

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра дифференциальных уравнений и математической экономики

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО
ПОРТФЕЛЯ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 451 группы
направления 38.03.05 - Бизнес-информатика

механико-математического факультета
Бондаренко Ирины Дмитриевны

Научный руководитель
доцент, к.э.н.

С.В.Иванилова

Заведующий кафедрой
зав.кафедрой, д.ф.-м.н., профессор

С.И.Дудов

Саратов 2025

ВВЕДЕНИЕ

В условиях нестабильности мировой экономики и постоянных изменений на финансовых рынках особенно актуальной становится задача рационального инвестирования капитала. Формирование эффективного инвестиционного портфеля позволяет не только минимизировать риски, но и достичь оптимального соотношения доходности и надёжности.

В условиях высокой турбулентности финансовых рынков, геополитической нестабильности и ускоряющихся инфляционных процессов перед инвесторами остро встаёт задача эффективного управления капиталом. Одна из ключевых задач в таких условиях — формирование инвестиционного портфеля, позволяющего не только сохранить вложенные средства, но и обеспечить прирост капитала с приемлемым уровнем риска. Современные модели инвестирования позволяют использовать математические и статистические методы для оценки активов и формирования сбалансированного портфеля.

Новизна исследования заключается в интеграции классических теорий управления инвестициями с актуальными данными и программными средствами анализа, что позволяет адаптировать модели к условиям современного российского рынка.

Настоящее исследование направлено на комплексное изучение теоретических и практических основ построения эффективного инвестиционного портфеля с применением модели Марковица и коэффициента Шарпа. Кроме того, в работе рассматриваются современные подходы к анализу рынка, включая фундаментальный и технический анализ, и реализуется практический эксперимент на базе Python.

Актуальность работы определяется необходимостью применения научного подхода в условиях нестабильности российского фондового рынка и растущего интереса со стороны частных инвесторов к самостоятельному управлению капиталом.

Объектом исследования в данной работе являются процессы формирования эффективного инвестиционного портфеля.

Предметом исследования выступают теоретические и практические аспекты формирования эффективного инвестиционного портфеля.

Целью данной работы является формирование эффективного инвестиционного портфеля с использованием современных аналитических и программных инструментов.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие **задачи**:

- Изучение теоретических основ формирования инвестиционного портфеля;
- Рассмотрение ключевых моделей и теорий портфельного инвестирования;
- Разработка алгоритма формирования эффективного инвестиционного портфеля;
- Сбор исторических данных с сайта Московской биржи;
- Проведение фундаментального и технического анализа активов;
- Реализация алгоритма формирования эффективного инвестиционного портфеля с помощью программного языка Python.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Бакалаврская работа состоит из: введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и приложений.

Во **введении** обосновывается актуальность темы работы, формулируется цель и решаемые задачи, а также отмечается новизна исследования.

В **первом разделе** рассматриваются теоретические аспекты формирования инвестиционного портфеля, такие как основные понятия, типы и принципы. А также, портфельная теория инвестирования и влияние внешних факторов. Согласно данной теории, множество эффективных портфелей располагаются на границе эффективности.

Во **втором разделе** исследуется математический подход к формированию инвестиционного портфеля предложенный портфельной теорией Г. Марковица, а также инструмент оценки эффективности инвестиционного портфеля – коэффициент Шарпа.

Доходность актива в портфеле рассчитывается по формуле:

$$r_{ti} = \frac{x_{ti} - x_{ti-1}}{x_{ti}},$$

где x_{ti} – цена актива на момент продажи, x_{ti-1} – цена актива на момент покупки.

Общий риск портфеля (стандартное отклонение) рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \sqrt{w_i \cdot w_j \cdot Cov_{ij}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j},$$

где w_i, w_j – доля i -го и j -го актива в портфеле; σ_i, σ_j – стандартное отклонение доходности i -го и j -го актива; r_i – доходность актива.

Формула для расчета общей доходности портфеля выглядит следующим образом:

$$r_p = \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i,$$

где w_i – доля i -го и j -го актива в портфеле; r_i – доходность актива.

В рамках портфельной теории Марковица, формирование портфеля строится на математическом подходе.

Портфель минимального риска по модели Марковица при заданном уровне доходности определяется следующей системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot k_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j} \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i > r_p \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ w_i \geq 0 \end{array} \right. ,$$

где w_i, w_j – доля i -го и j -го актива в портфеле; σ_i, σ_j – стандартное отклонение доходности i -го и j -го актива; k_{ij} – коэффициент корреляции между i -м и j -м активом; r_i – доходность актива; r_p – заданный уровень доходности; n – количество активов инвестиционного портфеля.

Портфель максимальной доходности при заданном уровне риска определяется системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \cdot w_j \cdot k_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j} < \sigma_p \\ \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ w_i \geq 0 \end{array} \right. ,$$

где σ_p – заданный уровень риска.

При построении эффективной границы портфелей коэффициент Шарпа является важным показателем эффективности инвестиционного портфеля. Данный коэффициент вычисляется по формуле:

$$S = \left(\frac{r_p - r_f}{\sigma} \right),$$

где σ – стандартное отклонение доходности; r_p – заданный уровень доходности; r_f – значение безрисковой ставки.

В третьем разделе проводится выбор активов на основании фундаментального и технического анализов показателей компаний, входящих в список «Голубых фишек» Московской биржи в 2025 году согласно данным сайта finam.ru.

Фундаментальный анализ компаний проводится по показателям капитализации, рентабельности, чистой прибыли, P/E, P/B, P/S, EV,

долг/ЕВITDA, где P/E – коэффициент отношения стоимости компании и ее прибыли, P/B – отношение текущей рыночной капитализации компании к ее балансовой стоимости, P/S – отношение капитализации компании к ее выручке за определенный период, EV – стоимость компании, долг/ЕВITDA – срок за который компания сможет полностью погасить свой долг.

В качестве активов были выбраны акции компаний СБЕР, Лукойл, НЛМК, Полус, Аэрофлот, Северсталь, а также покупка золота.

В рамках технического анализа были использованы следующие инструменты:

- Торговые каналы;
- Индекс товарного канала (CCI);
- Индекс относительной силы (RSI);
- Волны Эллиотта.

В четвертом разделе собираются исторические данные выбранных активов путем парсинга с Московской биржи за временной период с января 2023г. по апрель 2025г. используя библиотеки языка программирования Python, такие как Requests и Pandas, а также модуль Datetime.

	SBER	LKOH	NLMK	PLZL	AFLT	CHMF
tradedate						
2023-01-03	141.78	4123.5	114.36	7903.0	24.64	897.6
2023-02-01	158.29	3955.5	118.96	9720.0	28.01	976.6
2023-03-01	170.53	4056.0	127.98	8939.0	28.35	1060.4
2023-04-03	216.09	4473.5	133.04	9600.0	32.03	1053.0
2023-05-02	242.62	4581.0	133.34	10460.0	39.59	972.6
2023-06-01	241.66	5684.0	147.88	10622.5	39.30	1032.0
2023-07-03	243.33	5095.5	175.98	10717.0	42.20	1219.0
2023-08-01	268.50	6008.0	212.00	11785.0	45.35	1364.6
2023-09-01	265.00	6819.0	202.00	11824.0	44.01	1431.6
2023-10-02	258.98	6720.0	209.96	11181.0	40.81	1390.0
2023-11-01	269.68	7240.0	189.16	11472.5	39.25	1351.0
2023-12-01	273.97	7175.5	171.26	10971.5	36.51	1257.0
2024-01-03	274.56	6803.5	180.94	10830.0	35.75	1427.0
2024-02-01	276.86	7093.5	204.58	11373.0	38.92	1672.0
2024-03-01	295.38	7463.5	205.92	11005.0	39.06	1671.2
2024-04-01	300.43	7665.0	218.86	12450.0	48.63	1857.4
2024-05-02	307.37	8104.5	242.00	13301.0	50.66	1904.2
2024-06-03	310.95	7252.0	193.56	12556.5	53.68	1840.2
2024-07-01	327.10	7326.0	181.00	12185.0	61.20	1577.2
2024-08-01	287.21	6687.0	164.42	12850.0	53.72	1411.0
2024-09-02	244.31	6115.0	127.66	11539.0	44.75	1172.0
2024-10-01	266.29	6969.0	141.80	13539.0	54.03	1272.0
2024-11-01	238.03	6844.5	120.20	15164.0	54.97	1103.2
2024-12-02	235.17	6810.0	124.68	14430.0	50.51	1142.8
2025-01-03	272.25	7122.0	144.54	14095.0	58.13	1288.6
2025-02-03	279.55	7170.0	140.10	17359.5	63.96	1192.4
2025-03-03	305.50	7341.5	156.58	19159.0	73.98	1325.4
2025-04-01	303.24	6905.0	140.24	1783.0	66.02	1137.0

Рисунок 1 – Данные изменения цен акций с сайта Московской Биржи

На основании собранных данных проводится формирование инвестиционных портфелей согласно теории Марковица, вычисляется граница эффективности и рассчитывается эффективный портфель с максимальным коэффициентом Шарпа.

В Google Colaboratory на программном языке Python с использованием библиотек SciPy, Matplotlib, NumPy, Pandas были смоделированы 50000 инвестиционных портфелей с различным уровнем риска и доходности, для инвестиций на сумму 500000 рублей. С помощью коэффициента Шарпа был вычислен портфель с максимальной эффективностью.

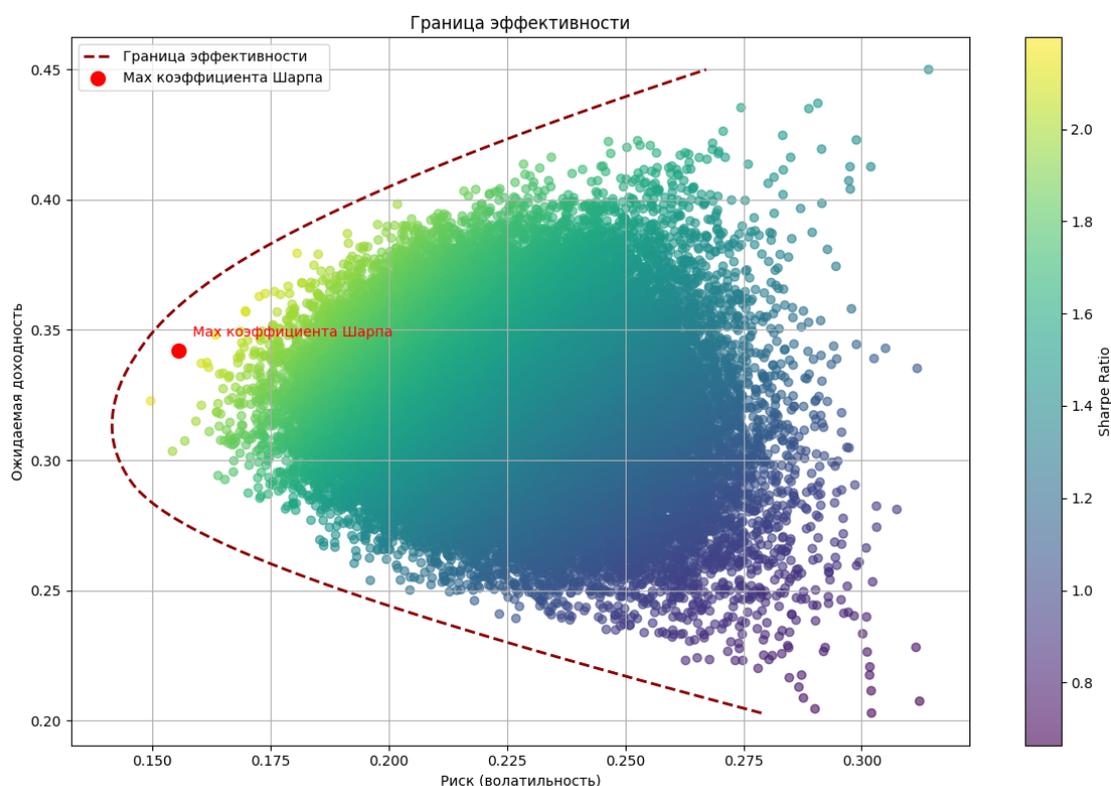


Рисунок 2 – Вывод графика сформированных портфелей и границы эффективности

Также были рассчитаны доли активов в портфеле, общая сумма необходимых инвестиций, ожидаемая доходность, риск портфеля и коэффициент Шарпа.

```

Просмотр загруженных данных:
СБЕР  Лукойл  НЛМК  Полюс  Аэрофлот  Северсталь  \
Дата
2023-01-03  141.78  4123.5  114.36  790.4  24.64  897.6
2023-02-01  158.29  3955.5  118.96  972.0  28.01  976.6
2023-03-01  170.53  4056.0  127.98  894.0  28.35  1060.4
2023-04-03  216.09  4473.5  133.04  960.0  32.03  1053.0
2023-05-02  242.62  4581.0  133.34  1046.0  39.59  972.6

Золото к рублю
Дата
2023-01-03  4150.0
2023-02-01  4339.9
2023-03-01  4406.1
2023-04-03  5022.0
2023-05-02  5198.7

Годовая доходность:
СБЕР  0.3836
Лукойл  0.2712
НЛМК  0.1688
Полюс  0.4122
Аэрофлот  0.5147
Северсталь  0.1677
Золото к рублю  0.3311
dtype: float64

Оптимальный портфель по количеству активов:
Кол-во инвестиций, шт  Стоимость 1 инвестиции, руб.  \
СБЕР  288.0  303.24
Лукойл  10.0  6905.00
НЛМК  84.0  140.24
Полюс  18.0  1783.00
Аэрофлот  495.0  66.02
Северсталь  8.0  1137.00
Золото к рублю  30.0  8415.00

Вложение в инвестиции, руб.  Доля
СБЕР  87333.12  0.18
Лукойл  69050.00  0.14
НЛМК  11780.16  0.02
Полюс  32094.00  0.06
Аэрофлот  32679.90  0.07
Северсталь  9096.00  0.02
Золото к рублю  252450.00  0.51

Общая сумма инвестиций: 494483.18 руб.
Ожидаемая доходность портфеля: 34.21%
Риск (волатильность): 15.56%
Коэффициент Шарпа: 2.2

```

Рисунок 3 – Результаты расчета программного кода

В результате проведенного моделирования и оптимизации на основе теории Марковица, был сформирован эффективный инвестиционный портфель, характеризующийся следующими параметрами:

Структура портфеля:

- Акции СБЕР (Сбербанк): 18%;
- Акции Лукойл (LUKOIL): 14%;
- Акции НЛМК (Новолипецкий металлургический комбинат): 2%;
- Акции Полюс (Polyus): 6%;
- Акции Аэрофлот (Aeroflot): 7%;
- Акции Северсталь (Severstal): 2%;
- Покупка золота (Gold): 51%

Сумма инвестиций, необходимая для формирования портфеля, составила 494483,18 рублей.

Ожидаемая доходность портфеля составляет 34,21%.

Ожидаемый риск, измеренный как стандартное отклонение доходности, составляет 15,56%.

Коэффициент Шарпа составил 2.2, что является отличным показателем эффективности сформированного портфеля.

В пятом разделе приводятся рекомендации по управлению сформированным инвестиционным портфелем, а также рассматриваются направления дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях динамичного и нестабильного финансового рынка формирование эффективного инвестиционного портфеля становится неотъемлемым элементом рационального инвестирования.

В ходе выполнения настоящего исследования была рассмотрена теория портфельного инвестирования, включая принципы диверсификации, оценки доходности и риска, а также применения модели Г. Марковица в сочетании с коэффициентом Шарпа.

Практическая часть работы была направлена на формирование эффективного инвестиционного портфеля, с помощью алгоритма созданном на программном языке Python.

Были собраны и проанализированы рыночные данные по ценным бумагам ведущих российских компаний, входящих в перечень «Голубых фишек» Московской биржи, за период с января 2023 по апрель 2025 года. На основе полученных данных был реализован алгоритм формирования инвестиционного портфеля с применением языка программирования Python и его библиотек. В результате был сформирован самый эффективный портфель с наилучшим соотношением доходности к риску.

Разработанная методика и программная реализация демонстрируют практическую применимость в условиях российского фондового рынка. Работа показала, что использование моделей оптимизации и количественного анализа существенно повышает эффективность управления инвестициями и позволяет принимать обоснованные решения на основе объективных данных.

Проведённое исследование позволило получить целостное представление о процессе формирования эффективного инвестиционного портфеля в условиях современного российского финансового рынка.

Полученные результаты могут быть использованы как частными, так и институциональными инвесторами при принятии инвестиционных решений. В целом, проведённое исследование подтвердило значимость научного подхода к формированию эффективного инвестиционного портфеля и

позволило получить конкретные рекомендации по оптимальному распределению капитала.

Программные коды приводятся в **приложениях А, Б.**