

УДК 330.322

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ: ПРЕИМУЩЕСТВА, ОГРАНИЧЕНИЯ
И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Набиева Д.И.¹

магистрант,

Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти»,

Альметьевск, Россия

Аннотация

Статья посвящена анализу научно обоснованных методов формирования инвестиционных программ. Цель исследования – выявить ключевые характеристики методов оптимизации, области их применения и ограничения для обоснования выбора в конкретных условиях. Проведен обзор методов пространственной и временной оптимизации, линейного и многокритериального программирования, а также статистического моделирования (Монте-Карло). Для каждого метода определены преимущества и недостатки. Сделан вывод об отсутствии универсального подхода: выбор инструментария зависит от специфики задачи, таких как характер ограничений, делимость проектов и уровень неопределенности. На практике наиболее эффективно комбинирование методов. Материалы статьи могут быть использованы в корпоративном финансовом менеджменте, государственном и региональном инвестиционном планировании, а также в образовательном процессе при подготовке специалистов в области экономики и финансов. Перспективным направлением

¹ **Научный руководитель:** Закирова Ч.С., кандидат экономических наук, доцент
Zakirova Ch.S., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

дальнейших исследований является разработка интегрированных моделей, сочетающих рассмотренные методы для принятия инвестиционных решений в условиях динамичной рыночной среды.

Ключевые слова: инвестиционная программа, методы оптимизации, пространственная оптимизация, временная оптимизация, многокритериальная оптимизация, метод Монте-Карло, формирование портфеля проектов, оценка эффективности инвестиций.

COMPARATIVE ANALYSIS OF INVESTMENT PROGRAM OPTIMIZATION METHODS: ADVANTAGES, LIMITATIONS AND SCOPE OF APPLICATION

Nabieva D.I.

Master's student,

Almetyevsk State Technological University «Higher School of Petroleum»,

Almetyevsk, Russia

Abstract

The article is devoted to the analysis of scientifically based methods of forming investment programs. The purpose of the study is to identify the key characteristics of optimization methods, their application areas and limitations to justify the choice in specific conditions. The methods of spatial and temporal optimization, linear and multi-criteria programming, as well as statistical modeling (Monte Carlo) are reviewed. Advantages and disadvantages are defined for each method. It is concluded that there is no universal approach: the choice of tools depends on the specifics of the task, such as the nature of constraints, the divisibility of projects and the level of uncertainty. In practice, combining methods is most effective. The materials of the article can be used in corporate financial management, state and regional investment planning, as well as in the educational process when training specialists in economics and finance. A promising area of further research is the development of integrated models that

combine the considered methods for making investment decisions in a dynamic market environment.

Keywords: investment program, optimization methods, spatial optimization, temporal optimization, multi-criteria optimization, Monte Carlo method, project portfolio formation, investment efficiency assessment.

Эффективное распределение ограниченных финансовых ресурсов является одной из ключевых задач управления в современных экономических условиях. Формирование инвестиционной программы представляет собой сложный, многоэтапный процесс, требующий научного обоснования и применения адекватных методов оптимизации. От качества данного процесса напрямую зависит достижение стратегических целей компании, региона или государства в установленные сроки и при соблюдении заданных ограничений.

Актуальность темы обусловлена растущей изменчивостью рыночной конъюнктуры, ужесточением конкуренции и дефицитом доступных для инвестирования средств. В этих условиях простое ранжирование проектов по одному критерию, например, доходности, оказывается недостаточным. Необходим комплексный подход, учитывающий множество факторов: бюджетные лимиты, временной горизонт, взаимовлияние проектов, неопределенность и риски, а также часто противоречащие друг другу критерии эффективности.

Несмотря на наличие широкого спектра методов оптимизации – от классических подходов, таких как пространственная и временная оптимизация, до сложных моделей линейного программирования и многокритериального анализа – на практике часто возникает проблема выбора наиболее подходящего инструментария. Существующие методы обладают различной гибкостью, требованиями к исходным данным и областью применения.

Целью исследования является систематизация, сравнительный анализ и Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

оценка применимости основных методов формирования инвестиционных программ для выявления условий их эффективного использования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: раскрыть сущность и алгоритмы ключевых методов оптимизации инвестиционных программ; выявить и классифицировать их основные преимущества и ограничения; провести сравнительный анализ областей применения рассмотренных методов; сформулировать практические рекомендации по их выбору и комбинированию в зависимости от специфики инвестиционной задачи.

Перейдем к последовательному анализу ключевых методов формирования инвестиционных программ:

1. Метод пространственной оптимизации. Данный метод применяется в условиях, когда общий объем доступных финансовых ресурсов в заданный период ограничен, а совокупные инвестиционные потребности независимых проектов превышают этот лимит. Цель метода – сформировать портфель инвестиций, обеспечивающий максимальный прирост капитала.

Ключевое условие метода – делимость проектов, то есть возможность финансирования не только целого проекта, но и его части. Алгоритм решения включает:

- 1) расчет индекса рентабельности (PI) для каждого проекта;
- 2) ранжирование проектов по убыванию PI;

3) последовательное включение в портфель проектов с наивысшим PI до исчерпания бюджета, причем последний проект может быть взят в частичном объеме [4].

В таблице 1 представлены основные преимущества и недостатки метода пространственной оптимизации.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки метода пространственной оптимизации

Критерий	Преимущества	Недостатки
Гибкость	Позволяет включать части проектов, повышая эффективность использования ресурсов	Неприменима для неделимых проектов (требует 100% финансирования)
Оптимальность	Обеспечивает максимизацию доходности на единицу затрат	Не учитывает синергию между проектами (из-за предположения о независимости)
Простота расчета	Прозрачный алгоритм ранжирования на основе PI	Игнорирует временную стоимость денег, если PI рассчитан без дисконтирования
Ограничения	Эффективна при строгом бюджетном ограничении	Чувствительна к точности прогнозирования денежных потоков и затрат

Источник: разработано автором.

2. Метод временной оптимизации. Временная оптимизация – это метод распределения инвестиционных проектов в условиях ограниченного бюджета. Ее ключевые принципы:

- 1) объем финансовых средств, выделяемых на инвестиции в текущем году, фиксирован;
- 2) существует несколько независимых проектов, которые невозможно реализовать одновременно из-за бюджетных ограничений, но их исполнение можно перенести на будущие периоды;
- 3) необходимо выбрать оптимальную стратегию распределения проектов по годам.

Методика оптимизации основывается на расчете специального индекса для каждого проекта, отражающего относительное снижение чистой приведенной стоимости (NPV) в случае его отсрочки на год. Проекты с наименьшими значениями данного индекса являются наименее выгодными для немедленной реализации, поэтому их можно отложить [2].

В таблице 2 представлены основные преимущества и недостатки метода временной оптимизации.

Таблица 2 – Преимущества и недостатки метода временной оптимизации

Преимущества	Недостатки
Позволяет эффективно распределять ограниченные финансовые ресурсы	Требует точных расчетов NPV и индексов потерь для каждого проекта
Минимизирует потери от отсрочки реализации проектов	Не учитывает возможные изменения внешних условий (инфляция, рыночные риски)
Упрощает принятие решений за счет количественных критерииев	Может игнорировать стратегические факторы (например, конкуренцию)
Гибкость в планировании инвестиций на несколько лет	Зависит от корректности исходных данных (оценки денежных потоков)
Позволяет отложить наименее выгодные проекты без критических потерь	Не всегда применима для проектов с жесткими сроками реализации

Источник: разработано автором.

3. Метод линейного программирования. Линейное программирование (ЛП) – это математический метод оптимизации, при котором целевая функция и ограничения являются линейными, а переменные могут быть непрерывными или целочисленными (в случае целочисленного ЛП).

Основными компонентами модели ЛП являются:

1) целевая функция – линейная функция, которую нужно максимизировать или минимизировать (например, максимизация NPV или минимизация затрат):

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max/\min; \quad (1)$$

2) ограничения – линейные уравнения или неравенства, задающие условия задачи:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ \dots \\ x_i \geq 0 \text{ (условие неотрицательности)} \end{cases} \quad (2)$$

3) переменные (x_1, x_2, \dots, x_n) – искомые величины (например, доля инвестиций в проект) [5, 6-11].

В таблице 3 представлены основные преимущества и недостатки метода линейного программирования.

Таблица 3 – Преимущества и недостатки метода линейного программирования

Критерий	Преимущества	Недостатки
Точность решения	Находит глобальный оптимум (если он существует)	Только для линейных зависимостей, не подходит для нелинейных задач
Гибкость ограничений	Позволяет учитывать множество условий (бюджет, ресурсы, взаимозависимости)	Сложность моделирования качественных факторов (например, репутационные риски)
Скорость вычислений	Эффективные алгоритмы (симплекс-метод) для задач средней размерности	Для больших задач (тысячи переменных) может требовать значительных ресурсов
Интерпретация результатов	Четкие количественные выводы (сколько вложить в каждый проект)	Не учитывает неопределенность (нужно комбинировать с Монте-Карло)
Применимость	Широко используется в финансах, логистике, производстве	Не работает, если целевая функция или ограничения нелинейные

Источник: разработано автором.

4. Методы многокритериальной оптимизации. Многокритериальная оптимизация применяется, когда необходимо учитывать несколько противоречивых целей (например, максимизация NPV и минимизация риска). В отличие от однокритериальных задач, здесь нет единственного оптимального решения – вместо этого ищутся компромиссные варианты. Рассмотрим основные методы многокритериальной оптимизации:

1) метод взвешенных сумм – каждому критерию присваивается вес, и целевая функция становится линейной комбинацией всех критериев:

$$F = w_1 * f_1(x) + w_2 * f_2(x) + \dots + w_n * f_n(x); \quad (3)$$

2) метод Парето-оптимальности – находится множество решений, где улучшение одного критерия возможно только за счет ухудшения другого;

3) метод аналитической иерархии (АHP) – критерии и альтернативы сравниваются попарно по шкале относительной важности (например, 1-9). На основе матриц сравнений вычисляются веса;

4) метод ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) – решения

сравниваются на основе отношения предпочтения с учетом порогов согласия и несогласия;

5) метод TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) – решения ранжируются по близости к идеальному решению (максимум по всем критериям) и удаленности от худшего решения [1].

В таблице 4 представлены основные преимущества и недостатки методов многокритериальной оптимизации.

Таблица 4 – Преимущества и недостатки методов многокритериальной оптимизации

Метод	Преимущества	Недостатки
Взвешенные суммы	Простота, совместимость с линейным программированием	Субъективность весов, пропуск части Парето-решений
Парето-оптимальность	Объективность, выявление всех компромиссов	Большое количество решений, требуется дополнительный выбор
AHP	Учет качественных критериев, удобство для экспертных оценок	Риск несогласованности матриц, субъективность
ELECTRE	Устойчивость к неточностям, работа с нечеткими данными	Сложность настройки параметров (пороги согласия/несогласия)
TOPSIS	Интуитивная интерпретация (близость к идеалу), устойчивость	Зависит от нормализации данных

Источник: разработано автором.

5. Метод Монте-Карло – это численный метод статистического моделирования, используемый для оценки неопределенности в сложных системах путем генерации множества случайных сценариев. Он применяется в финансах, инвестиционном анализе, риск-менеджменте и других областях, где важно учитывать вероятностные факторы.

Рассмотрим принцип работы метода Монте-Карло:

1) определение входных параметров:

– выделяются ключевые переменные (например, цена сырья, спрос,

процентные ставки);

– для каждой переменной задается распределение вероятностей (нормальное, логнормальное, равномерное и др.);

2) генерация случайных сценариев:

– компьютер проводит тысячи/миллионы итераций, случайным образом выбирая значения переменных в соответствии с их распределением;

3) расчет выходных показателей:

– для каждого сценария вычисляется целевой показатель (например, NPV, IRR, срок окупаемости);

4) анализ результатов:

– строится гистограмма распределения результатов;
– определяются среднее значение, стандартное отклонение (риск), вероятность достижения цели (например, $P(NPV > 0)$).

Рассматриваемый метод подходит в том случае, если:

– проект обладает высокой неопределенностью (стартапы, сырьевые рынки);
– важно оценить вероятность рисков (например, «каков шанс, что $NPV < 0?$ »);
– необходим комплексный анализ взаимозависимых параметров (например, цена + спрос + затраты) [3].

В таблице 5 представлены основные преимущества и недостатки метода Монте-Карло.

Таблица 5 – Преимущества и недостатки метода Монте-Карло

Критерий	Преимущества	Недостатки
Учет неопределенности	Позволяет моделировать сложные распределения рисков	Требует точных данных о распределении входных переменных
Гибкость	Может применяться для нелинейных и многопараметрических моделей	Вычислительно затратен при большом числе итераций
Наглядность	Визуализация результатов (гистограммы, доверительные	Интерпретация требует статистической грамотности

	интервалы)	
Совместимость	Легко комбинируется с DCF, реальными опционами, стресс-тестами	Не дает точного ответа, только вероятностную оценку
Применимость	Используется в финансах, управлении проектами, страховании, науке и т.д.	Сложность настройки для редких событий (например, пандемия)

Источник: разработано автором.

Проведенное исследование позволило достичь поставленной цели и систематизировать ключевые научно обоснованные методы формирования инвестиционных программ. В ходе работы был осуществлен сравнительный анализ подходов к оптимизации инвестиционного портфеля, выявлены их ключевые характеристики, области применения и ограничения.

Научная и практическая значимость работы состоит в создании структурированного руководства для исследователей и практиков по выбору адекватного метода формирования инвестиционной программы. Основной вывод заключается в том, что универсального оптимизационного метода не существует. Выбор конкретного инструмента или их комбинации должен осуществляться на основе диагностики конкретной ситуации с учетом таких факторов, как характер бюджетных и временных ограничений, делимость проектов, количество и противоречивость критериев эффективности, а также уровень неопределенности исходных данных. Перспективой дальнейших исследований является разработка интегрированных моделей, гибко сочетающих рассмотренные методы для принятия корректных инвестиционных решений в динамичной внешней среде.

Библиографический список:

1. Богданова, П. А. Обзор методов многокритериальной оптимизации в задачах принятия решений / П. А. Богданова, Д. М. Сахаров, Т. В. Васильева // Инновационные аспекты развития науки и техники. – 2021. – № 6. – С. 153-157
2. Временная оптимизация - Экономическая оценка инновационной деятельности фирмы [Электронный ресурс]. – Доступ: Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

https://studwood.net/1983182/ekonomika/vremennaya_optimizatsiya#326 (дата обращения: 12.11.2025)

3. Моделирование Монте-Карло [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://gant bpm.ru/topics/modelirovanie-monte-karlo/> (дата обращения: 13.11.2025)

4. Пространственная оптимизация - Экономическая оценка инновационной деятельности фирмы [Электронный ресурс]. – Доступ: https://studwood.net/1983181/ekonomika/prostranstvennaya_optimizatsiya (дата обращения: 09.11.2025)

5. Шевченко, А. С. Линейное программирование : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» / А. С. Шевченко ; Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2021. – 150 с.

Оригинальность 80%