

Модели и анализ рыночного риска российских фондовых активов

М.А. Бородина

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. В современных условиях глобальной нестабильности и высокой волатильности финансовых рынков эффективная оценка рыночного риска приобретает особую значимость. Инвесторы, стремящиеся сохранить и приумножить капитал, нуждаются в инструментах, позволяющих учитывать как системные, так и специфические риски. Особое внимание уделяется показателям, способным отражать уровень нестабильности и глубину потенциальных потерь, таким как стандартное отклонение (СКО), максимальная просадка (*Mdd*), Value-at-Risk (*VaR*), Conditional *VaR* (*CVaR*), а также коэффициенты эффективности инвестиций, включая коэффициенты Шарпа и Сортино. Актуальность темы обусловлена необходимостью адаптации классических и современных методов анализа к условиям российского фондового рынка [1].

Цель — проведение комплексного анализа рыночного риска инвестиционного портфеля с использованием современных статистических и программных методов и разработка практических рекомендаций по управлению риском.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- проанализировать природу и классификацию рыночного риска;
- исследовать влияние риска на инвестиционные решения;
- рассчитать ключевые показатели: *VaR*, *CVaR*, *Mdd*, СКО;
- рассчитать коэффициенты эффективности (Sharpe Ratio, Sortino Ratio);
- сравнить поведение активов в периоды роста и падения рынка [2, 3];
- реализовать оптимизацию портфеля с применением Python-библиотек (в частности, PyPortfolioOpt);
- дать практические рекомендации по управлению портфельным риском.

Методы. В качестве методологической основы исследования были использованы математические модели оптимизации портфеля, направленные на эффективное соотношение доходности и риска. В работе реализованы три ключевых подхода:

1. Модель максимизации коэффициента Шарпа.

Цель данной модели — формирование портфеля, обеспечивающего наибольшее отношение избыточной доходности к общему риску. Математическая постановка задачи представлена следующим образом:

$$\max \frac{\omega^T \mu - r_f}{\sqrt{\omega^T \Sigma \omega}},$$

где ω — вектор долей активов в портфеле, μ — вектор ожидаемых доходностей, Σ — ковариационная матрица доходностей активов, r_f — безрисковая ставка доходности.

Ограничения:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1, \omega_i \geq 0 \forall i.$$

Данная модель ориентирована на получение наилучшей компенсации за принятый риск, что особенно актуально в условиях нестабильных рынков.

2. Модель минимизации условного Value-at-Risk (*CVaR*).

Цель модели — снижение средних потерь в худших сценариях при заданном уровне доверия α . Математически задача формулируется как:

$$\min CVaR_{\alpha}(\omega),$$

где $CVaR_{\alpha}(\omega)$ — условная стоимость под риском портфеля на уровне доверия α , отражающая ожидаемые потери при превышении порога *VaR*.

Ограничения:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1, \omega_i \geq 0 \forall i.$$

Дополнительно могут накладываться лимиты на вес активов (например, $\omega_i^{\min} \leq \omega_i \leq \omega_i^{\max}$) для учета требований инвестора или нормативных ограничений.

3. Модель оптимизации с ограничением на коэффициент β .

Модель направлена на минимизацию общей дисперсии портфеля с учетом ограничения по систематическому риску относительно рыночного индекса:

$$\min \omega^T \Sigma \omega$$

при условиях:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1, \omega_i \geq 0 \forall i, \beta(\omega) \leq \beta_{target},$$

где $\beta(\omega)$ — бета-показатель портфеля, определяемый как линейная комбинация индивидуальных бета-коэффициентов активов. Это условие позволяет формировать портфель с контролируемой чувствительностью к рыночным движениям, снижая воздействие макроэкономических шоков.

Результаты. В результате проведенного исследования и применения трех моделей оптимизации инвестиционного портфеля были получены следующие основные результаты:

1. Было произведено сравнение активов в периоды роста и падения рынка.
2. Модель максимизации коэффициента Шарпа позволила сформировать портфель с наиболее эффективным соотношением риск/доходность. Полученный портфель демонстрировал высокий коэффициент Шарпа и умеренный уровень риска, что делает его подходящим для инвесторов с умеренной склонностью к риску.
3. Модель минимизации *CVaR* показала, что возможно значительно снизить потенциальные потери в стрессовых рыночных ситуациях. Портфель, сформированный по этому критерию, имел наименьшие значения условного риска (*CVaR*) и максимальной просадки (*Mdd*), что указывает на его защитный характер.
4. Модель с ограничением по β -коэффициенту позволила создать портфель с пониженной чувствительностью к общерыночным колебаниям. Это обеспечило более стабильную доходность при высокой волатильности рынка, особенно в период его падения.
5. Сравнительный анализ показателей риска (стандартное отклонение, *CVaR*, *Mdd*, коэффициенты Шарпа и Сортино) продемонстрировал, что выбор модели напрямую зависит от целей инвестора: от максимизации доходности до минимизации потенциальных убытков.

Таким образом, в работе удалось показать эффективность разных подходов к управлению рыночным риском в зависимости от инвестиционной стратегии и допустимого уровня риска.

Таблица 1. Результаты финансовых метрик по акциям за 2020 год (период роста)

2020 г., рост	<i>SBER</i>	<i>GAZP</i>	<i>SMLT</i>	<i>LKOH</i>	<i>YDEX</i>	<i>T</i>	<i>ROSX</i>	<i>VTBR</i>	<i>XVTK</i>	<i>MTLR</i>
Козф. Шарпа	0,0106	−0,0470	−0,024	−0,0232	0,1153	0,0771	−0,0040	−0,0401	0,0024	0,0352
<i>CVaR</i>	0,0629	0,0473	0,0105	0,0853	0,0545	0,1027	0,0791	0,0589	0,0667	0,1028
β	1,0172	0,5552	−0,0159	1,4030	0,5578	0,8784	1,3769	0,9552	1,0699	1,0240
σ	0,0233	0,0188	0,0059	0,0284	0,0226	0,0342	0,0270	0,0212	0,0266	0,0394
<i>VaR</i>	0,0333	0,0310	0,0097	0,0467	0,0372	0,0562	0,0443	0,0345	0,0437	0,0648
Козф. Сортино	0,0143	−0,0640	−0,0403	−0,0291	0,1658	0,0852	−0,0049	−0,0473	0,0035	0,0552
<i>MDD</i>	−0,3499	−0,3986	−0,0234	−0,4411	−0,2590	−0,5063	−0,5187	−0,4351	−0,4656	−0,4962

Таблица 2. Результаты финансовых метрик по акциям за 2022 год (период падения)

2022 г., падение	SBER	GAZP	SMLT	LKOM	YDEX	T	ROSOX	VTBR	NVTK	MTLR
Козф. Шарпа	–0,0647	–0,0557	–0,0337	–0,0670	–0,0702	–0,0562	–0,0625	–0,0822	–0,0746	0,0051
CVaR	0,1432	0,1544	0,1922	0,1009	0,1240	0,1342	0,1613	0,1687	0,1056	0,1646
β	1,0830	0,9729	1,0515	0,7701	1,0344	1,0707	1,0537	1,0962	0,8549	1,3057
σ	0,0413	0,0453	0,0545	0,0320	0,0446	0,0514	0,0384	0,0418	0,0355	0,0509
VaR	0,0679	0,0745	0,0596	0,0526	0,0734	0,0845	0,0632	0,0687	0,0589	0,0838
Козф. Сортино	–0,0642	–0,0594	–0,0355	–0,0770	–0,0753	–0,0709	–0,0610	–0,0790	–0,0885	0,0056
MDD	–0,6673	–0,5510	–0,6072	–0,5253	–0,6906	–0,7451	–0,6559	–0,6702	–0,6452	–0,5674

Выводы. Проведенное исследование подтверждает, что использование современных методов оценки рыночного риска и эффективности инвестиций позволяет принимать более обоснованные инвестиционные решения.

Рассчитанные показатели — *VaR*, *CVaR*, *Mdd*, *CKO*, а также коэффициенты Шарпа и Сортино — дают комплексную картину рисков и потенциальной доходности. Оптимизация портфеля с помощью инструментов Python позволяет не только минимизировать потери в условиях нестабильности, но и повысить инвестиционную эффективность. Повышенные значения коэффициентов Шарпа и Сортино после переборки портфеля подтверждают улучшение соотношения риск/доходность. Полученные выводы могут быть использованы как индивидуальными, так и институциональными инвесторами в целях совершенствования риск-менеджмента и формирования устойчивых стратегий на нестабильных рынках.

Ключевые слова: рыночный риск; стандартное отклонение (CKO); максимальная просадка (*Mdd*); Value-at-Risk (*VaR*); Conditional *VaR* (*CVaR*); коэффициент Шарпа; коэффициент Сортино.

Список литературы

1. Маляров А.Н. Индивидуальное инвестирование на фондовых рынках. Самара: Изд-во СамГТУ, 2022. 400 с. doi: 10.23682/122201
2. moex.com [Электронный ресурс]. Индекс МосБиржи. Режим доступа: <https://www.moex.com/ru/index> Дата обращения: 10.04.2025.
3. finam.ru [Электронный ресурс]. Котировки. Режим доступа: <https://www.finam.ru> Дата обращения: 10.04.2025.

Сведения об авторе:

Мария Алексеевна Бородин — студентка 2-го курса, группа 110М, институт автоматизации и информационных технологий; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: <mailto:mari.borodina.01@bk.ru>

Сведения о научном руководителе:

Анатолий Николаевич Маляров — доцент, кандидат технических наук; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: <mailto:gman53@yandex.ru>