



Анализ влияния уровня доверия инвестора к информации на выбор оптимального портфеля финансовых инструментов

В данной статье уровень доверия инвестора к информации рассматривается в качестве основного фактора, влияющего на выбор оптимального портфеля финансовых инструментов в условиях неопределённости и определяющего поведение инвестора. В качестве проблемы современной портфельной теории указывается недостаточное внимание к учёту индивидуальных предпочтений инвесторов.

Цель исследования заключается в пересмотре традиционной концепции оценки портфелей финансовых инструментов на основе подхода, разработанного Г. Марковицем. **Предметом исследования** является поведение инвестора, складывающееся в процессе конструирования портфелей финансовых инструментов, оценки их рискованного компонента в виде коэффициента У. Шарпа, а также в процессе последующей модификации портфеля, вызванной изменениями на финансовом рынке или изменением индивидуальных предпочтений инвестора.

Материалы и методы. Теоретико-методологической основой исследования являются подходы, разработанные отечественными и зарубежными авторами, рассматривающими вопросы в области портфельной теории и теоретико-игрового моделирования.

Первой процедурой является оценка коэффициентов Шарпа финансовых инструментов на основе реальных данных для принятия решения о включении в портфель. Второй — кластеризация альтернативных финансовых инструментов (низкие, средние и высокие значения коэффициентов Шарпа). В рамках третьей процедуры выполняется анализ стратегий конструирования портфелей финансовых инструментов на основе коэффициентов Шарпа. Четвертая процедура подразумевает конструирование нескольких альтернативных портфелей в соответствии с представленными стратегиями инвестора. На пятой процедуре осуществляется выбор и описание нескольких возможных состояний финансового рынка, определяемых рыночным индексом.

Следующая процедура подразумевает построение матрицы доходностей, каждый элемент которой представляет собой накопленную доходность, получаемую инвестором при условии размещения денежных средств в один из альтернативных портфелей если финансовый рынок реализует одно из возможных состояний. Реализация седьмой процедуры требует определения вероятностей состояний финансового рынка, определяемых рыночным индексом, для снижения степени неопределённости. Последняя процедура заключается нахождении оптимального портфеля финансовых инструментов с учётом уровня доверия инвестора к информации (относительно ранее построенной матрицы доходностей и матрицы рисков, однозначно порождаемой ею).

Результаты исследования. Результатом исследования является процедурная схема, реализация которой позволяет по-новому подойти к конструированию портфелей финансовых инструментов, выбору оптимального портфеля с учётом уровня доверия инвестора к информации, а также раскрыть исследовательский потенциал игрового анализа влияния уровня доверия инвестора к информации на выбор оптимального портфеля финансовых инструментов в условиях неопределённости, характерной для финансового рынка.

Заключение. Полученные авторами результаты в виде двух игровых моделей взаимодействия инвестора с финансовым рынком могут быть полезны для проведения дальнейших исследований в области финансовой математики. Материал статьи может быть полезен для развития содержания профессиональной подготовки будущих аналитиков в системе высшего экономического образования.

Ключевые слова: портфельная теория; оптимальный портфель; неопределённость; уровень доверия инвестора; волатильность; доходность.

Dmitry A. Vlasov¹, Petr A. Karasev¹, Alexander V. Sinchukov²

¹ Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

² Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Analysis of the Impact of Investor Confidence in Information on Selection of Optimal Portfolio of Financial Instruments

In this article, investor confidence in information is considered to be the main factor affecting the choice of an optimal portfolio of financial instruments under conditions of uncertainty, and determining investor behavior. A problem with modern portfolio theory is that it does not consider individual investor preferences.

The purpose of this study is to revise the traditional concept of evaluating portfolios of financial instruments based on G. Markowitz's approach. The subject matter is investor behavior that develops in the context of constructing portfolios, evaluating risk components using the W. Sharpe coefficient, and subsequent portfolio modifications due to changes in financial markets or individual investor preferences.

Materials and methods. The theoretical and methodological basis of the research are the approaches developed by domestic and foreign

authors, who consider issues in the field of portfolio theory and game-theoretical modelling.

The first step is to evaluate Sharpe ratios of financial assets based on real-world data in order to decide whether or not to include them in a portfolio. The second step is clustering alternative financial instruments (low, medium, and high Sharpe ratio values). The third procedure analyzes strategies for constructing portfolios of financial instruments based on Sharpe coefficients. The fourth procedure involves constructing several alternative portfolios in accordance with the presented strategies of the investor. The fifth procedure selects and describes several possible financial market conditions determined by the market index. Following this, the procedure involves constructing a yield matrix, each element of which

represents the accumulated return received by the investor if funds are placed in one of the alternative portfolios if financial market implements one of possible conditions. Finally, implementation of the seventh procedure requires determining probabilities of financial market condition determined by market index in order to reduce degree of uncertainty. The last step is to find the optimal portfolio of financial instruments considering the level of investor's confidence in information, relative to the yield matrix previously constructed and the matrix of risks uniquely generated by it.

Results of the research. The result of the study is a procedural scheme that allows a new approach to designing portfolios of financial instruments and choosing the optimal one, considering the level

of investor's confidence in information. This scheme also reveals the potential for game analysis of how an investor's confidence in information affects the choice of a financial instrument portfolio in uncertain market conditions.

Conclusion. The results obtained by the author in the form of two games models of interaction between investors and the financial market are useful for further research in financial mathematics. This material can be used for the development of content for professional training of analysts in higher economic education system.

Keywords: portfolio theory; optimal portfolio; uncertainty; level of investor's confidence; volatility; profitability.

Введение

Усложняющиеся условия финансовых рынков требуют пересмотра приёмов и методов, используемых для конструирования и модификации портфелей финансовых инструментов, а также прогнозирования поведения инвестора с учётом его личных предпочтений. Проблемы в области прогнозирования поведения инвестора при выборе портфеля финансовых инструментов для размещения денежных средств неоднократно были в центре внимания исследователей. Так, в публикации [1] отмечается, что недостаточное количество информации о фондовом рынке, а также нестабильность предпринимательства обуславливают актуальность поиска лучшего метода оценки портфеля ценных бумаг. Мы согласны с автором, что разработка методов повышения качества оценки портфеля ценных бумаг связаны с повышением качества принимаемых решений и прогнозировании поведения инвестора на финансовом рынке.

В работе [2] представлена эволюция представлений о портфелях финансовых инструментов, а также динамика развития портфельной теории с учётом внедрения новых цифровых инструментальных средств. Определённый интерес в контексте исследования представляет проанализированная авторами классическая модель Марковица. Нам представляется, что авторы не уделяют достаточного внимания

современными многофакторными моделями финансовой математики, основанных на учёте поведенческих факторов. Основные теоретические основы портфельного инвестирования представлены в исследованиях [3; 4; 5]. Актуальным направлением совершенствования применения количественных методов и математического моделирования в практике принятия решений о размещении денежных средств является их адаптация к современным условиям внедрения разнообразных цифровых решений. Различные приёмы диверсификации как основного средства снижения совокупного риска портфеля, а количественные методы оценки ожидаемого риска и доходности, связанных с размещением денежных средств в портфель финансовых инструментов раскрыты в работе [6].

В публикации [7] раскрыта роль количественных методов в прогнозировании и управлении рисками на финансовых рынках. Авторами рассмотрены теоретические подходы в области ценообразования активов, теории арбитража, а также портфельного инвестирования. Мы согласны с авторами, что основу современной портфельной теории составляют методы стохастики и наук о данных, методы линейной алгебры и теории оптимизации. Отметим, что особое внимание исследователей требует применение методов теории игр и теории принятия решений к анализу поведения инвестора на финансовом рынке. В

статье [8] указывается на потребность в повышении точности прогнозов доходностей размещения денежных средств в финансовые инструменты, а также на востребованность анализа реальных финансовых данных для принятия финансовых решений в условиях неопределённости.

В исследовании [9] предлагается в процессе принятия финансовых решений учитывать новый тренд — поведенческие финансы, основанные на человеческих эмоциях и ощущениях. Однако практические рекомендации по учёту предпочтений инвесторов при принятии финансовых решений в различных информационных условиях в данной работе не представлены. Методические аспекты в области финансовой математики, в частности портфельной теории, раскрыты в публикациях [10; 11; 12]. Авторами выделены направления совершенствования преподавания теории опционов в высшей экономической школе, а также предложена концепция преподавания образовательной программы подготовки инвесторов в системе дополнительного профессионального образования. Мы согласны с позицией авторов, что развитие представлений о финансовых ситуациях требует повышения качества подготовки слушателей по количественным методам и математическому моделированию.

Ранее в работах авторов представлены математические методы конструирования оптимальных стратегий инвесторов

с учётом неопределённости, характерной для финансового рынка, а также уточнены особенности учёта коэффициентов Шарпа для конструирования портфелей [13; 14]. Таким образом, анализ литературы по теме исследования показывает, что вопросам синергии классических и поведенческих теорий при построении портфелей финансовых инструментов уделяется недостаточное внимание. В рамках данной статьи будет выполнен анализ влияния уровня доверия инвестора к информации на выбор оптимального портфеля финансовых инструментов, основанный на идее комплексного применения финансовой математики и теории игр.

Постановка задачи и основные понятия

К основным понятиям, используемым в процессе исследования относятся: доходность финансового инструмента, котировка финансового инструмента, коэффициент Шарпа, критерий Байеса, критерий Вальда, критерий оптимальности, критерий Сэвиджа, критерий Ходжа-Лемана, матрица доходностей, матрица рисков, риск финансового инструмента, состояние финансового рынка, уровень доверия инвестора, финансовый инструмент. В процессе исследования предложена *последовательность восьми процедур*, результатом реализации которой стали представления об исследовательском потенциале игрового анализа влияния уровня доверия инвестора к информации на выбор оптимального портфеля финансовых инструментов в условиях неопределённости, характерной для финансового рынка.

Процедура 1. Оценка коэффициентов Шарпа финансовых инструментов на основе реальных данных для принятия решения о включении в портфель.

Процедура 2. Кластеризация альтернативных финансовых инструментов (низкие, средние и высокие значения коэффициентов Шарпа).

Процедура 3. Анализ стратегий конструирования портфелей финансовых инструментов на основе коэффициентов Шарпа.

Процедура 4. Конструирование портфелей $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_6$, в соответствии с представленными стратегиями инвестора.

Процедура 5. Выбор и описание пяти состояний финансового рынка C_1, C_2, \dots, C_5 , определяемых рыночным индексом.

Процедура 6. Построение матрицы доходностей, каждый элемент которой представляет собой накопленную доходность, получаемую инвестором при условии размещения денежных средств в один из портфелей $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_6$ если финансовый рынок реализует одно из возможных состояний.

Процедура 7. Определение вероятностей состояний финансового рынка, определяемых рыночным индексом, с целью снижения степени неопределённости.

Процедура 8. Нахождение оптимального портфеля финансовых инструментов с учётом уровня доверия инвестора к информации (относительно ранее построенной матрицы доходностей и матрицы рисков, однозначно порождаемой ею).

Методологические основы изучения количественного анализа влияния уровня доверия инвестора к информации на выбор оптимального портфеля финансовых инструментов

В процессе исследования использованы достижения финансовой математики и портфельной теории [15; 16; 17], теории игр и теории принятия решений [18; 19; 20]. Проведены расчёты коэффициентов Шар-

па предварительно отобранных финансовых инструментов, а также реализовано конструирование портфелей финансовых инструментов в соответствии с тремя представленными стратегиями реализовано на основе данных, представленных на официальном сайте инвестиционного холдинга «Финам» (www.finam.ru). При этом в качестве инструментальной основы финансового моделирования была выбрана свободная среда разработки программного обеспечения *RStudio* с открытым исходным кодом для языка программирования *R*, предназначенного для статистической обработки данных.

Особенности работы с коэффициентами Шарпа финансовых инструментов и конструирования портфелей

Понятие бета-коэффициента связано с CAPM (Capital Assets Pricing Model) — букв. «модель ценообразования капитальных активов»), или моделью ценообразования основных средств. Основу концепции CAPM составляет портфельная теория Г. Марковица, основные положения которой были рассмотрены во второй половине XX века. Наиболее распространенный вариант реализации концепции CAPM был предложен американским экономистом У. Шарпом, поэтому модель ценообразования основных средств часто называют моделью Шарпа, а бета-коэффициент — коэффициентом Шарпа.

Доходность на основе CAPM определяется соотношением

$$M(r_i) = r_f + \beta_i (M(r_m) - r_f),$$

где $M(r_i)$ — ожидаемая доходность (ставка доходности) i -го финансового инструмента; r_f — безрисковая доходность (ставка доходности); β_i — бета-коэффициент, выступающий мерой рыночного ри-

ска i -го финансового инструмента;

$M(r_m)$ — ожидаемая доходность рыночного портфеля, доходность рынка в целом, выраженная рыночным индексом.

В качестве безрисковой ставки доходности r_f при анализе финансовых ситуаций часто выбирают облигации федерального займа — финансовые инструменты, благодаря которым инвесторы дают в долг государству и получают за это доход выше, чем по банковскому вкладу. Доходность, оцененная по модели CAPM, позволяет выяснить, какой должна быть доходность финансового инструмента, добавляемого к портфелю, с учетом его рыночного риска. Разность $M(r_m) - r_f$ представляет собой премию за риск, а β -коэффициент (коэффициент Шарпа) выступает мерой рыночного риска. Он позволяет определить, как конкретный финансовый инструмент реагирует на динамику рыночного риска, т.е. как соотносится динамика доходности финансового инструмента с динамикой доходности рынка в целом.

Так как доходность финансового инструмента определяется динамикой его котировок, бета-коэффициент часто связывают с волатильностью: высокие значения бета-коэффициента указывают на высокую волатильность финансового инструмента. При этом волатильность финансового инструмента измеряется относительно рынка или рыночного портфеля. Для расчета бета-коэффициентов в процессе исследования было использовано соотношение

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(r_i, r_m)}{\sigma_{r_m}^2},$$

где β_i — бета-коэффициент i -го финансового инструмента; $\text{cov}(r_i, r_m)$ — ковариация доходностей i -го финансового инструмента и доходности рынка в целом;

$\sigma_{r_m}^2$ — дисперсия доходности рынка в целом.

Другим способом определения бета-коэффициентов является составление уравнений линейных регрессий. Известно, что бета-коэффициент может принимать различные значения, часто находясь на отрезке $[-1; 1]$, а в большинстве случаев — на отрезке $[0; 1]$.

Остановимся на интерпретации значений бета-коэффициента и выясним, какую информацию его вычисление предоставляет инвестору.

Случай 1. Нулевое значение бета-коэффициента. Если значение бета-коэффициента равно нулю, то это говорит об отсутствии динамики доходности финансового инструмента, для которого он вычислялся. Другими словами, этот финансовый инструмент можно признать безрисковым. Подстановка $\beta_i = 0$ в соотношение, задающее доходность на основе CAPM, приводит к доходности, совпадающей с безрисковой ставкой.

Случай 2. Значение бета-коэффициента принадлежит интервалу $(0; 1)$. Такое выявленное значение бета-коэффициента говорит об односторонней динамике доходности финансового инструмента и доходности рынка, выраженного рыночным индексом. При этом изменчивость доходности финансового инструмента ниже, чем изменчивость рынка. Другими словами, финансовый инструмент несколько не успевает за рынком: например, доходность рынка существенно снижается, тогда доходность финансового инструмента также снижается, но не настолько, насколько снижается доходность рынка. Если доходность рынка растет, то доходность финансового инструмента также растет вслед за рынком, но не успевает за ним.

Случай 3. Бета-коэффициент равен 1. Указанная выше

особенность отсутствует, когда $\beta = 1$. В таком случае доходности финансового инструмента и рынка меняются одинаково, со 100%-й корреляцией. В случае роста (снижения) доходности рынка финансовый инструмент с бета-коэффициентом, равным единице, демонстрирует аналогичный рост (снижение) доходности.

Случай 4. Значение бета-коэффициента превышает 1. Выявление данного случая говорит о том, что доходности финансового инструмента и рынка меняются в одном направлении, однако вариация доходности финансового инструмента выше, чем доходность рынка. Другими словами, риск такого финансового инструмента выше. Включение подобных финансовых инструментов оправдано, если инвестор уверен, что доходность рынка будет демонстрировать исключительно рост. В таком случае инвестор может рассчитывать на получение доходности выше рынка, а финансовый инструмент будет лидером роста. Однако если доходность рынка будет падать, доходность финансового инструмента будет падать еще сильнее — финансовый инструмент будет лидером падения.

Случай 5. Значение бета-коэффициента принадлежит интервалу $(-1; 0)$. Ситуация аналогична случаю принадлежности бета-коэффициента интервалу $(0; 1)$, однако динамика доходностей реализуется в разных направлениях.

Случай 6. Бета-коэффициент равен -1 . В случае, когда $\beta = -1$, доходность финансового инструмента и доходность рынка меняются в одинаковой мере, однако в разных направлениях.

Случай 7. Бета-коэффициент меньше -1 . Ситуация аналогична четвертому случаю, однако динамика доходностей финансовых инструментов реализуется в разных направлениях.

Для демонстрации влияния уровня доверия инвестора к информации на выбор оптимального портфеля финансовых инструментов в условиях неопределённости на первом этапе исследования были сконструированы шесть различных портфелей — портфели $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_6$. Отметим, что β — коэффициент портфеля определяется соотношением

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n \beta_i x_i,$$

где β_i — коэффициент Шарпа i -го финансового инструмента; β_p — коэффициент Шарпа сконструированного портфеля; x_i — ценовая доля i -го финансового инструмента в сконструированном портфеле; n — число финансовых инструментов в портфеле.

В процессе конструирования учтены три принципиальные стратегии отбора финансовых инструментов в портфель на основе бета-коэффициентов. Остановимся на особенностях каждой стратегии и специфики соответствующих портфелей. Заметим, что предварительно были вычислены β -коэффициенты всех входящих финансовых инструментов, что позволило адаптировать требования инвесторов к меняющимся условиям финансового рынка, а также учесть их индивидуальные предпочтения.

При условии, что доходность среднерыночного портфеля с течением времени будет снижаться, инвесторам целесообразно корректировать ценовые доли входящих в портфели финансовых инструментов, уменьшая долю финансовых инструментов с крайне высокими значениями коэффициента Шарпа с целью уменьшения потенциальных потерь от размещения денежных средств. Однако если доходность среднерыночного портфеля, выраженного рыночным индексом, с течением времени будет возрастать,

инвесторам следует активно управлять портфелем — корректировать ценовые доли входящих в портфели финансовых инструментов, усиливая в нём роль финансовых инструментов с крайне высокими значениями коэффициента Шарпа. Указанное управление портфелем способно увеличить потенциальную дополнительную доходность, получаемую инвестором от размещения денежных средств в модифицированный портфель.

Не вызывает сомнений, что развитие приемов конструирования и модификации портфелей на основе анализа коэффициентов Шарпа и прогнозирования динамики финансового рынка позволит инвесторам принимать решения о размещении денежных средств в более устойчивых портфелях. Расширение представлений инвесторов о количественных методах и математическом моделировании финансовых ситуаций также способствует повышению качества принимаемых решений, позволяет оперативно реагировать на волатильность финансовых рынков. Опишем три принципиальных варианта инвестиционных стратегий, содержание которых составляет основу приемов управления портфелями в условиях неопределённости.

Первый вариант стратегии инвестора подразумевает включение в конструируемый портфель только тех финансовых инструментов, которые обладают крайне высоким значением коэффициента Шарпа. Заметим, что большинство включенных в портфели Ω_1 и Ω_2 финансовых инструментов имеют коэффициенты Шарпа, близкие к единице или превышающие единицу. Как известно, финансовые инструменты с высокими коэффициентами Шарпа традиционно включаются в конструируемый портфель с целью увеличения его ожидаемой доходности.

Однако рост доходности возможен исключительно при условии роста финансового рынка. Действительно, некоторые финансовые инструменты высоко чувствительны к динамике финансового рынка, размещение в них денежных средств способно обеспечить инвестору сравнительно более высокую доходность. Важно понимать, что в случае падения рынка размещение денежных средств в сконструированные портфели Ω_1 и Ω_2 сопровождаются большим риском, поскольку котировки входящих в них финансовых инструментов демонстрируют существенную отрицательную динамику в периоды падения рынка.

Второй вариант стратегии инвестора предполагает включение в конструируемый портфель только тех финансовых инструментов, которые характеризуются крайне низким значением коэффициентов Шарпа. Такие финансовые инструменты слабо реагируют на динамику финансового рынка, что позволяет нейтрализовать изменчивость реальной доходности портфеля в периоды нелинейной динамики финансового рынка. Принято считать, что финансовые инструменты, обладающие низкими значениями коэффициента Шарпа, оправданно включаются в портфель, если инвестор избегает риск. При изменении отношения инвестора к риску ранее сконструированный портфель может быть модифицирован путём усиления роли финансовых инструментов с высокими коэффициентами Шарпа (инвестор готов идти на риск) или низкими коэффициентами Шарпа (инвестор стремится исключить риск).

Практика анализа портфелей финансовых инструментов показывает, что портфели с низким значением коэффициентов Шарпа обычно не обеспечивают высокой доходности, сопоставимой с доходностью портфелей с высокими коэф-

фициентами Шарпа. Однако они могут обеспечить инвестору более стабильную и предсказуемую доходность от размещения денежных средств. Таким образом, обращение к портфелям Ω_4 и Ω_5 подразумевает реализацию более осторожного, консервативного подхода к инвестированию, который также имеет право на существование с учётом неопределённости финансового рынка.

Третий вариант стратегии инвестора основан на включении в конструируемый портфель тех финансовых инструментов, которые имеют средние значения коэффициентов Шарпа. В соответствии с указанной стратегией в процессе исследования были сконструированы портфели Ω_5 и Ω_6 . Для этого предварительно отобраны финансовые инструменты со средними значениями коэффициентов Шарпа, вычисленные по реальным финансовым данным, были включены в портфели с целью обеспечения желаемого баланса между их рисковой и доходной составляющей.

Благодаря реализации описанного подхода к конструированию, портфели Ω_3 и Ω_5 обладают умеренной чувствительностью к динамике финансового рынка. Указанная особенность позволяет инвестору рассчитывать на некоторую защиту от риска, однако при этом не исключать возможности получить относительно хорошую доходность. Отметим, что портфели Ω_3 и Ω_5 по сравнению с ранее представленными портфелями в большей степени диверсифицированы, что также способно повысить устойчивость характеристик портфеля в различных условиях с учётом финансовой неопределённости.

Отметим, что в проведенном исследовании анализируются все три стратегии (по две стратегии инвестора на каждый вариант, с различной степенью выраженности волатильности). Все анализируемые в рамках исследования портфели финан-

совых инструментов являются портфелями максимальной доходности с ограничением на коэффициент Шарпа. При этом каждая из представленных трёх стратегии размещения денежных средств учитывает, что коэффициенты Шарпа выступают количественной мерой чувствительности финансового инструмента к изменениям в рыночном индексе (среднерыночном портфеле).

В таблице 1 представим данные о количественной оценке суточных доходностей шести предварительно сконструированных портфелей, каждый из которых состоит от 15 до 20 финансовых инструментов. Для конструирования матрицы игры используем подход, описанный в статьях [21; 22] и заключающийся в реализации принципа накопления доходности инвестора при условии размещения денежных средств в конкретном портфеле финансовых инструментов

(чистая стратегия) и реализации природой (финансового рынка) одного из возможных состояний. С математической точки зрения построенная модель является игровой моделью с природой — обобщённым противником, характеризующимся сложным поведением.

Определим наибольшие значения доходности, которые может получить инвестор в каждом из возможных состояний финансового рынка. Согласно имеющимся данным такими наибольшими значениями являются

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 0,6121; \gamma_2 = 0,1487; \\ \gamma_3 &= 0,0978; \gamma_4 = 0,1328; \\ \gamma_5 &= 0,6975. \end{aligned}$$

Нахождение наибольших значений доходностей для каждого из рассматриваемых состояний финансового рынка позволили перейти к матрице рисков, однозначно порожаемой матрицей доходностей (таблица 2). Заметим, что наличие

Таблица 1 / Table 1

Матрица доходностей портфелей
Portfolio yield matrix

Портфели	Состояния финансового рынка				
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
Ω_1	-0,6255	-0,1257	0,0235	0,1328	0,6975
Ω_2	-0,3458	-0,0875	0,0142	0,0971	0,3488
Ω_3	-0,1755	-0,0742	0,0095	0,0742	0,1948
Ω_4	0,6121	0,1453	0,0978	-0,1526	-0,4852
Ω_5	0,3984	0,1487	0,0568	-0,1157	-0,2918
Ω_6	0,2125	0,1152	0,0135	-0,0253	-0,2954

Источник: расчёты авторов на основе данных, представленных на официальном сайте инвестиционного холдинга «Финам» (www.finam.ru)

Source: calculations of the authors based on the data presented on the official website of the “Finam” investment holding (www.finam.ru)

Таблица 2 / Table 2

Риск
Risk

Портфели	Состояния финансового рынка				
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
Ω_1	1,2376	0,2744	0,0744	0	0
Ω_2	0,9579	0,2361	0,0837	0,0357	0,3487
Ω_3	0,7876	0,2228	0,0884	0,0587	0,5027
Ω_4	0	0,0034	0	0,2855	1,1827
Ω_5	0,2137	0	0,0411	0,2486	0,9893
Ω_6	0,3997	0,0335	0,0843	0,1581	0,9929

Источник: расчёты авторов

Source: authors’ calculations

нулевых элементов в таблице 2 свидетельствует об отсутствии отклонений реальной доходности инвестора от максимально возможной доходности.

Расчёт вероятностей реализации природой каждого из возможных состояний представим в таблице 3. В процессе исследования были проанализированы 503 торговых дня (за 2023 и 2024 годы). Отметим, что C_1 – состояние финансового рынка, характеризующееся значительным падением его доходности (доходности среднерыночного портфеля), C_5 – состояние финансового рынка, характеризующееся значительным ростом его доходности (доходности среднерыночного портфеля).

Результаты

Реализация критериев Вальда и Сэвиджа к анализируемой задаче выбора инвестором оптимальной стратегии размещения денежных средств свидетельствует об оптимальной стратегии Ω_3 . Напомним, что портфель финансовых инструментов Ω_3 характеризуется средним положительным значением бетта-коэффициента. Выявленная особенность нарушает общий случай, согласно которому применение критерия Вальда (максиминной доходности) и критерия Сэвиджа (минимаксного риска) не приводит к одинаковым результатам при принятии финансовых решений в условиях полной неопределенности. Показатели эффективности и неэффективности стратегий инвестора при использовании критериев Вальда, Сэвиджа, Байеса относительно доходности и риска представлены в таблице 4.

Критерий Байеса относительно матрицы доходностей ориентирует инвестора на выбор стратегии, обладающей максимальным значением математического ожидания доходности. Такой стратегией является стратегия размещения денежных средств в портфель

Таблица 3 / Table 3

Оценка вероятностей состояний
Estimation of state probabilities

Состояния финансового рынка					Сумма
C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	
47	112	186	102	56	503
0,0934	0,2227	0,3698	0,2028	0,1113	1

Источник: расчёты авторов
Source: authors' calculations

Таблица 4 / Table 4

Показатели эффективности и неэффективности стратегий инвестора при использовании критериев Вальда, Сэвиджа, Байеса относительно доходности и риска
Indexes of efficiency and inefficiency of investor strategies using Wald, Savage, Bayes criteria regarding profitability and risk

Портфели	Критерии относительно доходности		Критерии относительно риска	
	Критерий Вальда	Критерий Байеса	Критерий Сэвиджа	Критерий Байеса
Ω_1	-0,6255	0,0268	1,2376	0,2042
Ω_2	-0,3458	0,0120	0,9579	0,2191
Ω_3	-0,1755	0,0073	0,7876	0,2238
Ω_4	-0,4852	0,0408	1,1827	0,1903
Ω_5	-0,2918	0,0354	0,9893	0,1957
Ω_6	-0,2954	0,0125	0,9929	0,2186
Оптимальный портфель	Ω_3	Ω_1	Ω_3	Ω_4

Источник: расчёты авторов
Source: authors' calculations

Ω_1 , обладающий максимальным значением бетта-коэффициента из рассматриваемых в рамках исследования. Выявленную особенность можно объяснить относительно высокой вероятностью 0,6839 наступления случайных событий C_3 , C_4 и C_5 (незначительное падение и незначительный рост доходности, умеренный рост доходности, существенный рост доходности соответственно), что может быть интерпретировано как позитивный сценарий. Так, в условиях позитивного сценарий логично размещать денежные средства в портфель финансовых инструментов с высокой волатильностью.

Критерий Байеса относительно матрицы доходностей ориентирует инвестора на выбор стратегии, обладающей минимальным значением математического ожидания ри-

ска. Учёт вероятностей реализации состояний природы за 503 торговых дня позволил в процессе исследования установить, что минимально возможное значение математического ожидания риска равно 0,1903. Оно соответствует портфелю Ω_4 , обладающему самым низким значением бетта-коэффициента (менее -1). Выявленная особенность может быть объяснена направленностью критерия не на максимизацию доходности инвестора или получение им наилучшего, гарантированного результата в наихудших условиях, а на минимизацию отклонений реальных значений доходности от размещения денежных средств в один из сконструированных портфелей, от максимально возможной. Обратим внимание, что портфель Ω_4 при условии реализации финансовым рынком состояний C_1 или C_3

Таблица 5 / Table 5

Выбор оптимального портфеля
Choosing the best portfolio

Портфели	Уровень доверия инвестора		
	0	...	0,8
Ω_1	-0,6255	...	-0,1036
Ω_2	-0,3458	...	-0,0596
Ω_3	-0,1755	...	-0,0292
Ω_4	-0,4852	...	-0,0644
Ω_5	-0,2918	...	-0,0301
Ω_6	-0,2954	...	-0,0491

Таблица 6 / Table 6

Выбор оптимального портфеля
Choosing the best portfolio

Портфели	Уровень доверия инвестора		
	0,81	...	0,97
Ω_1	-0,0971	...	0,0073
Ω_2	-0,0560	...	0,0012
Ω_3	-0,0274	...	0,0018
Ω_4	-0,0592	...	0,0250
Ω_5	-0,0268	...	0,0256
Ω_6	-0,0460	...	0,0033

Таблица 7 / Table 7

Выбор оптимального портфеля
Choosing the best portfolio

Портфели	Уровень доверия инвестора		
	0,98	...	1
Ω_1	0,0138	...	0,0268
Ω_2	0,0048	...	0,0120
Ω_3	0,0037	...	0,0073
Ω_4	0,0302	...	0,0408
Ω_5	0,0288	...	0,0354
Ω_6	0,0063	...	0,0125

характеризуется нулевым значением риска (реальная доходность совпадает с максимально возможной).

Выбор оптимального портфеля из сконструированных портфелей $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_6$ осуществлён путём расчёта показателей эффективности портфелей по критерию Ходжа – Лемана, применяемому для принятия решений в условиях частичной неопределенности. Сравнение показателей эффективности стратегий инвестора позволяют сделать вывод

о том, что портфель Ω_3 является оптимальным вариантом размещения денежных средств при условии низкого, среднего и средневысокого уровней доверия к информации. Если инвестор имеет высокий уровень доверия к информации, то оптимальным вариантом размещения денежных средств является портфель Ω_5 . При условии крайне высокого уровня доверия инвестора к информации оптимальной стратегией размещения денежных средств является портфель Ω_4 .

Заключение

Теоретико-игровое моделирования обладает значительным исследовательским потенциалом для учёта индивидуальных представлений инвестора, в том числе уровня его доверия к имеющейся информации. В качестве перспектив исследования укажем развитие методологии анализа влияния уровня доверия инвестора к информации на выбор оптимального портфеля финансовых инструментов путём анализа матрицы рисков и сравнения чувствительности оптимальных стратегий инвестора к динамике уровня доверия к информации. Перспективным направлением также представляется построение и анализа игровой модели прогнозирования поведения инвестора с включением большего количества чистых стратегий – альтернативных портфелей финансовых инструментов, а также реализация смешанного расширения соответствующей игровой модели.

В процессе исследования влияния уровня доверия инвестора к информации на выбор оптимального портфеля финансовых инструментов разработана и реализована процедурная схема конструирования и анализа портфелей финансовых инструментов с учётом индивидуальных предпочтений инвестора. Результатом реализации первой процедуры – «Оценка коэффициентов Шарпа финансовых инструментов на основе реальных данных для принятия решения о включении в портфель» являются значения коэффициентов Шарпа как количественные характеристики волатильности их доходности. Результатом реализации второй процедуры – «Классификация альтернативных финансовых инструментов» является разбиение альтернативных финансовых инструментов на несколько кластеров, например, с низкими,

средними и высокими значениями коэффициентов Шарпа. Выделение кластеров позволяет акцентировать внимание на динамику доходностей финансовых инструментов, принадлежащих одному кластеру. Результатом реализации третьей процедуры — «Анализ стратегий конструирования портфелей финансовых инструментов на основе коэффициентов Шарпа» является формирование нескольких стратегий создания портфелей. Результатом реализации четвертой процедуры — «Конструирование портфелей в соответствии с представленными стратегиями инвестора» является множество альтернативных портфелей финансовых инструментов, предназначенных для размещения денежных средств.

Результатом реализации пятой процедуры — «Выбор и описание состояний финансового рынка, определяемых рыночным индексом» является множество возможных состояний финансового рынка. Результатом реализации шестой процедуры — «Построение матрицы доходностей» является матрица доходностей. Нахождение всех её элементов позволяет свести анализируемую ситуацию к игре с природой — обобщенным противником, характеризующимся сложным поведением. Результатом реализации седьмой процедуры — «Определение вероятностей состояний финансового рынка» являются оценки вероятностей реализации финансовым рынком каждого из возможных состояний. Обратим внимание, что все рассматриваемые состо-

яния рынка должны образовывать полную группу случайных событий. Результатом реализации пятой процедуры — «Нахождение оптимального портфеля финансовых инструментов с учётом уровня доверия инвестора к информации» является множество оптимальных портфелей финансовых инструментов в смысле выбранного критерия.

Реализация разработанной в процессе исследования процедурной схемы позволяет относительно гибко подойти к анализу влияния уровня доверия инвестора к информации на выбор оптимального портфеля финансовых инструментов и может быть использована в процессе учёта индивидуальных представлений инвестора и работы с реальными финансовыми данными.

Литература

1. Тюльпакова М. Ю., Горбачева Т. А. Сравнительная характеристика методов оценки эффективности управления портфелем ценных бумаг // Региональная и отраслевая экономика. 2025. № 1. С. 139–149.
2. Абросимов Г. А., Железнякова Е. А., Кибук Т. Н. Эволюция инвестиционных портфельных теорий и их адаптация для российских индивидуальных инвесторов // Сборник научных разработок аспирантов Московской международной академии. М.: Московская международная академия, 2025. С. 56–60.
3. Гребенников Н. Э. Развитие портфельной теории: эволюция подходов и ключевые достижения // Финансовые рынки и банки. 2025. № 2. С. 22–29.
4. Кулаков А. А. Теория портфельного инвестирования в контексте перехода к устойчивой экономике // Вестник науки. 2025. Т. 4. № 1(82). С. 89–94.
5. Висам А. С. Актуальный подход к управлению портфелем ценных бумаг в условиях кризиса // Финансовые рынки и банки. 2021. № 1. С. 37–41.
6. Якупов Б. Т. Новый подход к анализу волатильности и риска в портфельных инвестициях // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2024. Т. 59. № 2. С. 75–94.
7. Куровский С. В., Мишин Д. А., Булыгин Ф. А. Исследование математических методов в рамках анализа финансовых рынков // Экономика строительства. 2025. № 2. С. 412–417.
8. Смаглий Н. В., Тюрин Е. Е., Драгуленко В. В. Методы оптимизации портфельных инвестиций в условиях неопределенности // Экономика и предпринимательство. 2024. № 1(162). С. 804–808.
9. Новожилов А. С. Оптимизация портфельной теории Марковица с использованием поведенческих финансов // Хроноэкономика. 2024. № 1(43). С. 51–57.
10. Сухорукова И. В., Сафонова М. С. Концепция построения обучающего тренажера по формированию инвестиционного портфеля // Евразийское пространство: экономика, право, общество. 2024. № 7. С. 34–37.
11. Сухорукова И. В., Бобрик Г. И. Совершенствование методики преподавания образовательной программы подготовки инвесторов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. 2020. № 2(41). С. 27–33.
12. Сухорукова И. В., Мушруб В. А. Совершенствование методики преподавания теории опционов // Уральский научный вестник. 2016. Т. 8. № 2. С. 7–12.
13. Власов Д. А. Математические методы конструирования активных стратегий инвестора // Системные технологии. 2024. № 2(51). С. 171–184.
14. Власов Д. А., Синчуков А. В. Особенности конструирования портфеля финансовых инструментов на основе оценки бета-коэффициентов // Научные исследования и разработки. Экономика. 2024. Т. 12. № 1. С. 28–35.
15. Шарп Уильям Ф., Александер Гордон Дж., Бэйли Джеффри В. Инвестиции. М.: ИНФРА-М, 2018. 1028 с.
16. Markowitz H. Portfolio Selection // The Journal of Finance. 1952. № 7(1). С. 77–91.

17. Markowitz H. M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments [Электрон. ресурс]. Yale University Press, 1959. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/j.ctt1bh4c8>.

18. Новиков А. И., Солодкая Т. И. Теория принятия решений и управление рисками в финансовой и налоговой сферах. М.: Дашков и К, 2022. 284 с.

19. Сигал А.В., Бакуменко М.А., Ремесник Е.С. Рискология. М.: ИНФРА-М, 2024. 463 с.

References

1. Tyul'pakova M.Yu., Gorbacheva T.A. Comparative characteristics of methods for assessing the effectiveness of securities portfolio management. *Regional'naya i otraslevaya ekonomika = Regional and Sectoral Economics*. 2025; 1: 139-149. (In Russ.)

2. Abrosimov G.A., Zheleznyakova Ye.A., Kibuk T.N. Evolution of investment portfolio theories and their adaptation for Russian individual investors. *Sbornik nauchnykh razrabotok aspirantov Moskovskoy mezhdunarodnoy akademii = Collection of scientific developments of postgraduate students of the Moscow International Academy*. Moscow: Moscow International Academy; 2025: 56-60. (In Russ.)

3. Grebennikov N.E. Development of portfolio theory: evolution of approaches and key achievements. *Finansovyye rynki i banki = Financial markets and banks*. 2025; 2: 22-29. (In Russ.)

4. Kulakov A.A. Portfolio investment theory in the context of the transition to a sustainable economy. *Vestnik nauki = Bulletin of science*. 2025; 4; 1(82): 89-94. (In Russ.)

5. Visam A.S. A Current Approach to Managing a Securities Portfolio in a Crisis. *Finansovyye rynki i banki = Financial Markets and Banks*. 2021; 1: 37-41. (In Russ.)

6. Yakupov B.T. New Approach to Analyzing Volatility and Risk in Portfolio Investments. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika = Bulletin of Moscow University. Series 6: Economics*. 2024; 59; 2: 75-94. (In Russ.)

7. Kurovskiy S.V., Mishin D.A., Bulygin F.A. A Study of Mathematical Methods in the Framework of Financial Market Analysis. *Ekonomika stroitel'stva = Construction Economics*. 2025; 2: 412-417. (In Russ.)

8. Smaglyi N. V., Tyurin Ye. Ye., Dragulenko V. V. Methods for Optimizing Portfolio Investments under Uncertainty. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economy and Entrepreneurship*. 2024; 1(162): 804-808. (In Russ.)

9. Novozhilov A. S. Optimization of Markowitz's Portfolio Theory Using Behavioral Finance. *Khronoekonomika = Chronoeconomics*. 2024; 1(43): 51-57. (In Russ.)

10. Sukhorukova I. V., Safonova M. S. Concept of Building a Training Simulator for Forming an Investment Portfolio. *Yevraziyskoye prostranstvo: ekonomika, pravo, obshchestvo = Eurasian Space: Economy, Law, Society*. 2024; 7: 34-37. (In Russ.)

11. Sukhorukova I.V., Bobrik G.I. Improving

20. Сигал А. В. Теория игр и ее экономические приложения. М.: ИНФРА-М, 2024. 418 с.

21. Дунаев А. Ю. Применение САРМ в управлении инвестиционным портфелем // *Российский экономический вестник*. 2020. Т. 3. № 3. С. 200–204.

22. Козловский Д. А. Особенности САРМ моделирования российского фондового рынка // *Вестник Академии экономической безопасности МВД России*. 2009. № 6. С. 132–137.

the Methodology of Teaching the Investor Training Educational Program. *Vektor nauki Tol'yattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika, psikhologiya = Vector of Science, Togliatti State University. Series: Pedagogy, Psychology*. 2020; 2(41): 27-33. (In Russ.)

12. Sukhorukova I.V., Mushrub V.A. Improving the Methodology of Teaching Options Theory. *Ural'skiy nauchnyy vestnik = Ural Scientific Bulletin*. 2016; 8; 2: 7-12. (In Russ.)

13. Vlasov D.A. Mathematical Methods for Constructing Active Investor Strategies. *Sistemnyye tekhnologii = System Technologies*. 2024; 2(51): 171-184. (In Russ.)

14. Vlasov D.A., Sinchukov A.V. Features of constructing a portfolio of financial instruments based on the assessment of beta coefficients. *Nauchnyye issledovaniya i razrabotki. Ekonomika = Research and Development. Economics*. 2024; 12; 1: 28-35. (In Russ.)

15. Sharp Uil'yam F., Aleksander Gordon Dzh., Beyli Dzheffri V. *Investitsii = Investments*. Moscow: INFRA-M; 2018. 1028 p. (In Russ.)

16. Markowitz H. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*. 1952; 7(1): 77-91.

17. Markowitz H.M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments [Internet]. Yale University Press; 1959. Available from: <http://www.jstor.org/stable/j.ctt1bh4c8>.

18. Novikov A.I., Solodkaya T.I. *Teoriya prinyatiya resheniy i upravleniya riskami v finansovoy i nalogovoy sferakh = Decision Theory and Risk Management in the Financial and Tax Spheres*. Moscow: Dashkov i K; 2022. 284 p. (In Russ.)

19. Sigal A.V., Bakumenko M.A., Remesnik Ye.S. *Riskologiya = Riskology*. Moscow: INFRA-M; 2024. 463 p. (In Russ.)

20. Sigal A.V. *Teoriya igr i yeye ekonomicheskiye prilozheniya = Game Theory and Its Economic Applications*. Moscow: INFRA-M; 2024. 418 p. (In Russ.)

21. Dunayev A.Yu. Application of CAPM in Investment Portfolio Management. *Rossiyskiy ekonomicheskij vestnik = Russian Economic Bulletin*. 2020; 3; 3: 200-204. (In Russ.)

22. Kozlovskiy D. A. Features of CAPM modeling of the Russian stock market. *Vestnik Akademii ekonomicheskoy bezopasnosti MVD Rossii = Bulletin of the Academy of Economic Security of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2009; 6: 132-137. (In Russ.)

Сведения об авторах

Дмитрий Анатольевич Власов

К.п.н., доцент, Доцент кафедры
математических методов в экономике
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: DAV495@gmail.com

Петр Александрович Карасев

К.э.н., доцент кафедры Высшей математики
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
Эл. почта: petr.karasyov@gmail.com

Александр Валерьевич Синчуков

К.п.н., доцент департамента математики
Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации,
Москва, Россия
Эл. почта: AVSinchukov@gmail.com

Information about the authors

Dmitry A. Vlasov

Cand. Sc. (Pedagogy), Associate professor at the
Department of Mathematical methods of Economics
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: DAV495@gmail.com

Petr A. Karasev

Cand. Sc. (Economics), Associate professor at the
Department of Higher mathematics
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: petr.karasyov@gmail.com

Alexander V. Sinchukov

Cand. Sc. (Pedagogy), Associate professor at the
Department of Mathematics
Financial University under the Government of the
Russian Federation, Moscow, Russia
E-mail: AVSinchukov@gmail.com