

12+
ВИТАЛИЙ ФАРТУШНОВ

Портфельная теория и методы оптимизации — 2

BI, PYTHON



Виталий Фартушнов
**Портфельная теория и методы
оптимизации — 2. VI, PYTHON**

<https://litres.ru/74160942>

ISBN 9785007033626

Аннотация

Портфельные теории делятся на традиционные и современные подходы, где традиционные фокусируются на трендах рынка и механических правилах, а современные — на количественном анализе риска и доходности.

Содержание

Портфельная теория и методы оптимизации	5
Инициализация и параметры	17
Конец ознакомительного фрагмента.	41

Портфельная теория и методы оптимизации — 2 VI, PYTHON

Виталий Фартушнов

© Виталий Фартушнов, 2026

ISBN 978-5-0070-3362-6 (т. 2)

ISBN 978-5-0070-3363-3

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Портфельная теория и методы оптимизации

$$d_{I[i]}[m] = \frac{f_m(I[i+1]) - f_m(I[i-1])}{(f_m(I[l]) - f_m(I[2])) + \epsilon},$$

Портфельная теория изучает, как рациональный инвестор должен комбинировать активы, чтобы при заданном уровне риска получить максимально возможную доходность (или минимизировать риск при заданной доходности), а методы оптимизации дают формальные алгоритмы поиска таких «оптимальных» портфелей. [1] [2]

Базовые идеи портфельной теории

— Ключевая идея: смотреть на актив не по отдельности, а через его вклад в **риск** и доходность всего портфеля (ковариации и корреляции между активами). [2] [3]

— Диверсификация: комбинируя активы с неполной (и особенно низкой/отрицательной) корреляцией, можно сни-

зить общую волатильность без пропорционного снижения ожидаемой доходности. [1] [2]

— Эффективная граница: множество портфелей, которые дают максимальную ожидаемую доходность для каждого уровня риска; портфели ниже границы считаются неэффективными. [1] [3]

Классическая модель Марковица (MPT)

— Модель Марковица (Modern Portfolio Theory, mean—variance) формализует задачу: минимизировать дисперсию (риск) портфеля при заданной ожидаемой доходности или максимизировать доходность при заданном уровне риска. [1] [4]

— Входные данные: вектор ожидаемых доходностей активов, ковариационная матрица доходностей и ограничения на веса (например, суммы весов = 1, запрет шорта и т.п.). [1] [5]

— Решение задачи даёт веса активов, формирующие эффективную границу; при добавлении безрискового актива возникает прямая линия рынка капитала (CML) и портфель с максимальным Sharpe. [3] [6]

Связанные модели: CAPM, факторы, Black—Litterman

— CAPM связывает ожидаемую доходность актива с его бета-риском относительно рыночного портфеля, который сам лежит на эффективной границе в рамках MPT. [6] [7]

— Многофакторные модели (Fama—French, факторная

оптимизация) расширяют САРМ, добавляя факторы стоимости, размера, момента, качества и др., чтобы лучше объяснять доходности и строить факторные портфели. [8] [7]

— Модель Black—Litterman комбинирует «рыночные» равновесные доходности с субъективными взглядами инвестора (байесовский подход), сглаживая нестабильные и концентрированные решения классического mean—variance. [8] [9]

Методы оптимизации портфеля (алгоритмика)

— Классический mean—variance — квадратичное программирование: задача минимизации квадратичной формы риска при линейных ограничениях на веса. [5] [10]

— Для сложных постановок используют линейное, нелинейное, смешанно-целочисленное программирование, эвристики (генетические алгоритмы, метаэвристики), стохастическое программирование и робастную оптимизацию. [5] [11]

— Современные расширения включают минимум-дисперсионные портфели, риск-паритет, оптимизацию по CVaR/максимальной просадке, робастные и «resampled» эффективные границы, которые уменьшают чувствительность к ошибкам оценок. [8] [12]

Практические шаги построения портфеля

— Определить: горизонт, риск-профиль, целевую метрику (максимизация Sharpe, минимизация волатильности, ограничение просадки и т.п.). [9] [3]

— Оценить статистику: ожидаемые доходности (часто через исторические данные или CAPM/факторные модели), ковариационную матрицу (с регуляризацией, например Ledoit—Wolf для устойчивости). ^[13] ^[10]

— Решить задачу оптимизации с выбранными ограничениями (границы по весам, лимиты на классы активов, ликвидность, регуляторные требования) и регулярно пересматривать портфель по мере изменения оценок и параметров инвестора. ^[12] ^[9]

Если интересно, можно разобрать конкретную постановку (например, XAUUSD + акции + облигации) и написать формальную задачу оптимизации в матем-пакете или Python.



Перечисли портфельные теории и укажи литературу, где они описаны

Портфельные теории делятся на традиционные и современные подходы, где традиционные фокусируются на трендах рынка и механических правилах, а современные — на количественном анализе риска и доходности. Ниже перечислены ключевые теории с основными источниками литературы. ^[21] ^[22]

Традиционные теории

— **Теория Dow Jones:** Основана на гипотезе Чарльза

Доу о трех циклических трендах рынка (первичные, вторичные, минорные), помогающих таймингу входа/выхода из позиций. [23] [22]

— **Теория случайного блуждания (Random Walk Theory):** Цены акций непредсказуемы, рынки эффективны, исторические данные не дают преимуществ; также известна как гипотеза эффективного рынка (EMH). [23] [22]

— **Формульные планы (Formula Plans):** Механические методы переоценки портфеля (например, постоянное соотношение агрессивных и defensive активов) для минимизации убытков. [23] [22]

Современные теории

— **Современная портфельная теория Марковица (MPT, Mean-Variance Analysis):** Оптимизация портфеля по ожидаемой доходности и дисперсии с учетом диверсификации; основа эффективной границы. Литература: Markowitz H. «Portfolio Selection» (Journal of Finance, 1952); книга «Modern Portfolio Theory» by Jack Clark Francis (2013). [22] [24] [22]

— **Модель единственного индекса Шарпа (Sharpe Single Index Model):** Упрощение MPT, где доходность актива линейно зависит от рыночного индекса через бета; снижает вычисления для больших портфелей. Литература: Sharpe W. «A Simplified Model for Portfolio Analysis» (Management Science, 1963). [23] [22]

— **Модель ценообразования капитальных активов (CAPM):** Ожидаемая доходность = безрисковая ставка + бета * рыночная премия; связывает систематический риск с доходностью. Литература: Sharpe W. «Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium» (Journal of Finance, 1964); книга «Portfolio Theory and Capital Markets» (2004).^[23] ^[22]
^[25]

Дополнительно: Arbitrage Pricing Theory (APT, Ross, 1976), Black-Litterman модель (1990) — расширения MPT/CAPM, описаны в «Modern Portfolio Theory: Foundations, Analysis, and New Developments» (Francis & Kim, 2013).^[26]



Какие классические книги по теории портфеля изучать в первую очередь

Классические книги по теории портфеля закладывают основу mean-variance анализа, CAPM и диверсификации, начиная с работ Нобелевских лауреатов. Изучать их стоит в порядке от фундаментальных статей к всесторонним учебникам.^[41] ^[42] ^[43]

Основополагающие работы

— «Portfolio Selection» (1952, Journal of Finance): Семинальная статья Harry Markowitz, вводящая MPT, эффек-

тивную границу и оптимизацию по риску-доходности. Пер-
воисточник всей современной теории. [44] [42] [43]

— **«Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk» (1964, Journal of Finance)**: William Sharpe вводит CAPM, связывая бета с ожидаемой доходностью. [45]

Ключевые учебники

— **«Modern Portfolio Theory and Investment Analysis» (Elton, Gruber, Brown, Goetzmann)**: Полный обзор MPT с формулами, моделями и эмпирикой; рекомендуется как первое чтение после Марковица. [41] [46]

— **«Investments» (Bodie, Kane, Marcus)**: Стандартный учебник по портфельной теории, CAPM, APT с примерами и задачами; доступный для самообучения. [46]

Комплексные издания

— **«Portfolio Theory and Capital Markets» (William Sharpe, 1970/2009)**: Автор CAPM развивает идеи от MPT к равновесию рынка. [47]

— **«Modern Portfolio Theory: Foundations, Analysis, and New Developments» (Francis, Kim, 2013)**: Систематизирует MPT, включая расширения (Black-Litterman), с Excel-приложениями. [42]

Эти книги доступны на Google Books, Amazon или JSTOR; для практики комбинируйте с Python-библиотеками типа PyPortfolioOpt. [42] [48]



— **Модель ценообразования капитальных активов (CAPM):** Ожидаемая доходность = безрисковая ставка + бета * рыночная премия; связывает систематический риск с доходностью. Литература: Sharpe W. «Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium» (Journal of Finance, 1964); книга «Portfolio Theory and Capital Markets» (2004). ^[23] ^[22] ^[25]

Дополнительно: Arbitrage Pricing Theory (APT, Ross, 1976), Black-Litterman модель (1990) — расширения MPT/CAPM, описаны в «Modern Portfolio Theory: Foundations, Analysis, and New Developments» (Francis & Kim, 2013). ^[26]



Какие классические книги по теории портфеля изучать в первую очередь

Классические книги по теории портфеля закладывают основу mean-variance анализа, CAPM и диверсификации, начиная с работ Нобелевских лауреатов. Изучать их стоит в порядке от фундаментальных статей к всесторонним учебникам. ^[41] ^[42] ^[43]

Основополагающие работы

— «Portfolio Selection» (1952, Journal of Finance): Се-

минальная статья Harry Markowitz, вводящая MPT, эффективную границу и оптимизацию по риску-доходности. Первоисточник всей современной теории. [44] [42] [43]

— **«Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk» (1964, Journal of Finance)**: William Sharpe вводит CAPM, связывая бета с ожидаемой доходностью. [45]

Ключевые учебники

— **«Modern Portfolio Theory and Investment Analysis» (Elton, Gruber, Brown, Goetzmann)**: Полный обзор MPT с формулами, моделями и эмпирикой; рекомендуется как первое чтение после Марковица. [41] [46]

— **«Investments» (Bodie, Kane, Marcus)**: Стандартный учебник по портфельной теории, CAPM, APT с примерами и задачами; доступный для самообучения. [46]

Комплексные издания

— **«Portfolio Theory and Capital Markets» (William Sharpe, 1970/2009)**: Автор CAPM развивает идеи от MPT к равновесию рынка. [47]

— **«Modern Portfolio Theory: Foundations, Analysis, and New Developments» (Francis, Kim, 2013)**: Систематизирует MPT, включая расширения (Black-Litterman), с Excel-приложениями. [42]

Эти книги доступны на Google Books, Amazon или JSTOR; для практики комбинируйте с Python-библиотеками

типа PyPortfolioOpt. [42] [48]



RH-Quantum Portfolio (2026), NSGA — описать подробно, перечислить литературы

NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II) is a popular multi-objective evolutionary optimization algorithm used in portfolio optimization to balance risk and return. «RH-Quantum Portfolio (2026)» likely refers to a quantum-inspired or hybrid portfolio optimization approach projected for 2026, possibly incorporating NSGA-II with quantum annealing or variational methods for enhanced performance in financial modeling. [1] [2] [3]

Core Concept

NSGA-II ranks solutions by non-domination levels and crowding distance to generate Pareto-optimal portfolios, outperforming classical methods like Markowitz in handling constraints such as semi-variance, liquidity, and cardinality. [2] [4] [5] In quantum contexts, it hybridizes with algorithms like QAOA or VQE for complex, higher-order moment optimizations (e.g., skewness, kurtosis) relevant to 2026 quantum hardware advances. [6] [7] [3] This suits 2026 portfolios amid rising quantum computing stocks like D-Wave (QBITS) and IonQ (IONQ), which emphasize optimization for finance. [8] [1]

Key Applications

— **Risk-Return Trade-off:** NSGA-II yields portfolios with superior returns (e.g., 41.25% annualized) and lower risk than baselines, tested on indices like Tehran Stock Exchange or S&P100. ^{[2] [4]}

— **Quantum Integration:** D-Wave's annealing optimizes 60-stock portfolios; hybrids with NSGA-II target NISQ-era limits for 2026 commercial use in finance. ^{[9] [1]}

— **2026 Relevance:** Aligns with forecasts for fault-tolerant systems enabling real-world portfolio tools, reducing computation for combinatorial problems. ^{[10] [11]}

Literature

— Portfolio Optimization Utilizing Multi-Objective NSGA-II (SSRN, 2024): Applies NSGA-II to 132 Tehran stocks, showing better risk-return profiles. ^[2]

— Design of Optimum Portfolio Scheme Based on Improved NSGA-II (PMC, 2022): Improves convergence for financial multi-objectives, achieving 70.08% predicted profits. ^[4]

— Multiobjective Approach to Portfolio Optimization with NSGA-II (Vilnius Tech, 2020): Uses credibilistic ratios for fuzzy risk-return-liquidity models on S&P100. ^[5]

— Quantum Portfolio Optimization with Expert Analysis (arXiv, 2025): Benchmarks VQE/QAOA, relevant for NSGA hybrids. ^[3]

— On NSGA-II and NSGA-III in Portfolio Management (TechScience, 2021): Compares genetic algorithms for

constrained models. ^[12]



Подробный разбор шагов алгоритма NSGA-II

NSGA-II работает в поколениях, комбинируя элитизм, быструю недоминирующую сортировку и crowding distance для отбора. Алгоритм минимизирует несколько целей, поддерживая разнообразие на фронтах Парето. ^[51] ^[52]

Инициализация и параметры

NSGA-II запускается с популяцией размером, генерируемой случайно в пределах границ переменных. Параметры включают: вероятность кроссовера, мутации (где — размер хромосомы), индексы распределения для SBX-кроссовера и полиномиальной мутации. Максимум поколений или функция оценок служит критерием остановки. [51] [53]

$$N$$

$$x_i \in [x_i^l, x_i^u]$$

$$p_c \approx 0.9$$

$$p_m = 1/D$$

$$D$$

$$\eta_c = 20$$

$$\eta_m = 20$$

G

Шаг 1: Недоминирующая сортировка

Для объединенной популяции (размер) присваивается ранг каждому индивиду:

$$R_t = P_t \cup Q_t$$

$$2N$$

— Инициализировать (множество доминируемых индивидов), (число доминирующих), фронт.

$$S_i = \emptyset$$

$$n_i = 0$$

$$F_1=\emptyset$$

— Для каждого: для каждого, если доминирует (, строгое неравенство хотя бы для одного), то; иначе. Если, добавить в.

$$i\in R_t$$

$$j \in R_t$$

$$i$$

j

$$f_k(i) \leq f_k(j)$$

$$j \in S_i$$

$$n_i += 1$$

$$n_i = 0$$

i

$$F_1$$

— Для: пока не пуст, для каждого, для каждого.; если, добавить в. Ранг индивида из равен. Сложность, где — число целей. [51] [52] [54]

$$k = 1, 2, \dots$$

$$F_k$$

$$i \in F_k$$

$$j \in S_i$$

$$n_j=1$$

$$n_j = 0$$

j

$$F_{k+1}$$

$$F_k$$

$$k$$

$$O(MN^2)$$

M

Шаг 2: Вычисление crowding distance

Для каждого фронта (отсортированного по каждой цели отдельно):

F_k

— Инициализировать для всех целей,.

$$d_i[m] = 0$$

$$m = 1..M$$

$$d_i = 0$$

— Для каждой цели:, сортировать по (пусть — индексы).
Граничным.

$$m$$

$$l = |F_k|$$

$$F_k$$

f_m

$I[1..I]$

$$d_{I[\frac{n}{2}]} = d_{I[1]} = \infty$$

— Для:, где предотвращает деление на ноль.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.