от 24 мая 2005 г. N 76-Т «Об организации управления операционным риском в кредитных организациях».
39. Портал банковского аналитика. Анализ банков. URL: <https://analizbankov.ru/bank.php?BankId=alfa-bank-1326&BankMenu=likvidnost>. (дата обращения: 15.09.2021).
40. Официальный сайт брокерской компании «Финам». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.finam.ru> (дата обращения: 20.11.2021).
41. Официальный сайт информационно-аналитического агентства «Investfunds» [Электронный ресурс]. URL: <https://investfunds.ru> (дата обращения: 20.11.2021).
42. Официальный сайт Международного Валютного Фонда. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.imf.org/external/index.htm> (дата обращения: 23.11.2021)
43. Официальный сайт Московской биржи [Электронный ресурс]. URL: <https://www.moex.com/> (дата обращения: 23.11.2021).
44. Официальный сайт Центрального Банка РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cbr.ru> (дата обращения: 25.11.2021).
45. Сайт информационного ресурса «World-exchanges» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.world-exchanges.org> (дата обращения: 25.11.2021).
46. Сайт информационного ресурса «Yahoo finance» [Электронный ресурс]. URL: <https://finance.yahoo.com/> (дата обращения: 25.11.2021).