

УДК 338.46

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.28.1.022](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.28.1.022)

Возможности применения методов оптимизации в управлении портфелями проектов

А.В. Шаповалов¹, А.П. Преображенский¹, О.Н. Чопоров²

¹Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия

²Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

Резюме: В работе рассматриваются задачи, связанные с оптимизацией управления проектами в организациях. Актуальность подобных задач обусловлена тем, что при формировании портфелей инвесторов необходимо обеспечивать удовлетворение характеристик проектов определенным условиям. Конкурентоспособность организаций обеспечивается за счет того, что выбор проектов базируется на соответствующих подходах, при этом среди таких подходов должно наблюдаться методологическое единство. Несогласованность по отдельным проектам, их потребностям, приоритетам могут обусловить нарушение нормальных режимов работы компании, что часто ведет к срыву большого числа проектов. Необходимо расставлять требуемые приоритеты по всей организации и учитывать движение и распределение всех ресурсов. Подобные проблемы могут быть успешным способом решены в рамках управления портфелем проектов - набором проектов, которые могут быть не связаны технологическим образом и реализуемые организациями, чтобы были достигнуты её стратегические цели. В данной работе дан анализ существующих подходов при управлении проектами, портфелями, продемонстрированы возможности применения методов линейной оптимизации. На основе метода линейного целочисленного программирования решена задача выбора проектов, дающих наибольшую финансовую выгоду для компании. На основе метода целевого целочисленного программирования при добавлении дополнительных условий в рамках нескольких сценариев показано, какие проекты могут быть выбраны с учетом того, что риск не превышает заданного значения. Предлагаемый в работе подход может быть полезен в различных организациях в ходе определения лучших портфелей проектов.

Ключевые слова: портфель проектов, организация, оптимизация, критерий, управление, линейное программирование.

Для цитирования: Шаповалов А.В., Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Возможности применения методов оптимизации в управлении портфелями проектов. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(1). Доступно по: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/ShapovalovSoavtors_1_20_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.022

The opportunities of application of optimization methods in project portfolio management

A.V. Shapovalov¹, A.P. Preobrazhenskiy¹, O.N. Choporov²

¹ Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russian Federation

² Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation

Abstract: The paper discusses problems associated with optimization of project management in organizations. The relevance of this task stems from the fact that the formation of investors' portfolios is necessary to ensure the satisfaction of characteristics of projects with certain conditions. Competitiveness of organizations is due to the fact that the choice of projects is based on relevant approaches, among such approaches, there should be methodological unity. The lack of coordination on individual projects, their needs, priorities could result in a disruption of the normal modes of operation

of the company, which often leads to the disruption of a large number of projects. You need to set the required priorities across the organization and consider the movement and distribution of all resources. Such problems can be a successful method solved in the framework of project portfolio management - a set of projects that may not be a technological way and implemented by the organizations to achieve its strategic goals. In this work the analysis of existing approaches in the management of projects, portfolios, demonstrated the possibility of application of methods of linear optimization. Based on the method of linear integer programming solved the problem of the selection of projects yielding the greatest financial benefit for the company. On the basis of the target integer programming when adding additional conditions under several scenarios show which projects may be selected taking into account the fact that the risk does not exceed a predetermined value. The approach may be useful in a variety of organizations in the course of determining the best portfolio.

Keywords: project portfolio, management, optimization, criteria, management, linear programming.

For citation: Shapovalov A.V., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N. Opportunities of application of optimization methods in project portfolio management. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2020;8(1). Available from: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/ShapovalovSoavtors_1_20_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.022 (In Russ).

Введение

Выбор проекта - это процесс принятия решения, который может быть реализован методов математического моделирования и оптимизации.

Процессы, основанные на количественных и качественных критериях, используются при принятии решений для обоснования инвестиционного бюджета и распределения ресурсов [1, 2].

Однако во многих случаях учитываются только финансовые критерии при выборе проекта. В других случаях процесс принятия решений основывается на опыте и интуиции лица, принимающего решения, и обычно решение, полученное в результате этих методов, является весьма спорным [3, 4].

На практике необходимо учитывать, что существуют противоречия среди потребностей отдельных проектов и портфелей проектов. При этом должны быть достигнуты соответствующие стратегические цели организации. Этому руководство компании должно уделять большое внимание. Важно распределять приоритеты среди проектов, они должны быть доведены до всех руководителей и исполнителей [5, 6].

Целью данной статьи является разработка алгоритма оптимизации портфеля проектов на основе анализа различных сценариев, с выбором лучшей альтернативы (портфеля) лицом, принимающими решения.

Основные понятия, рассматриваемые в портфельном управлении

Проведем анализ понятий и терминов, которые активно используются в портфельном управлении:

1) Стратегическое видение. Стратегическим видением компании является представление и формулирование стратегического будущего компании с точки зрения конкуренции, бизнеса, деятельности и вариантов развития. Как правило, он включается в документ или заявление, благодаря этому все менеджеры компании могут придерживаться единого взгляда на компанию и принимать решения в соответствии с общими принципами и миссией компании.

2) Миссия предприятия - главная движущая сила компании и ее цель в отношении ее акционеров, партнеров и клиентов. Это относится к понятиям общих

руководящих принципов компании, ее предприятий, профессионального членства и идентичности. Миссия компании (или корпоративная миссия) отличается от видения тем, что первое является причиной, а второе - следствием;

Миссия - это то, что должно быть выполнено, в то время как видение - это то, что должно быть достигнуто для этого достижения. Несколько факторов могут быть приняты во внимание в заявлении о миссии, в частности:

- его намерения в среднесрочной и долгосрочной перспективе,
- выбор его предприятий и видов деятельности (целевые продукты и рынки),
- желаемое позиционирование (положение на рынке и картина),
- его выбор развития (пути развития и модели роста),
- его основные требования и ограничения (рост, прибыльность ...)
- его культурные ценности.

Таким образом, миссия состоит в том, чтобы в нескольких строках определить видение компании, что это такое, что она делает и что она хочет делать в будущем.

3) Корпоративная стратегия. Корпоративная стратегия - это воплощение в жизнь видения компании. Это набор решений и действий, которые определяют, в долгосрочной перспективе, миссию, профессии и деловые операции, а также его организационную и функциональную структуру. Стратегия, используемая для отслеживания дорожной карты по времени (3-5 лет) и пространству (охватываемые рынки и клиенты) по существующим ресурсам (финансовая нематериальность организационно-технической базы) и новым распределениям в соответствии с изменениями среды. Поэтому стратегия заключается в выборе профессий и видов деятельности, для которых компания может поддерживать и развивать устойчивые конкурентные преимущества в окружающей среде.

4) Выбор портфеля проектов. Определим портфель проектов как «набор проектов или программ и других операций, которые сгруппированы для содействия эффективному управлению этой работой в достижении стратегических целей». Таким образом, портфель проектов является эффективным представлением стратегических бизнес-целей. Поэтому, чтобы успешно управлять портфелем проектов, мы должны выбрать проекты для реализации. Следовательно, процесс отбора проектов очень важен. Выбор портфеля проектов - это процесс, который включает оценку набора действительных проектов, которые достигают определенных стратегических целей. Этот процесс должен выполняться на периодической основе, чтобы гарантировать, что выбранные проекты удовлетворяют ограничения ресурсов организации и внешние ограничения [7, 8] (регулирование рынка, законы и другие). Это предполагает решение проблемы выбора портфеля проектов. Для этого существует несколько методов: числовые и нечисловые методы, методы линейной и нелинейной оптимизации для одноцелевых и многоцелевых задач [9]. Компания выбирает наиболее подходящую модель, которая наилучшим образом отражает ее уровень зрелости.

Основные характеристики линейной оптимизации

С точки зрения постановки задача линейной оптимизации связана с минимизацией (или максимизацией) линейной функции на выпуклом многограннике. Функция, которая минимизируется (или максимизируется), и ограничения могут быть описаны линейными функциями.

Методы линейной оптимизации могут использоваться в нескольких областях, включая, главным образом, в области управления [10, 11].

В области управления проектами были использованы несколько методов линейной оптимизации:

- Целочисленное линейное программирование (ЦЛП) [12]. Многие проблемы операционного исследования могут быть выражены в виде задач линейной оптимизации. Эти проблемы также появляются как подзадачи в алгоритмах, предназначенных для решения более сложных проблем. В некоторых задачах линейной оптимизации требуется, кроме переменных, которые принимают только целочисленные значения (так называемые ограничения целостности) или даже значения 0 или 1.

- Целевое программирование использовалось для планирования проектов, которые решают несколько задач: минимизировать время выполнения, соблюдать сроки и минимизировать используемые ресурсы. Целевое программирование (ЦП) - это отрасль комбинаторной оптимизации, специфика которой состоит в том, чтобы попытаться оптимизировать несколько целей одновременно для одной и той же задачи (по сравнению с одной целью в линейной оптимизации и ЦЛП). Идея этого метода была в подходе для решения линейной задачи решения с несколькими целевыми функциями. Этот метод был расширен для решения нелинейных задач. Данный метод использовался в нескольких теоретических и практических работах, основанных на следующих предположениях:

предварительно назначать веса (или приоритеты) для целей или целевые группы; установить значения положительных и отрицательных отклонений; минимизировать взвешенную сумму этих отклонений.

Следующей ступенью ЛО стало линейное программирование [13]. Задача целочисленного линейного программирования не является задачей линейной оптимизации в том смысле, что ее допустимая область - это не многогранник, а дискретный набор точек. Тем не менее, это может быть описано как проблема, которая создаёт дополнительные ограничения, в том, что некоторые переменные могут принимать только целочисленные значения.

- Линейное целевое программирование (ЛЦП) использовали для планирования оптимальных бюджетов инвестиционных проектов.

В области управления портфелем проектов методы математической оптимизации использовались главным образом для решения проблемы выбора проекта или выбора портфеля, который соответствует ранее определенным целям. Процесс выбора проекта может быть выполнен с использованием методов математической оптимизации.

- Целочисленное целевое программирование (ЦЦП). Данный метод основан на предыдущих методах оптимизации и предлагается к рассмотрению в данной статье. В методе программирования целочисленных целей применяется тот же принцип, за исключением области определения решения. Добавлены дополнительные ограничения на то, что переменные могут принимать только целочисленные значения или даже два значения 0 или 1, в зависимости от характера проблемы, и в этом случае это называется "0-1 целевое программирование".

Основная проблема линейной оптимизации заключается в максимизации или минимизации целевой функции при одновременном удовлетворении определенных ограничений. Формулировка задачи линейной оптимизации состоит в определении переменных решения, целевой функции и ограничений.

В работе представлены два варианта использования методов оптимизации, применяемых к проекту – управление портфелем:

ЦЛП, когда лицо, принимающее решение, фокусируется на цели,

ЦЦП, когда лицо, принимающее решение, рассматривает несколько целей.

Критерии отбора проектов

Приоритетность проектов в портфеле проектов - это классификация проектов в соответствии с соотношением затрат и выгод. Однако критерии, на которых основано это отношение, основаны не только на финансовых аспектах (издержках и выгодах), но также влияют на все усилия, направленные на успех проекта. Следует различать два типа затрат (прямые: ощутимые и косвенные: скрытые) и два типа выгод (прямые и скрытые). В Таблице 1 ниже приведены основные критерии отбора проектов в области управления портфелем проектов:

Таблица 1 – Сравнительный анализ затрат и выгод
 Table 1 - Comparative analysis of costs and benefits

<i>Прямые затраты</i>	<i>Прямые выгоды</i>
Цена, человеческие ресурсы, аппаратные ресурсы, риски (угрозы) и т.д.	прибыль, повышение конкурентоспособности, увеличение количества клиентов, увеличение доли рынка и т.д.
<i>Скрытые затраты</i>	<i>Скрытые выгоды</i>
Степень сложности, устойчивость к изменениям, срочность, ограничения и предположения, участие заинтересованных сторон и т.д.	укрепление репутации, улучшение внутренних процессов и т.д.

Использование метода ЛЦП

Представим решение задачи выбора проектов для портфеля на основе существующего метода линейного целочисленного программирования.

Компания ALPHA хочет выбрать один из восьми проектов, которые максимизируют его финансовую прибыль (прибыль в денежном выражении за вычетом стоимости капитала) при следующих условиях:

- Доступный бюджет составляет 300000,00 у.е.;
 - Проект 1 зависит от проекта 4: если один выбран, другой также должен быть;
 - Проекты 2 и 6 эквивалентны, если один выбран, другой не должен быть;
- Бюджет и преимущества каждого проекта представлены в Таблице 2 ниже:

Таблица 2 – Анализ бюджета и преимущества каждого проекта
 Table 2 - Analysis of the budget and the benefits of each project

Величин а	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5	Проект 6	Проект 7	Проект 8
Прибыль (у.е.)	160.00	210.00	110.00	300.00	3500.0	250.00	200.00	320.00
Бюджет (у.е.)	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.00	110.00
	0	0	0	0	0	0	0	0

Мы присваиваем каждому проекту i переменную решения X_i , определяемую как:

$$\begin{cases} X_i = 1; \text{ если проект выбран,} \\ X_i = 0; \text{ в противном случае.} \end{cases} \quad (1)$$

Целевая функция F - общая прибыль проектов; это можно описать следующим образом:

$$\text{Max } F = 16X_1 + 21X_2 + 11X_3 + 30X_4 + 35X_5 + 25X_6 + 20X_7 + 32X_8. \quad (2)$$

Ограничение доступного бюджета может быть представлено следующими отношениями:

$$4X_1 + 5X_2 + 6X_3 + 7X_4 + 8X_5 + 9X_6 + 10X_7 + 11X_8 \leq 30; \quad (3)$$

Ограничение зависимости проектов 1 и 4 может быть представлено следующими отношениями:

$$X_1 = X_4; \quad (4)$$

Отношение эквивалентности двух проектов 2 и 6 можно представить следующим образом:

$$X_2 + X_6 \leq 1; \quad (5)$$

Решение проблемы выбора проектов, которая максимизирует финансовую выгоду компании ALPHA, заключается в решении уравнений (1,2,3,4 и 5). Для этого воспользуемся методом целочисленного линейного программирования. Результат показан ниже в Таблице 3:

Таблица 3 – Результаты расчетов методом целочисленного линейного программирования
Table 3 - The results of calculations by the method of integer linear programming

Величина	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5	Проект 6	Проект 7	Проект 8	Результат
Прибыль (у.е.)	160.000	210.000	110.000	300.000	3500.00	250.000	200.000	320.000	F= 1.130.000
Бюджет (у.е.)	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.000	110.000	300.000
Проект выбран	1	1	1	1	1	0	0	0	

Принимая во внимание бюджетные ограничения и зависимость проектов, результат показывает, что:

- Проекты, которые принесут наибольшую финансовую выгоду для компании, являются пятью проектами: 1, 2, 3, 4 и 5.
 - Максимальная ожидаемая прибыль составляет: 1130000 у.е.
- Ограничения (уравнения 3, 4 и 5) являются удовлетворительными.

Применение метода ЦЦП

Представим решение задачи выбора проектов для портфеля на основе нового метода целевого целочисленного программирования.

Возьмем тот же пример выше и добавим еще три условия. Условия, рассматриваемые в этом случае:

1. Бюджет для проектов не должен превышать 300000,00 у.е.;
2. Финансовая прибыль выбранного портфельного проекта должна быть больше 1000000,00 у.е.;
3. Использование рабочей силы не должно превышать 50. Под значением человеческих ресурсов понимается некоторая величина, указывающая на степень влияния человека на процесс;
4. Сумма рисков, связанных с выбранным портфелем проектов, не должна превышать 10. Параметр рисков – коэффициент, указывающий на возможность финансовых убытков в следствие внешних и внутренних факторов. В данной

задаче риск измеряется от 0 до 10, таким образом ограничение позволяет убрать из портфеля заведомо убыточные проекты.

Может быть добавлено ограничение на срочность определенных проектов (Например, Проекты, имеющие высокую степень срочности, имеют приоритет);

В Таблице 4 ниже приведены значения, связанные с каждым проектом для каждого критерия:

Таблица 4 – Значения, связанные с каждым проектом для каждого критерия
Table 4 – Values, associated with each project for each criterion

Величина	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5	Проект 6	Проект 7	Проект 8	Всего	Вес а
Прибыль (у.е.)	160.00 0	210.00 0	110.00 0	300.00 0	3500.0 0	250.00 0	200.00 0	320.00 0	<= 300.000	40%
Бюджет (у.е.)	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.00 0	110.00 0	>= 1.000.00 0	30%
Человеческие ресурсы	5	8	7	10	9	8	7	6	<= 50	20%
Риски	3	0	4	4	2	2	1	5	<=10	10%
Уровень важности	2	3	2	2	3	4	1	1		

Переменные решения X_i указывают, выбран ли проект i или нет. Для каждой цели j связано значение G_j и вес P_j , обозначающие степень важности. Каждое возможное решение (набор выбранных проектов) имеет две возможные переменные отклонения, определенные следующим образом:

$V_p(j)$ = положительная разница между значением, полученным из выбранных проектов, и значением цели j .

$V_n(j)$ = отрицательная разница между значением, полученным из выбранных проектов, и значением цели j .

Целевая функция задачи является суммой отклонений от целей и может быть описана следующей формулой:

$$\text{Min } Z = \sum P_j \times V_j ; (j=1...4)$$

где $V_j = V_p(j)$, если она должна минимизировать цель j (\leq), и $V_j = V_n(j)$, если она должна максимизировать цель j (\geq). В нашем случае целевая функция описывается следующим образом:

$$\text{Min } Z = 0,4V_{p1} + 0,3V_{n2} + 0,1V_{p3} + 0,2V_{p4}; (6)$$

Уравнение связано с каждой целью:

$$C_{ji} X_i + V_p(j) - V_n(j) = G_j; (7)$$

Здесь C_{ij} вклад проекта i в цель j , а G_j - ценность цели j . Ограничения, связанные с этой проблемой, могут быть описаны следующими функциями:

$$4X_1 + 5X_2 + 6X_3 + 7X_4 + 8X_5 + 9X_6 + 10X_7 + 11X_8 \leq 30; (8)$$

$$16X_1 + 21X_2 + 11X_3 + 30X_4 + 35X_5 + 25X_6 + 20X_7 + 32X_8 \geq 100; (9)$$

$$5X_1 + 8X_2 + 7X_3 + 10X_4 + 9X_5 + 8X_6 + 7X_7 + 6X_8 \leq 50; (10)$$

$$3X_1 + 4X_3 + 4X_4 + 2X_5 + 2X_6 + X_7 + 5X_8 \leq 10; (11)$$

Применяя формулу (7), уравнения, относящиеся к целям:

$$G1: 4X_1 + 5X_2 + 6X_3 + 7X_4 + 8X_5 + 9X_6 + 10X_7 + 11X_8 + V_{p1} - V_{n1} = 30; (12)$$

$$G2: 16X_1 + 21X_2 + 11X_3 + 30X_4 + 35X_5 + 25X_6 + 20X_7 + 32X_8 + V_{p2} - V_{n2} = 100; (13)$$

$$G3: 5X_1 + 8X_2 + 7X_3 + 10X_4 + 9X_5 + 8X_6 + 7X_7 + 6X_8 + V_{p3} - V_{n3} = 50; (14)$$

$$G4: 3X_1 + 4X_3 + 4X_4 + 2X_5 + 2X_6 + X_7 + 5X_8 + V_{p4} - V_{n4} = 10; (15)$$

Таблица 7 – Результаты по сценарию 2

Table 7 - Scenario 2 Results

Величина	Проек т 1	Проек т 2	Проек т 3	Проек т 4	Проек т 5	Проек т 6	Проек т 7	Проек т 8
Прибыль (у.е.)	160.000	210.000	110.000	300.000	3500.00	250.000	200.000	320.000
Бюджет (у.е.)	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.000	110.000
Человечески е ресурсы	5	8	7	10	9	8	7	6
Риски	3	0	4	4	2	2	1	5
Уровень важности	2	3	2	2	3	4	1	1
Выбор проекта	0	0	1	1	0	1	1	0
Min Z = 0,4V_{p1} + 0,3V_{n2} + 0,1V_{p3} + 0,2V_{p4} 1,8								

Минимальное отклонение сценария 2:

Таблица 8 – Минимальное отклонение сценария 2

Table 8 - Minimum Deviation of Scenario 2

Отношение	Веса	V _p	V _n
<=	0,4	0	20000
=>	0,3	140000	0
<=	0,2	18	0
=>	0,1	0	1

Анализ по сценарию 2 дает:

– Проекты, которые будут выбраны: 3,4, 6 и 7

– Минимальное полученное отклонение: $\text{Min } Z = 0,4V_{p1} + 0,3V_{n2} + 0,1V_{p3} + 0,2V_{p4} = 1,8$

– Значения отклонения по объективу являются:

- Общий бюджет будет ниже, чем целевое значение в 20 000 у.е.,
- Общая прибыль будет выше, чем целевая цель в 140 000 у.е.,
- Использование рабочей силы будет выше, чем целевое значение 18,
- риск будет меньше допустимого значения 1

Проанализируем сценарий 3:

Рассматриваются следующие дополнительные ограничения:

- Проекты, которые имеют значительную степень важности, более важны: проект 5 будет выбран.

Таблица 9 – Результаты по сценарию 3
Table 9 - Scenario 3 Results

Величина	Проек т 1	Проек т 2	Проек т 3	Проек т 4	Проек т 5	Проек т 6	Проек т 7	Проек т 8
Прибыль (у.е.)	160.00 0	210.00 0	110.00 0	300.00 0	3500.0 0	250.00 0	200.00 0	320.00 0
Бюджет (у.е.)	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.00 0	110.00 0
Человечески е ресурсы	5	8	7	10	9	8	7	6
Риски	3	0	4	4	2	2	1	5
Уровень важности	2	3	2	2	3	4	1	1
Выбор проекта	0	0	1	0	1	1	1	0
Min Z=0,4V_{p1} + 0,3V_{n2} + 0,1V_{p3} + 0,2V_{p4} 2,1								

Минимальное отклонение сценария 3:

Таблица 10 -Минимальное отклонение сценария 3
Table 10 - Minimum Deviation of Scenario 3

Отношение	Веса	V _p	V _n
<=	0,4	0	30000
=>	0,3	90000	0
<=	0,2	19	0
=>	0,1	1	0

Анализ по сценарию 3 дает:

- Проекты, которые будут выбраны: 3, 5, 6 и 7
- Минимальное полученное отклонение: Min Z = 2.1
- Значения цели отклонения:
 - Общая прибыль превысит целевую цель 90000 у.е.
 - Использование рабочей силы превысит целевую цель 19
 - Риск больше, чем допустимое значение 2.

В Таблице 11 приведены лучшие альтернативные портфели проектов на выбор:

Таблица 11 - Лучшие альтернативные портфели проектов на выбор

Table 11 - The best alternative project portfolios to choose from

Сценарий	Выбранные проекты	Бюджет \leq 300.000	Выгода \geq 1.000.000	ЧР \leq 50	Риски \leq 10	Общее отклонение
		Отклонение	Отклонение	Отклонение	Отклонение	
1	P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₇	-20000	+20000	+13	-2	1,3
2	P ₃ , P ₄ , P ₆ , P ₇	-20000	+140000	+18	-1	1,8
3	P ₃ , P ₅ , P ₆ , P ₇	-30000	+90000	+19	+2	2,1

Заключение

В работе проведен анализ возможностей использования методов математического моделирования и оптимизации в сфере управления проектами, а именно, при выборе проектов. Основным преимуществом методов ЛЦП и ЦЦП можно считать объективность и точность результатов, которые они предоставляют лицам, принимающим решения. Тем не менее, в сочетании с методами многокритериального анализа есть возможности выбрать эффективные (или доминирующие) проекты, а затем сохранить или объединить решения для определения тех проектов, которые будут лучшими. На основе предлагаемого алгоритма можно провести более детальный анализ существующих проектов для формирования портфеля, так как он позволяет учитывать большее количество ограничений и условий, что позволяет минимизировать вероятность ошибок на этапе формирования портфеля проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бережная Т.В., Кантемиров Н.А. Роль маркетинга в конкурентоспособности предприятия. *Вестник Воронежского института высоких технологий*. 2019;1(28):157-159.
2. Львович И.Я., Кравцова Н.Е., Чупринская Ю.Л. Особенности процессного подхода к моделированию работы организации. *Вестник Воронежского института высоких технологий*. 2019;1(28):48-50.
3. Юрочкин А.Г., Маркова М.А. Характеристика хозяйственно-экономической деятельности холдинговой компании "Анкор". *Вестник Воронежского института высоких технологий*. 2019;2(29):151-154.
4. Бойков Е.А., Семенова Е.В. Профессиональные риски на предприятии. *Вестник Воронежского института высоких технологий*. 2019;2(29):155-157.
5. Львович И.Я., Кравцова Н.Е., Чупринская Ю.Л. Проблемы управления кадровыми ресурсами в организациях. *Вестник Воронежского института высоких технологий*. 2019;4(31):91-93.
6. Степанчук А.П. Об оптимизации работы предприятия. В сборнике: *Молодежь и наука: шаг к успеху*. Сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3 томах. 2018.
7. Преображенский Ю.П. О повышении эффективности работы промышленных предприятий. В сборнике: *Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития*. Сборник научных статей 8-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018.
8. Степанчук А.П. О характеристиках управления процессами в организации. В сборнике: *Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления*. Материалы XIII международной научно-практической конференции. Под редакцией Ю.В. Вертаковой. 2018.
9. Преображенский Ю.П. О возможностях роста эффективности функционирования

современных компаний. В сборнике: *Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления*. Материалы XIII международной научно-практической конференции. Под редакцией Ю.В. Вертаковой. 2018.

10. Лисьев Г.А., Попова И.В. *Технологии поддержки принятия решений*: учеб. пособие. 2-е изд., стереотип. М. : ФЛИН-ТА. 2011.
11. Лотов А. В., Пospelova И. И. *Многокритериальные задачи принятия решений*: Учебное пособие. М. : МАКС Пресс, 2008.
12. Александров А. Г. *Оптимальные и адаптивные системы*. М.: Высшая школа, 2003.
13. Васильев Ф.П. *Методы оптимизации*. М.: Факториал Пресс, 2002.

REFERENCES

1. Berezhnaya T.V., Kantemirov N.A. The role of marketing in the competitiveness of enterprises. *Vestnik of Voronezh Institute of high technologies*. 2019;1(28):157-159.
2. Lvovich I.Y., Kravtsova N.E. Chuprinskaya Y.L. Peculiarities of the process approach to modeling the performance of the organization. 2019;1(28):48-50.
3. Yurochkin A.G., Markova M.A. Characteristics of economic activity of the holding company "Encore." *Vestnik of Voronezh Institute of high technologies*. 2019;2(29):151-154.
4. Boikov E. A., Semenova E. V. Professional risks in the company. *Vestnik of Voronezh Institute of high technologies*. 2019; 2(29):155-157.
5. Lvovich I.Y., Kravtsova N.E. Chuprinskaya Y.L. problems of management of human resources in organizations. *Vestnik of Voronezh Institute of high technologies*. 2019;4(31):91-93.
6. Stepanchuk A. P. About optimization of the enterprise. In the book: *Young people and science: a step towards success*. Collection of scientific articles of the 2nd scientific conference of the promising projects of young scientists: in 3 volumes. 2018.
7. Preobrazhenskiy Y. P. On increase of efficiency of industrial enterprises. In the collection: *A study of innovative potential of society and the formation of strategic directions of its development*. Collection of scientific papers of the 8th all-Russian scientific-practical conference with international participation. 2018.
8. Stepanchuk A. P. About the characteristics of management processes in the organization. In the book: *Actual problems of development of economic entities, territories and systems of regional and municipal management*. Of the Materials of the XIII international scientific-practical conference. Under the editorship of Y. V. Vertakova. 2018.
9. Preobrazhenskiy, Yu. P. On opportunities of increasing efficiency of functioning of modern companies. In the book: *Actual problems of development of economic entities, territories and systems of regional and municipal management*. of the Materials of the XIII international scientific-practical conference. Under the editorship of Y. V. Vertakova. 2018.
10. Lisiev G. A., Popov V. I. *Technology decision support*: proc. allowance. 2nd ed. stereotype. M.: FLYNN-TA. 2011.
11. Lotov A.V., Pospelova I. I. *Multi-criteria decision-making tasks*: a Training manual. М. : МАКС Пресс, 2008.
12. Alexandrov A. G. *Optimal and adaptive systems*. М.: Higher school, 2003.
13. Vasilyev F. P. *Optimization Methods*. М. : Faktorial Press, 2002

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Шаповалов Александр Владимирович, аспирант, кафедра информационных систем и технологий, Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Российская Федерация.
e-mail: a.shapovalov.1993@gmail.com
ORCID: [0000-0002-6911-8053](https://orcid.org/0000-0002-6911-8053)

Alexander V. Shapovalov, Postgraduate Student, Department of Information Systems and Technologies, Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russian Federation

Преображенский Андрей Петрович, профессор, кафедра информационных систем и технологий, Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Российская Федерация.

e-mail: app@vivt.ru

ORCID: [0000-0002-6911-8053](https://orcid.org/0000-0002-6911-8053)

Andrey P. Preobrazhenskiy, Professor, Department of Information Systems and Technologies, Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russian Federation.

Чопоров Олег Николаевич, профессор, кафедра систем информационной безопасности, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия.

e-mail: choporov@mail.com

ORCID: [0000-0002-3176-499X](https://orcid.org/0000-0002-3176-499X)

Oleg N. Choporov, Professor, Department of Information Security Systems, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation.