

# Экономико-математические методы и модели Economic & mathematical methods and models

Научная статья

УДК 519.863

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17210>



## МОДЕЛЬ ОБОСНОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ СРЕДСТВ БИНАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

П.А. Кушнир<sup>1</sup> , А.Е. Радаев<sup>1</sup> , Л.В. Ташенова<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация;

<sup>2</sup> Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова,  
г. Караганда, Казахстан

 [polinakushnir90@gmail.com](mailto:polinakushnir90@gmail.com)

**Аннотация.** В современных условиях развития строительной отрасли, характеризующихся ужесточением требований к длительности и срокам возведения объектов жилищного и коммерческого строительства, формирование портфеля строительных проектов, реализуемых в рамках определенных временных интервалов, является одной из наиболее важных задач, решаемых в рамках профильных (строительных) организаций для обеспечения эффективности реализации как соответствующих технологических процессов, так и процессов развития инфраструктуры крупных населенных пунктов, оказывающих существенное влияние на экономические показатели отдельных территориальных регионов. Целью исследования является разработка инструментальных средств для решения задачи обоснования характеристик портфеля строительных проектов. Объектом исследования является портфель строительных проектов, реализуемый профильной организацией в течение определенного временного периода. Предметом исследования являются характеристики вышеупомянутого портфеля проектов в части индикаторов целесообразности реализации (включения в состав портфеля) отдельных проектов, продолжительности и стоимости реализации портфеля проектов. В исследовании были применены методы системного анализа, статистической обработки информации, а также целочисленной линейной оптимизации с учетом требований бинарности для значений неизвестных переменных. Выполнен обзор и анализ научных разработок в области обоснования характеристик портфеля строительных проектов, реализуемого профильными организациями, в ходе которых были выявлены недостатки в существующих методах: отсутствие формализованного описания инструментальных средств и наличие невысокой практической значимости вследствие отсутствия учета особенностей, характерных для строительной отрасли. В ходе исследования была разработана оптимизационная модель обоснования характеристик портфеля строительных проектов, реализуемого профильной организацией в течение определенного временного периода; модель имеет линейную структуру, содержит ограничения бинарности для значений неизвестных переменных, и потому может быть реализована с использованием метода вестей и границ в рамках современных программных сред оптимизационного моделирования. Произведена реализация разработанной оптимизационной модели на практическом примере; на основе полученных результатов сделан вывод о высокой практической значимости разработанного инструментального средства.

**Ключевые слова:** оптимизационная модель, бинарная оптимизация, моделирование, строительный проект, портфель проектов

**Благодарности:** Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда № 23–28–01316 «Стратегическое управление эффективным устойчивым ESG-развитием многоуровневой киберсоциальной промышленной экосистемы кластерного типа в циркулярной экономике на основе концепции Индустрия 5.0: методология, инструментарий, практика»; <https://rscf.ru/project/23–28–01316>



Для цитирования: Кушнир П.А., Радаев А.Е., Ташенова Л.В. (2024) Модель обоснования характеристик портфеля проектов на основе средств бинарной оптимизации. *П-Эконом*, 17 (2), 176–189. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17210>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17210>



## MODEL OF JUSTIFICATION OF PROJECT PORTFOLIO CHARACTERISTICS BASED ON BINARY OPTIMIZATION TOOLS

P.A. Kushnir<sup>1</sup> , A.E. Radaev<sup>1</sup> , L.V. Tashenova<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation;

<sup>2</sup> Y.A. Buketov Karaganda University, Karaganda, Kazakhstan

✉ [polinakushnir90@gmail.com](mailto:polinakushnir90@gmail.com)

**Abstract.** Modern conditions of development of the construction industry are characterized by tightening requirements for the duration and timing of the construction of residential and commercial projects. The formation of a portfolio of construction projects implemented within certain time intervals is one of the most important tasks solved within specialized (construction) organizations to ensure the effectiveness of the implementation of both the relevant technological processes and the processes of developing the infrastructure of large settlements, which has a significant impact on the economic indicators of individual territorial regions. The purpose of the research is to develop tools for solving the problem of justifying the characteristics of a portfolio of construction projects, implemented by a specialized organization over a certain time period. The subject of the research is the characteristics of the above-mentioned project portfolio in terms of indicators of the feasibility of implementing (inclusion in the portfolio) individual projects, the duration and cost of implementing the project portfolio. During the research process the methods of system analysis and statistical processing of information were used, as well as integer linear optimization considering the requirements of binarity for the values of unknown variables. A review and analysis of scientific developments in the field of substantiating the characteristics of a portfolio of construction projects implemented by specialized organizations was carried out, during which shortcomings in existing methods were identified: the lack of a formalized description of tools and the presence of low practical significance due to the lack of consideration of features characteristic of the construction industry. During the research process an optimization model has been developed to determine the characteristics of a portfolio of construction projects implemented by a specialized organization over a certain time period; the model has a linear structure, contains binary constraints for the values of unknown variables, and therefore can be implemented with the use of the branch-and-bound method available in modern optimization modeling software environments. The developed optimization model was implemented using a practical example; based on the results obtained, a conclusion has been made about the high practical significance of the developed tool.

**Keywords:** optimization model, binary optimization, modeling, construction project, project portfolio

**Acknowledgements:** The research was carried out with funds from the Russian Science Foundation grant No. 23–28–01316 “Strategic management of effective sustainable ESG development of a multi-level cyber-social industrial ecosystem of a cluster type in a circular economy based on the concept of Industry 5.0: methodology, tools, practice”, <https://rscf.ru/project/23–28–01316>

**Citation:** Kushnir P.A., Radaev A.E., Tashenova L.V. (2024) Model of justification of project portfolio characteristics based on binary optimization tools. *П-Эконом*, 17 (2), 176–189. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17210>

### Введение

#### *Актуальность*

В современных условиях развития строительной отрасли, характеризующихся ужесточением требований к длительности и срокам возведения объектов жилищного и коммерческого строительства, формирование портфеля строительных проектов, реализуемых в рамках определенных временных

интервалов, является одной из наиболее важных задач, решаемых в рамках профильных (строительных) организаций для обеспечения эффективности реализации как соответствующих технологических процессов, так и процессов развития инфраструктуры крупных населенных пунктов, оказывающих существенное влияние на экономические показатели отдельных территориальных регионов.

Также важно отметить, что рациональное обоснование характеристик портфеля строительных проектов, реализуемого профильными организациями в рамках определенных временных интервалов, обеспечит эффективное решение следующих сопутствующих задач [1–3]:

1. Оптимизация распределения привлекаемых производственных ресурсов по реализуемым строительным проектам.
2. Сравнительная оценка предпочтительности (приоритетности) реализации отдельных строительных проектов с точки зрения влияния получаемых результатов на показатели эффективности функционирования профильных организаций.
3. Объективная оценка различных категорий внутрипроектных рисков, способствующая обеспечению устойчивого развития профильных организаций.

Вышеуказанные обстоятельства определили целесообразность проведения исследования, базирующегося на применении средств бинарной оптимизации при решении задач обоснования характеристик портфеля строительных проектов, реализуемого профильными организациями в рамках определенного временного периода.

Бинарная оптимизация в данной работе рассматривается как разновидность комбинаторной оптимизации, предполагающая сокращение состава набора альтернативных значений для каждой отдельной неизвестной переменной в составе математической модели до двух элементов – как правило, значений 0 и 1 [4]. Применительно к процессу формирования портфеля строительных проектов каждому отдельному элементу ставится в соответствие отдельная неизвестная переменная, при этом вышеупомянутые альтернативные значения ассоциируются соответственно с отсутствием и наличием элемента в составе портфеля проектов.

Основным преимуществом при использовании средств бинарной оптимизации для решения задачи формирования портфеля строительных проектов, реализуемых профильной организацией в рамках определенного временного периода, является возможность учета влияния различных факторов внутренней и внешней среды (в том числе факторов, ассоциирующихся с различными категориями внутрипроектных рисков) на показатели эффективности процесса реализации портфеля строительных проектов.

На начальных этапах вышеупомянутого исследования был выполнен обзор и анализ научных работ в соответствующей предметной области. Более подробная информация представлена в следующем подразделе работы.

#### *Литературный обзор*

Наиболее широкое распространение в области формирования портфеля проектов получили разработки Арчера Н. и Газемзаде Н. [2]. Описание задачи определения состава портфеля инвестиционных проектов (как более общей категории относительно строительных проектов), а также описание методик, подходов и инструментов по управлению проектами изложено в стандарте PMBoK (Project Management Body of Knowledge), разработанном в институте PMI (Project Management Institute). При этом, согласно стандарту PMI, централизованное управление одним или несколькими портфелями проектов для достижения стратегических целей в общем случае не предполагает наличие строгой взаимосвязи между характеристиками и показателями выполнения отдельных элементов вышеупомянутых портфелей проектов [5].

Термины и определения в области управления портфелем проектов, а также методология и подходы к решению соответствующих прикладных задач рассмотрены в работах следующих авторов: Купер Р. [6–8], Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В., [9], Белозеров А. [10], Кендалл Дж., Роллиз С. [11].



Автором Нечаевой И.М. в статье [12] подробно рассмотрены модели и методы решения задачи формирования портфеля строительных проектов, выполнен анализ особенностей проектов, а также сделан вывод о предпочтительности применения для решения рассматриваемой задачи так называемых «гибридных» методов, предполагающих совместное использование математических моделей и методов принятия решений.

Автором Евсеевой М.В. выполнен теоретический и эмпирический анализ современных требований к управлению портфелем проектов и программ, а также определены основные требования к процессам управления портфелем проектов: учет сетевых эффектов от взаимовлияния проектов в портфеле, встраивание гибких технологий в процесс управления портфелем, совершенствование механизмов управления стейкхолдерами и рисками как возможностями и угрозами [13].

Описание основных экономико-математических методов и моделей, а также подходов, применяемых для решения задачи формирования портфелей инвестиционных проектов, представлено в работах Головиной О.Д. и Пушина И.Н. [14], Ильдархановой А.К. [15], Vlasenko T., Tuhai O. [16], Шаманаева Е.Д., Разумовской Е.А. [17], Малютина И.Н., Горбуновой О.А. [18].

Результаты анализа существующих и формирования новых рекомендаций в части управления портфелями проектов в строительных организациях выполнены в работах Дун Ч. [19], Абдухановой Н.Г. и Шамсутдинова Р.А. [20].

В работе авторов Заступов А.В., Москвитин А.В. [21] и Невежина Е.О., Львович Э.М. [22] представлено описание основных понятий и проблем в области управления портфелями проектов.

В работе Белоусова В.Е., Морозова В.П., Никитина О.Н. [23] представлено описание задачи формирования и реализации портфеля сопутствующих проектов с использованием одной категории ограничений.

В статье Титаренко Б.П. представлено описание математической модели для решения задачи формирования портфеля проектов с учетом ограничений в части располагаемых ресурсов, выполнен анализ основных методов решения задач и предложены подходы к учету неопределенности [24].

В работе Есенова М.К., Саркисова Д.А., Кеворкова Ж.А. [25] рассмотрены проблемы обоснования оптимальных параметров портфеля проектов в условиях ограниченного капитала, а также предложена структура системы показателей эффективности реализации портфеля проектов.

Таким образом, на основе результатов обзора и анализа научных разработок, относящихся к тематике исследования, были сделаны следующие выводы:

1. Достаточно большое количество научных работ содержит описание разработок обзорно-методического характера и не содержит формализованного описания инструментальных средств для решения задачи формирования состава портфеля строительных проектов, реализуемого профильной организацией в рамках ограниченного временного периода.

2. Инструментальные средства (математические модели, методики) для решения задачи обоснования характеристик портфеля проектов, представленные в отдельных научных работах, обладают относительно невысокой практической значимостью, поскольку не учитывают следующие особенности, характерные для строительной отрасли:

– наличие различных категорий проектов, характеризующихся различными показателями влияния на эффективность реализации портфеля проектов в целом;

– наличие взаимосвязей между проектами различных категорий в части возможности или невозможности добавления отдельных элементов в состав портфеля проектов (зависимости возможности реализации одних проектов от наличия или отсутствия других проектов в составе рассматриваемого портфеля).

На основе сформулированных выводов были произведены формулировка цели, постановка основных задач исследования, описание объекта и предмета исследования.

*Целью исследования* является разработка инструментальных средств для решения задачи обоснования характеристик портфеля строительных проектов.

В качестве основных *задач исследования* рассматривались следующие:

1. Обзор и анализ научных разработок в области обоснования характеристик портфеля строительных проектов, реализуемого профильными организациями.
2. Разработка оптимизационной модели обоснования характеристик портфеля строительных проектов, реализуемого профильной организацией в течение определенного временного периода.
3. Реализация разработанной оптимизационной модели на практическом примере.

*Объектом исследования* является портфель строительных проектов, реализуемый профильной организацией в течение определенного временного периода.

*Предметом исследования* являются характеристики вышеупомянутого портфеля проектов в части индикаторов целесообразности реализации (включения в состав портфеля) отдельных проектов, продолжительности и стоимости реализации портфеля проектов.

### Методы и материалы

Выполнение исследования осуществлялось с использованием методов системного анализа, статистической обработки информации, а также целочисленной линейной оптимизации с учетом требований бинарности для значений неизвестных переменных.

На промежуточных этапах исследования была разработана оптимизационная модель обоснования характеристик портфеля строительных проектов, реализуемого профильной организацией в течение определенного временного периода.

В качестве основных положений разработанной оптимизации модели были рассмотрены следующие:

1. Объектом рассмотрения является портфель строительных проектов, включающий в себя элементы (проекты) следующих категорий:

- основные строительные проекты, связанные с возведением объектов жилищного строительства (многоквартирных домов, их отдельных корпусов и т.д.);
- дополнительные строительные проекты, связанные с возведением объектов коммерческого строительства, социальных объектов, объектов транспортной инфраструктуры и т.д.

2. Каждый дополнительный строительный проект ставится в соответствие одному или нескольким основным строительным проектам, при этом реализация (включение в состав портфеля проектов) дополнительного строительного проекта возможна только в случае реализации всех соответствующих основным строительным проектам.

3. Каждый основной строительный проект описывается стоимостью проекта и продолжительностью его реализации.

4. Каждый дополнительный строительный проект описывается стоимостью, а также временной характеристикой ускорения продаж – абсолютного показателя уменьшения длительности реализации каждого из соответствующих основным строительным проектам.

5. Реализация каждого отдельного дополнительного строительного проекта производится заблаговременно до момента окончания срока реализации всех соответствующих основным строительным проектам. Таким образом, длительность реализации каждого отдельного дополнительного строительного проекта не влияет на длительность реализации всех соответствующих основным строительным проектам.

6. Необходимо определить состав портфеля (целесообразность реализации) строительных проектов, при котором обеспечивается максимальная суммарная временная характеристика ускорения продаж основных строительных проектов при условии, что суммарная стоимость реализации основных и дополнительных проектов (стоимость портфеля проектов) не должна превышать заданное максимально допустимое значение.

Описание исходных данных и неизвестных переменных модели, а также соответствующих расчетных характеристик представлено соответственно в табл. 1 и 2.

**Таблица 1. Исходные данные и неизвестные переменные разработанной оптимизационной модели**  
**Table 1. Initial data and unknown variables of the created optimization model**

№ п.п.	Наименование элемента исходных данных / неизвестной переменной	Ед. изм.	Обозначение
1	2	3	4
1.	<i>Общие исходные данные</i>		
1.1	Количество основных строительных проектов	ед.	$m$
1.2	Количество дополнительных строительных проектов	ед.	$n$
1.3	Максимально допустимая суммарная стоимость портфеля проектов	руб.	$C_{\Sigma}^{\max}$
2	<i>Индексы и множества</i>		
2.1	Множество индексов основных строительных проектов	–	$K^0$
2.2	Множество индексов дополнительных строительных проектов	–	$K$
2.3	Индекс основного строительного проекта	–	$k \in K^0$
2.4	Индекс дополнительного строительного проекта	–	$k' \in K$
3	<i>Исходные данные, задаваемые для каждого отдельного основного строительного проекта с индексом <math>k (k \in K^0)</math></i>		
3.1	Наименование проекта	–	–
3.2	Стоимость проекта	руб.	$C_k$
3.3	Базовая продолжительность продаж проекта	мес.	$T_k^0$
4	<i>Исходные данные, задаваемые для каждого отдельного дополнительного строительного проекта с индексом <math>k' (k' \in K)</math></i>		
4.1	Наименование проекта	–	–
4.2	Стоимость проекта	руб.	$C_{k'}$
4.3	Временная характеристика ускорения продаж проекта	мес.	$\Delta t_{k'}$
5	<i>Исходные данные, задаваемые для каждого отдельного основного строительного проекта с индексом <math>k (k \in K^0)</math> каждого отдельного дополнительного строительного проекта с индексом <math>k' (k' \in K)</math></i>		
5.1	Индикатор соответствия основного строительного проекта дополнительному <sup>(1)</sup>	–	$\gamma_{kk'}$
6	<i>Неизвестные переменные</i>		
6.1	Индикатор целесообразности реализации (включения в состав портфеля проектов) каждого отдельного основного строительного проекта с индексом $k (k \in K^0)$ <sup>(2)</sup>	–	$y_k$
6.2	Индикатор целесообразности реализации (включения в состав портфеля проектов) дополнительного строительного проекта с индексом $k' (k' \in K)$ <sup>(3)</sup>	–	$y_{k'}$

Примечание: <sup>(1)</sup> значение элемента исходных данных является бинарным ( $\gamma_{kk'} \in \{0;1\}$ ) и формируется по принципу:  $\gamma_{kk'} = 1$  в случае, если дополнительный строительный проект с индексом  $k'$  может быть реализован (включен в состав портфеля проектов) в случае реализации (включения в состав портфеля проектов) основного строительного проекта с индексом  $k$ ; в противном случае  $\gamma_{kk'} = 0$ ;

<sup>(2)</sup> значение неизвестной переменной является бинарным ( $y_k \in \{0;1\}$ ) и формируется по принципу:  $y_k = 1$  в случае, если реализация (включение в состав портфеля проектов) основного строительного проекта с индексом  $k$  целесообразна; в противном случае  $y_k = 0$ ;

<sup>(3)</sup> значение неизвестной переменной является бинарным ( $y_{k'} \in \{0;1\}$ ) и формируется по принципу:  $y_{k'} = 1$  в случае, если реализация (включение в состав портфеля проектов) дополнительного строительного проекта с индексом  $k'$  целесообразна; в противном случае  $y_{k'} = 0$ .

**Таблица 2. Расчетные характеристики формируемой оптимизационной модели**  
**Table 2. Calculative characteristics of the forming optimization model**

№ п.п.	Наименование элемента исходных данных / неизвестной переменной	Ед. изм.	Обозначение
1	2	3	4
1	<i>Расчетные характеристики, вычисляемые для каждого отдельного основного строительного проекта с индексом <math>k (k \in K^0)</math></i>		
1.1	Плановая продолжительность продаж с учетом временной характеристики ускорения продаж	мес.	$T_k = T_k^0 - \sum_{k' \in K} \gamma_{kk'} \cdot \Delta t_{k'} \cdot y_{k'}$
2	<i>Расчетные характеристики, вычисляемые для каждого отдельного дополнительного строительного проекта с индексом <math>k' (k' \in K)</math></i>		
2.1	Максимальное значение индикатора целесообразности реализации (включения в состав портфеля проектов)	–	$y_{k'}^{\max} = \frac{\sum_{k \in K^0} \gamma_{kk'} \cdot y_k}{\sum_{k \in K^0} \gamma_{kk'}}$
3	<i>Агрегированные расчетные характеристики</i>		
3.1	Фактическая суммарная стоимость портфеля проектов	руб.	$C_{\Sigma} = \sum_{k \in K^0} C_k \cdot y_k + \sum_{k' \in K} C_{k'} \cdot y_{k'}$
3.2	Суммарная временная характеристика ускорения продаж	мес.	$\Delta t_{\Sigma} = \sum_{k' \in K} \Delta t_{k'} \cdot y_{k'}$
3.3	Средняя продолжительность реализации проектов	мес.	$T = \frac{\sum_{k \in K^0} T_k}{ K^0 } = \frac{\sum_{k \in K^0} \left( T_k^0 - \sum_{k' \in K} \gamma_{kk'} \cdot \Delta t_{k'} \cdot y_{k'} \right)}{m}$

Структура оптимизационной модели определяется следующими выражениями:

– в обобщенной форме записи:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta t_{\Sigma}(\{y_{k'}\}) \rightarrow \max; \\ y_k \in \{0;1\}, k \in K^0; \end{array} \right. \quad (1)$$

$$y_k \in \{0;1\}, k \in K^0; \quad (2)$$

$$y_{k'} \in \{0;1\}, k' \in K; \quad (3)$$

$$y_{k'} \leq y_{k'}^{\max}(\{y_k\}), k' \in K; \quad (4)$$

$$C_{\Sigma}(\{y_k\}, \{y_{k'}\}) \leq C_{\Sigma}^{\max}. \quad (5)$$

– в развернутой форме записи:

$$\begin{cases} \sum_{k' \in K} \Delta t_{k'} \cdot y_{k'} \rightarrow \max; & (6) \\ y_k \in \{0; 1\}, k \in K^0; & (7) \\ y_{k'} \in \{0; 1\}, k' \in K; & (8) \\ y_{k'} \leq \frac{\sum_{k \in K^0} \gamma_{kk'} \cdot y_k}{\sum_{k \in K^0} \gamma_{kk'}}, k' \in K; & (9) \\ \sum_{k \in K^0} C_k \cdot y_k + \sum_{k' \in K} C_{k'} \cdot y_{k'} \leq C_{\Sigma}^{\max}. & (10) \end{cases}$$

Разработанная модель имеет линейную структуру, содержит ограничения бинарности для значений неизвестных переменных, и потому может быть реализована с использованием метода ветвей и границ в рамках современных программных сред оптимизационного моделирования [26].

### Результаты и обсуждение

В рамках заключительных этапов исследования разработанная модель была реализована на практическом примере – для решения задачи обоснования характеристик строительных проектов, предполагающих возведение объектов жилищного строительства, а также социальных объектов и элементов транспортной инфраструктуры в г. Санкт-Петербург и Ленинградской области.

В процессе решения задачи использовалось программное обеспечение «Microsoft Excel», построение и реализация оптимизационной модели производились с использованием надстройки «Поиск решения».

Области рабочего листа в составе файла программы «Microsoft Excel», содержащие значения элементов исходных данных, значения неизвестных переменных и расчетных характеристик, полученные по результатам реализации оптимизационной модели, иллюстрируются рис. 1–3. Принципы заполнения ячеек рабочего листа в составе файла программы «Microsoft Excel» представлены в табл. 3. Параметры надстройки «Поиск решения» определяются содержимым табл. 4.

Также в рамках исследования был выполнен анализ чувствительности, предполагающий изменение значения элемента исходных данных оптимизационной модели – максимально допустимой суммарной стоимости портфеля проектов – в диапазоне от 12000 млн. руб. до 21000 млн. руб. с шагом 1500 млн. руб., а также фиксацию значений агрегированных расчетных характеристик модели (пп. 3.1–3.3 табл. 2) в найденном оптимальном решении. Результаты выполнения анализа чувствительности представлены на рис. 4.

Как видно из рис. 4, суммарная характеристика ускорения продаж для оптимального решения модели ступенчато возрастает при увеличении максимально допустимой суммарной стоимости портфеля проектов ввиду расширения возможностей по изысканию путей повышения суммарной временной характеристики ускорения продаж. При этом характер колебаний значения средней продолжительности реализации проектов при изменении максимально допустимой суммарной стоимости портфеля проектов не позволяет выявить функциональную зависимость, что обусловлено большой степенью разнородности рассматриваемых основных строительных проектов с точки зрения базовой продолжительности продаж, а также бинарностью значений неизвестных переменных.

Таким образом, результаты реализации оптимизационной модели на практическом примере соответствуют особенностям реальных процессов формирования портфелей строительных проектов, что позволяет сделать вывод о высокой практической значимости разработанного инструментального средства.

Таблица 1 – Исходные данные и неизвестные переменные, учитываемые для основных проектов																																													
Индекс основного проекта	Наименование основного проекта	Индикатор соответствия дополнительному проекту с индексом (k')																																								Стоимость проекта	Базовая продолжительность продаж	Индикатор целесообразности реализации	Фактическая продолжительность продаж (плановая)
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	$C_k$	$T_k^0$	$Y_k$	$T_k$																				
k	-	$I_{k1}$	$I_{k2}$	$I_{k3}$	$I_{k4}$	$I_{k5}$	$I_{k6}$	$I_{k7}$	$I_{k8}$	$I_{k9}$	$I_{k10}$	$I_{k11}$	$I_{k12}$	$I_{k13}$	$I_{k14}$	$I_{k15}$	$I_{k16}$	$I_{k17}$	$I_{k18}$	$I_{k19}$	$I_{k20}$	млн. руб.	мес.	-	мес.																				
1	Корпус дома №1 (664 кв., 26 эт.)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	2030,713	22,00	0	0																			
2	Корпус дома №2 (266 кв., 21 эт.)	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	858,482	29,70	1	27,7																			
3	Корпус дома №3 (266 кв., 21 эт.)	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	843,648	29,70	1	27,7																			
4	Корпус дома №4 (266 кв., 21 эт.)	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	843,158	29,70	1	27,7																			
5	Корпус дома №5 (646 кв., 26 эт.)	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1880,253	33,70	0	0																			
6	Корпус дома №6 (355 кв., 21 эт.)	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1584,489	21,50	0	0																			
7	Корпус дома №7 (399 кв., 21 эт.)	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1491,221	21,50	1	21,5																			
8	Корпус дома №8 (347 кв., 26 эт.)	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	919,337	20,00	1	20																			
9	Корпус дома №9 (472 кв., 26 эт.)	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1137,951	20,00	0	0																			
10	Корпус дома №10 (171 кв., 23 эт.)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	636,286	29,00	1	27																			
11	Корпус дома №11 (172 кв., 23 эт.)	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	639,384	29,00	1	27																			
12	Корпус дома №12 (266 кв., 21 эт.)	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	733,364	29,50	1	29,5																			
13	Корпус дома №13 (623 кв., 22 эт.)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1619,745	32,00	1	32																			
14	Корпус дома №14 (292 кв., 22 эт.)	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	835,939	30,00	1	28																			
15	Корпус дома №15 (560 кв., 26 эт.)	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	2445,186	23,00	0	0																			
16	Корпус дома №16 (770 кв., 24 эт.)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2527,304	30,44	0	0																			
17	Корпус дома №17 (360 кв., 27 эт.)	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2584,067	30,44	0	0																			
18	Корпус дома №18 (360 кв., 27 эт.)	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1369,857	29,46	1	27,4575																			
19	Корпус дома №19 (144 кв., 27 эт.)	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	605,938	29,00	0	0																			
20	Корпус дома №20 (123 кв., 27 эт.)	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	595,85	29,00	0	0																			

Рис. 1. Область рабочего листа (в составе файла «Microsoft Excel») с таблицей исходных данных и неизвестных переменных, учитываемых для основных проектов  
 Fig. 1. Worksheet area (within Microsoft Excel file) containing the table of initial data and unknown variables considered for primary projects

Таблица 2 – Исходные данные и неизвестные переменные, учитываемые для дополнительных проектов						
Индекс дополнительного проекта	Наименование дополнительного проекта	Стоимость проекта	Временная характеристика ускорения продаж	Индикатор целесообразности реализации		
				текущее	максим.	
k'	-	$C_{k'}$	$\Delta T_{k'}$	$Y_{k'}$	$Y_{k'}^{\max}$	
-	-	млн. руб.	мес.	-	-	
21	Проект №21 (автостоянка на 136 м/м)	130,296	3,0	0	0,50	
22	Проект №22 (автостоянка на 302 м/м)	437,124	4,0	0	0,50	
23	Проект №23 (общеобразовательная школа на 1375 мест)	2901,900	5,0	0	0,25	
24	Проект №24 (общеобразовательная школа на 550 мест)	1599,560	4,0	0	0,20	
25	Проект №25 (дошкольное образовательное учреждение на 200 мест)	489,000	3,0	0	0,50	
26	Проект №26 (надземная автостоянка на 160 м/м)	258,410	2,0	1	1,00	
27	Проект №27 (надземная автостоянка на 499 м/м)	493,637	2,5	0	0,17	
28	Проект №28 (дошкольное образовательное учреждение на 220 мест)	658,842	3,3	0	0,61	
29	Проект №29 (дошкольное образовательное учреждение на 240 мест)	550,000	3,0	0	0,56	
30	Проект №30 (начальная школа на 300 мест)	1186,036	3,0	0	0,33	
31	Проект №31 (общеобразовательная школа на 1100 мест)	2124,992	5,0	0	0,17	
32	Проект №32 (общеобразовательная школа на 550 мест)	1568,631	4,0	0	0,25	
33	Проект №33 (общеобразовательная школа на 825 мест)	2513,270	3,0	0	0,29	
34	Проект №34 (общеобразовательная школа на 1125 мест)	2477,473	5,5	0	0,20	
35	Проект №35 (дошкольное образовательное учреждение на 142 места)	622,205	3,0	0	0,69	
36	Проект №36 (амбулаторно-поликлиническое учреждение)	3993,464	4,5	0	0,33	
37	Проект №37 (здание поликлиники)	5387,737	3,6	0	0,36	
38	Проект №38 (дошкольное образовательное учреждение на 120 мест)	500,654	2,1	0	0,53	
39	Проект №39 (здания поликлиники для детей)	1343,884	4,5	0	0,30	
40	Проект №40 (дошкольное образовательное учреждение на 140 мест)	518,195	2,7	0	0,71	

Рис. 2. Область рабочего листа (в составе файла «Microsoft Excel») с таблицей исходных данных и неизвестных переменных, учитываемых для дополнительных проектов  
 Fig. 2. Worksheet area (within Microsoft Excel file) containing the table of initial data and unknown variables considered for additional projects

Таблица 3 – Агрегированные исходные данные и расчетные характеристики				
№ п.п.	Наименование элемента исходных данных или расчетных характеристики	Обозн.	Ед. изм.	Значение
1	Максимально допустимая суммарная стоимость портфеля проектов	$C_{\Sigma}^{\max}$	млн. руб.	12000
2	Фактическая суммарная стоимость портфеля проектов	$C_{\Sigma}$	млн. руб.	11048,83
3	Суммарная временная характеристика ускорения продаж	$\Delta T_{\Sigma}$	мес.	2,00
4	Средняя продолжительность реализации проектов	$T$	мес.	14,78

Рис. 3. Область рабочего листа (в составе файла «Microsoft Excel») с таблицей агрегированных исходных данных и расчетных характеристик

Fig. 3. Worksheet area (within Microsoft Excel file) containing the table of aggregated initial data and calculated characteristics

**Таблица 3. Принципы заполнения ячеек рабочего листа в составе файла «Microsoft Excel»**  
**Table 3. Principles of filling cells in the worksheet within the Microsoft Excel file**

Адреса ячеек <sup>(1)</sup>	Содержимое / формула «Microsoft Excel»	Элемент модели
1	2	3
Таблица 1		
A6:A25	Значения элемента исходных данных	п. 2.3 табл. 1
B6:B25	Значения элемента исходных данных	п. 3.1 табл. 1
C6:V25	Значения элемента исходных данных	п. 5.1 табл. 1
W6:W25	Значения элемента исходных данных	п. 3.2 табл. 1
X6:X25	Значения элемента исходных данных	п. 3.3 табл. 1
Y6:Y25	Значения неизвестных переменных	п. 6.1 табл. 1
Z6:(Z25)	=X6*Y6-СУММПРОИЗВ(ТРАНСП(C6:V6); \$AE\$6:\$AE\$25;\$AF\$6:\$AF\$25)	п. 1.1 табл. 2
Таблица 2		
AB6:AB25	Значения элемента исходных данных	п. 2.4 табл. 1
AC6:AC25	Значения элемента исходных данных	п. 4.1 табл. 1
AD6:AD25	Значения элемента исходных данных	п. 4.2 табл. 1
AE6:AE25	Значения элемента исходных данных	п. 4.3 табл. 1
AF6:AF25	Значения неизвестных переменных	п. 6.2 табл. 1
AG6:(AG25)	=СУММПРОИЗВ(СМЕЩ(\$C\$6;;ЯЧЕЙКА("строка";AB6)- ЯЧЕЙКА("строка";\$AB\$5)-1;ЧСТРОК(\$A\$6:\$A\$25);1); СМЕЩ(\$Y\$6;;ЧСТРОК(\$A\$6:\$A\$25);1))/СУММ(СМЕЩ( \$C\$6;ЯЧЕЙКА("строка";AB6)-ЯЧЕЙКА("строка";\$AB\$5)- 1;ЧСТРОК(\$A\$6:\$A\$25);1))	п. 1.2 табл. 1
Таблица 3		
M29	Назначаемый параметр исходных данных	п. 1.3 табл. 1
M30	=СУММПРОИЗВ(W6:W25;Y6:Y25)+СУММПРОИЗВ (AD6:AD25;AF6:AF25)	п. 3.1 табл. 2
M31	=СУММПРОИЗВ(AE6:AE25;AF6:AF25)	п. 3.2 табл. 2
M32	=СУММ(Z6:Z25)/ЧСТРОК(\$A\$6:\$A\$25)	п. 3.3 табл. 2

Примечание: <sup>(1)</sup> абстрактное обозначение A1:(B10) означает, что в ячейку A1 необходимо ввести формулу, указанную в соответствующем столбце таблицы, после чего полученный результат «растянуть» (скопировать) до ячейки B10.

Таблица 4. Основные настройки надстройки «Поиск решения» для оптимизационной модели, реализуемой с использованием программы «Microsoft Excel»

Table 4. Primary settings of the «Solver» add-in for the optimization model implemented with the use of Microsoft Excel software

Элемент надстройки	Значение	Элемент модели
1	2	3
Целевая функция	\$M\$31	Выражение (6)
Тип оптимизации	максимум	
Ячейки переменных	\$Y6\$:\$Y\$25	п. 6.1 табл. 1
	\$AF6\$:\$AF\$25	п. 6.2 табл. 1
Ограничения	\$AF6\$:\$AF\$25 <= \$AG6\$:\$AG\$25	Выражение (9)
	\$AF6\$:\$AF\$25 = бинарное	Выражение (8)
	\$M\$30 <= \$M\$29	Выражения (10)
	\$Y6\$:\$Y\$25 = бинарное	Выражение (7)
Метод решения	Поиск решения линейных задач симплекс-методом	—

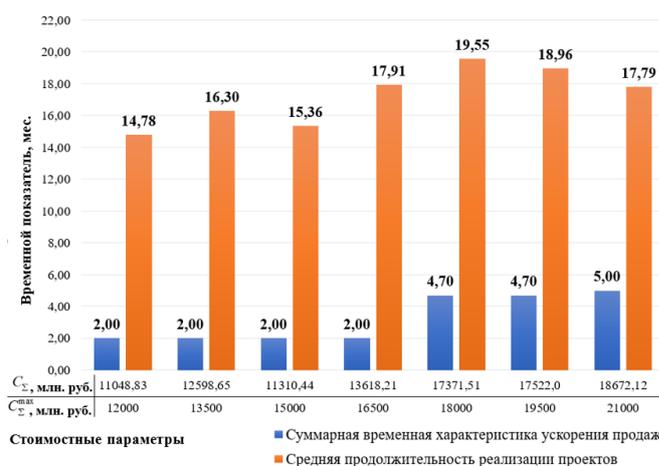


Рис. 4. Результаты выполнения анализа чувствительности для оптимизационной модели, реализованной с использованием программы «Microsoft Excel»

Fig. 4. Results of sensitivity analysis for an optimization model implemented with the use of Microsoft Excel software

## Заключение

Таким образом, в ходе исследования были достигнуты следующие результаты:

- выполнен обзор и анализ научных разработок в области обоснования характеристик портфеля строительных проектов, реализуемого профильными организациями; на основе результатов выполнения указанной процедуры выявлены недостатки существующих научных разработок, оказывающие негативное влияние на адекватность получаемых результатов;
- разработана оптимизационная модель обоснования характеристик портфеля строительных проектов, реализуемого профильной организацией в течение определенного временного периода; отличительной особенностью модели является наличие различных категорий строительных проектов, определенных образом взаимосвязанных между собой с точки зрения возможности реализации (включения в состав портфеля проектов);



– произведена реализация разработанной оптимизационной модели на практическом примере; на основе полученных результатов сделан вывод о высокой практической значимости разработанного инструментального средства.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ferns D.C. (1991) Developments in programme management. *International Journal of Project Management*, 9, 148–156.
2. Archer N.P., Ghasemzaden F. (1999) An integrated framework for project selection. *International Journal of Project Management*, 17 (4), 207–216.
3. Голдратт Э.М. (2012) *Цель: непрерывное совершенствование процесса*. М.: Попурри, 512.
4. Мохов В.А. (2022) Бинарная оптимизация: задачи и алгоритмы. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки, 2 (214), 12–19.
5. Project Management Institute. (2017) *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Guide 6<sup>th</sup> edition (PMBOK6). Newtown Square.
6. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (1997) Portfolio management in new product development: Lessons from the leaders — I. *Research Technology Management*, 40 (5), 16–28.
7. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (2001) Portfolio management for new product development: Results of an industry practices study. *R&D Management*, 31, 361–380.
8. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (2001) *Portfolio Management for New Products*. 2<sup>nd</sup> Ed. New York: Basic Books.
9. Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. (2005) *Модели и методы управления портфелями проектов*. М.: ПМСОФТ, 206.
10. Белозеров А. (2016) *Управление портфелем проектов. Новые методологические подходы и инструменты*. [online] Available at: <https://blog.iteam.ru/upravlenie-portfelem-proektov-novye-metodologicheskie-podhody-i-instrumenty/> [Accessed 28.02.2024].
11. Кендалл Дж., Роллинз С. (2004) *Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами: Максимизация ROI*. М.: ПМСОФТ.
12. Нечаева И.М. (2021) Модели формирования портфеля проектов в строительной отрасли. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент*, 20 (2), 242–262. DOI: <http://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2021.205>
13. Евсеева М.В. (2019) Управление портфелем проектов и программ: современные требования. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Экономика. Управление. Право*, 19 (2), 165–171. DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2019-19-2-165-171>
14. Головина О.Д., Пушин И.Н. (2020) Основные методы и модели отбора инвестиционных проектов в портфель. *Менеджмент: теория и практика*, 1–3, 106–110.
15. Ильдарханова А.К. (2019) Модели оптимизации портфеля проектов, применяемые для предприятий приборостроения. *Казанский экономический вестник*, 2 (40), 18–22.
16. Vlasenko T., Tuhai O. (2020) Fuzzy multi-criteria model for construction project selection in conditions of uncertainty. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7–8, 31–36. DOI: <https://doi.org/10.29013/AJT-20-7.8-31-36>
17. Шаманаев Е.Д., Разумовская Е.А. (2021) К вопросу о формировании инвестиционного портфеля. *Эксперт: теория и практика*, 1 (10), 46–49. DOI: [https://doi.org/10.51608/26867818\\_2021\\_1\\_46](https://doi.org/10.51608/26867818_2021_1_46)
18. Малютин И.Н., Горбунова О.А. (2023) Комплексный подход к выбору и оценке стратегии строительной организации. *Гуманитарный научный журнал*, 2–1, 42–47.
19. Дун Ч. (2022) Комплексное управление проектами и портфелями проектов в компании. *Экономика и социум*, 5–1 (96), 399–404.
20. Абдуханова Н.Г., Шамсутдинов Р.А. (2022) Развитие инструментов управления портфелями проектов и особенности их реализации в сфере строительства. *Горизонты экономики*, 5 (71), 45–50.
21. Москвитин А.В., Заступов А.В. (2021) Управление портфелем проектов как инструмент реализации бизнес-стратегии. *Проблемы совершенствования организации производства и управления промышленными предприятиями: Межвузовский сборник научных трудов*, 1, 48–53.

22. Небезина Е.О., Львович Э.М. (2022) Анализ возможностей использования портфелей проектов. *Экономическая безопасность: правовые, экономические, экологические аспекты: Сборник научных статей 7-й Международной научно-практической конференции (Курск, 8 апреля 2022 г.)*, 299–302.
23. Белоусов В.Е., Морозов В.П., Никитин И.С. (2020) Алгоритмы формирования и планирования процесса реализации портфеля взаимосвязанных проектов. *Математические модели современных экономических процессов, методы анализа и синтеза экономических механизмов. Актуальные проблемы и перспективы менеджмента организаций в России: Сборник статей XIII Всероссийской научно-практической конференции (Самара, 18–20 мая 2020 г.)*, 25–30.
24. Титаренко Б.П. (2010) Оптимизация портфеля инновационных проектов в условиях риска и ограничений по ресурсам. *Вестник МГСУ*, 4–1, 234–240.
25. Есенов М.К., Саркисов Д.А., Кеворкова Ж.А. (2021) Методы выбора оптимального портфеля проектов при ограниченном инвестиционном капитале компании для обеспечения требуемой энергоэффективности. *Проблемы экономики и юридической практики*, 17 (2), 71–76.
26. Попова Е.М., Птухина И.С., Радаев А.Е. (2020) Методика обоснования организационно-технологических характеристик комплекса объектов строительства на основе мелко-линейного программирования. *Вестник МГСУ*. 15 (6), 907–938.

## REFERENCES

1. Ferns D.C. (1991) Developments in programme management. *International Journal of Project Management*, 9, 148–156.
2. Archer N.P., Ghasemzaden F. (1999) An integrated framework for project selection. *International Journal of Project Management*, 17 (4), 207–216.
3. Goldratt E.M. (2012) *Tsel: nepreryvnoye usovershenstvovaniye protsesssa*. М.: Popurri, 512.
4. Mokhov V.A. (2022) Binarnaya optimizatsiya: zadachi i algoritmy. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Tekhnicheskiye nauki*, 2 (214), 12–19.
5. Project Management Institute. (2017) *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Guide 6<sup>th</sup> edition (PMBOK6). Newtown Square.
6. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (1997) Portfolio management in new product development: Lessons from the leaders — I. *Research Technology Management*, 40 (5), 16–28.
7. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (2001) Portfolio management for new product development: Results of an industry practices study. *R&D Management*, 31, 361–380.
8. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (2001) *Portfolio Management for New Products*. 2<sup>nd</sup> Ed. New York: Basic Books.
9. Matveyev A.A., Novikov D.A., Tsvetkov A.V. (2005) *Modeli i metody upravleniya portfelyami proyektov*. М.: PMSOFT, 206.
10. Belozherov A. (2016) *Upravleniye portfelem projektov. Novyye metodologicheskiye podkhody i instrumenty*. [online] Available at: <https://blog.iteam.ru/upravlenie-portfelem-proektov-novymetodologicheskies-podhody-i-instrumenty> [Accessed 28.02.2024].
11. Kendall Dzh., Rollinz S. (2004) *Sovremennyye metody upravleniya portfelyami projektov i ofis upravleniya projektami: Maksimizatsiya ROI*. М.: PMSOFT.
12. Nechayeva I.M. (2021) Models of projects portfolio formation in construction business. *Vestnik of St.Petersburg university. Menedzhment*, 20 (2), 242–262. DOI: <http://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2021.205>
13. Yevseyeva M.V. (2019) Upravleniye portfelem projektov i programm: sovremennyye trebovaniya. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Ekonomika. Upravleniye. Pravo*, 19 (2), 165–171. DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2019-19-2-165-171>
14. Golovina O.D., Pushin I.N. (2020) Osnovnyye metody i modeli otbora investitsionnykh projektov v portfel. *Menedzhment: teoriya i praktika*, 1–3, 106–110.
15. Ildarkhanova A.K. (2019) Modeli optimizatsii portfelya projektov, primenyayemyye dlya predpriyatiy priborostroyeniya. *Kazanskiy ekonomicheskyy vestnik*, 2 (40), 18–22.
16. Vlasenko T., Tuhai O. (2020) Fuzzy multi-criteria model for construction project selection in conditions of uncertainty. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7–8, 31–36. DOI: <https://doi.org/10.29013/AJT-20-7.8-31-36>



17. Shamanayev Ye.D., Razumovskaya Ye.A. (2021) On the Question of the Investment Portfolio Setup. *Ekspert: teoriya i praktika*, 1 (10), 46–49. DOI: [https://doi.org/10.51608/26867818\\_2021\\_1\\_46](https://doi.org/10.51608/26867818_2021_1_46)
18. Malyutin I.N., Gorbunova O.A. (2023) Kompleksnyy podkhod k vyboru i otsenke strategii stroitel'noy organizatsii. *Gumanitarnyy nauchnyy zhurnal*, 2–1, 42–47.
19. Dun Ch. (2022) Kompleksnoye upravleniye proyektami i portfelyami projektov v kompanii. *Ekonomika i sotcium*, 5–1 (96), 399–404.
20. Abdukhayeva N.G., Shamsutdinov R.A. (2022) Razvitiye instrumentov upravleniya portfelyami projektov i osobennosti ikh realizatsii v sfere stroitelstva. *Gorizonty ekonomiki*, 5 (71), 45–50.
21. Moskvitin A.V., Zastupov A.V. (2021) Upravleniye portfelem projektov kak instrument realizatsii biznes-strategii. *Problemy sovershenstvovaniya organizatsii proizvodstva i upravleniya promyshlennymi predpriyatiyami: Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov*, 1, 48–53.
22. Nevezhina Ye.O., Lvovich E.M. (2022) Analiz vozmozhnostey ispolzovaniya portfeley projektov. *Ekonomicheskaya bezopasnost: pravovyye, ekonomicheskiye, ekologicheskkiye aspekty: Sbornik nauchnykh statey 7-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Kursk, 8 aprelya 2022 g.)*, 299–302.
23. Belousov V.Ye., Morozov V.P., Nikitin I.S. (2020) Algoritmy formirovaniya i planirovaniya protsessov realizatsii portfelya vzaimosvyazannykh projektov. *Matematicheskiye modeli sovremennykh ekonomicheskikh protsessov, metody analiza i sinteza ekonomicheskikh mekhanizmov. Aktualnyye problemy i perspektivy menedzhmenta organizatsiy v Rossii: Sbornik statey XIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Samara, 18–20 maya 2020 g.)*, 25–30.
24. Titarenko B.P. (2010) Optimizatsiya portfelya innovatsionnykh projektov v usloviyakh riska i ogranicheniy po resursam. *Vestnik MGSU*, 4–1, 234–240.
25. Yesenov M.K., Sarkisov D.A., Kevorkova Zh.A. (2021) Metody vybora optimal'nogo portfelya projektov pri ogranichenom investitsionnom kapitale kompanii dlya obespecheniya trebuyemoy energoefektivnosti. *Problemy ekonomiki i yuridicheskoy praktiki*, 17 (2), 71–76.
26. Popova Ye.M., Ptukhina I.S., Radayev A.Ye. (2020) Metodika obosnovaniya organizatsionno-tehnologicheskikh kharakteristik kompleksa obyektov stroitelstva na osnove drobno-lineynogo programirovaniya. *Vestnik MGSU*. 15 (6), 907–938.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

**КУШНИР Полина Алексеевна**

E-mail: [polinakushnir90@gmail.com](mailto:polinakushnir90@gmail.com)

**Polina A. KUSHNIR**

E-mail: [polinakushnir90@gmail.com](mailto:polinakushnir90@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2208-6821>

**РАДАЕВ Антон Евгеньевич**

E-mail: [TW-inc@yandex.ru](mailto:TW-inc@yandex.ru)

**Anton E. RADAEV**

E-mail: [TW-inc@yandex.ru](mailto:TW-inc@yandex.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0840-6828>

**ТАШЕНОВА Лариса Владимировна**

E-mail: [larisatash\\_88@mail.ru](mailto:larisatash_88@mail.ru)

**Larisa V. TASHENOVA**

E-mail: [larisatash\\_88@mail.ru](mailto:larisatash_88@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5022-0421>

*Поступила: 17.03.2024; Одобрена: 09.04.2024; Принята: 09.04.2024.*

*Submitted: 17.03.2024; Approved: 09.04.2024; Accepted: 09.04.2024.*