

УДК 69.003.13; 69.059

doi: 10.53816/23061456_2025_9–10_11

**МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА РЕКОНСТРУКЦИИ
ОБЪЕКТОВ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
В ОГРАНИЧЕННЫЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ**

**METHODOLOGY FOR OPTIMIZING INVESTMENT PLANNING TO INCREASE
THE EFFICIENCY OF THE RECONSTRUCTION PROCESS OF UNFINISHED
CONSTRUCTION IN A LIMITED PERIOD OF TIME**

Канд. техн. наук Д.В. Бирюков

Ph.D. D.V. Biryukov

Военная академия материально-технического обеспечения им. А.В. Хрулева

В статье представлена методика оптимизации планирования и распределения капитальных вложений для повышения эффективности восстановления и реконструкции объектов незавершенного строительства в ограниченный период времени. На первом этапе проводится начальное распределение объектов по группам. Далее осуществляется выбор оптимального распределения внутри групп по критерию эффективности на основе метода ветвей и границ. В заключении проводится перераспределение остатков капитальных вложений для максимизации объемов восстановления на основе обобщенного алгоритма. Методика позволяет провести оптимальное распределение капитальных вложений для эффективного восстановления объектов, с учетом комплексного показателя эффективности и сформировать план-график восстановления объектов на весь период планирования.

Ключевые слова: методика, объект незавершенного строительства, оптимизация, оценка эффективности, капитальные вложения, алгоритм, восстановление.

The article presents a methodology for optimizing the planning and allocation of capital investments to improve the efficiency of restoration and reconstruction of unfinished construction facilities in a limited period of time. At the first stage, the initial distribution of objects into groups is carried out. Next, the optimal distribution within the groups is selected according to the efficiency criterion based on the method of branches and boundaries. In conclusion, the remaining capital investments are redistributed to maximize recovery volumes based on a generalized algorithm. The methodology allows for the optimal allocation of capital investments for the effective restoration of facilities, taking into account the integrated performance indicator and forming a schedule for the restoration of facilities for the entire planning period.

Keywords: methodology, object of unfinished construction, optimization, efficiency assessment, capital investments, algorithm, restoration.

Введение

В современных условиях развития строительной отрасли и Вооруженных Сил Российской Федерации сформировался ряд противоречий в области обустройства и расквартирования войск (сил). Современным и перспективным системам вооружения и военной техники требуется аналогичная и развитая инфраструктура из комплексов объектов, зданий и сооружений. Широкомасштабное строительство объектов требуется при восстановлении и обустройстве войск на новых территориях, однако на протяжении долгих лет строительство объектов военной инфраструктуры характеризуется наличием незавершенного строительства. Недостроенные и брошенные в процессе строительства объекты образовались по различным организационным и техническим причинам, однако этот процесс имеет устойчивую тенденцию, и с ростом объемов строительства неуклонно растет и число незавершенных объектов. На последней коллегии Министерства обороны РФ в декабре 2024 года были озвучены масштабные организационные мероприятия по завершению строительства и ликвидации недостроенных объектов к 2030 году. Однако общая сумма капитальных вложений, необходимых только для завершения всех недостроенных объектов военной инфраструктуры, в три раза превышает общий годовой бюджет, выделяемый на все строительство в интересах Вооруженных сил РФ. Для всестороннего анализа и разработки эффективных решений, а также повышения операционной эффективности военно-строительного комплекса в интересах Вооруженных сил РФ, необходимо применять комплексный и научно обоснованный подход. В частности, проблема незавершенного строительства требует особого внимания, поскольку традиционные методы и подходы приводят к значительному увеличению капитальных вложений и сроков выполнения строительных работ, что свидетельствует о несоответствии текущего состояния дел и их перспектив развития с планами строительства и восстановления объектов военной инфраструктуры для обустройства и расквартирования войск [1–3].

Проблематика восстановления объектов незавершенного строительства (ОНС) военной инфраструктуры имеет комплексный характер.

Здесь переплетены вопросы консервации объектов, обследования, мониторинга конструкций и оценки их технического состояния для составления исходных данных к обоснованию их вариантов восстановления и реконструкции, усиления и защиты конструкций, технико-экономической оценки параметров вариантов восстановления, определения последовательности восстановления и оптимизации процессов планирования работ, оптимизации капитальных вложений для достижения максимального полезного эффекта для обустройства войск и т.д. [3, 6, 12, 14].

Для достижения поставленных целей в области восстановления незавершенного строительства приоритетной задачей является научно-методическое обоснование методики оптимизации инвестиционных ресурсов и их распределения по времени и по приоритету восстановления объектов. Это позволит повысить эффективность восстановления и реконструкции объектов незавершенного строительства в рамках установленных временных ограничений. Такой подход обеспечит рациональное использование финансовых и материальных ресурсов. В рамках исследования проведен анализ существующих методик и практик управления капитальными вложениями в строительстве, выявлены их сильные и слабые стороны, а также разработаны подходы, учитывающие специфику военно-строительных проектов и современные тенденции. Особое внимание следует уделять вопросам интеграции технологий и методов управления, что позволяет минимизировать возможные негативные последствия и обеспечить достижение поставленных целей в установленные сроки.

Для решения вопросов оценки эффективности восстановления объектов и обоснования оптимального распределения капитальных вложений существует несколько подходов к оптимизации планирования [5, 10, 13]. Анализ существующих методов показывает их основные преимущества и недостатки, а также их применимость для конкретных условий (рис. 1).

С математической точки зрения задача решается на основе методов оптимального распределения ресурсов при минимизации времени и ограниченности капитальных вложений. Выбор метода решения определяется спецификой задачи, доступными вычислительными мощностями

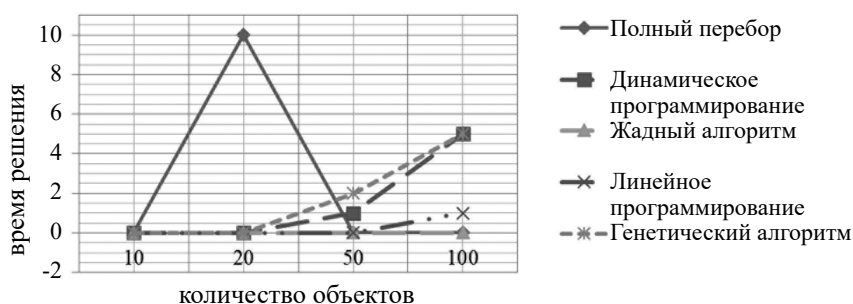


Рис. 1. Сравнение математических методов оптимизации

и точностью результата. Широко известен метод линейного программирования, который работает быстрее, чем метод полного перебора и динамического программирования, однако решение происходит медленнее, чем по методу жадных алгоритмов. Стоит так же учитывать точность предлагаемых решений и высокую вероятность удовлетворения всех условий решения и реализации. Сравнение методов позволяет сделать вывод о том, что метод линейного программирования, несмотря на свою эффективность в определенных условиях, не всегда является оптимальным выбором для задач средней сложности. В таких случаях более предпочтительным является метод ветвей и границ, который обладает рядом преимуществ [7].

Методика

Методика направлена на разработку оптимального плана распределения инвестиций и формирование последовательности восстановления объектов. Цель — максимизировать эффективность восстановления Z в пределах установленного времени T и достичь оптимального распределения капитальных вложений КВ. На первом этапе производится начальное распределение по группам, по предназначению для определения технико-экономических характеристик и оценки технического состояния. Таким образом, имеем в каждой из n групп N_i объектов ($i = 1, 2, \dots, n$), при этом должно соблюдаться условие

$$\sum_{i=1}^n N_i = N,$$

где N — количество ОНС;

n — количество групп;

N_i — количество объектов в группе.

Для каждой группы объектов необходимо определить показатель, отражающий их функциональные характеристики X_i , $i = 1, 2, \dots, n$. Например, для специальных объектов целесообразно использовать показатель производственной мощности, который отражает их способность к выполнению задач. Для объектов хранения ключевым параметром является складская площадь, определяющая их вместимость и эффективность использования пространства. Эти показатели позволяют проводить сравнительный анализ объектов внутри каждой группы и обеспечивают объективную оценку их эксплуатационных возможностей. Определим значение показателей для всех объектов внутри групп

$$X_j^i, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, N_i.$$

Так же определим C_j^i — стоимость восстановления;

T_j^i — продолжительность работ [8].

Далее определим относительную потребность группы:

$$\Pi_i = \frac{X_{\text{гр.потр.}}^i}{X_{\text{гр.штат.}}^i} \times 100 \%, (i = 1, 2, \dots, n),$$

где $X_{\text{гр.потр.}}^i$ — абсолютная потребность в соответствующем показателе;

$X_{\text{гр.штат.}}^i$ — штатная обеспеченность в том же показателе группы.

Вычисление удельной стоимости показателя для группы объектов незавершенного строительства осуществляется по формуле:

$$C_{\text{уд.гр.}}^i = \frac{\sum_{j=1}^{N_i} C_j^i}{\sum_{j=1}^{N_i} X_j^i}, (i = 1, 2, \dots, n),$$

где $\sum_{j=1}^{N_i} C_j^i$ — общая стоимость восстановления i -й группы;
 $\sum_{j=1}^{N_i} x_j^i$ — суммарный полезный эффект i -й группы.

Расчет доли инвестиций на восстановление группы осуществляется по формуле [5]:

$$k_i = \frac{C_i^{\text{уд.гр.}} \Pi_i}{\sum_{i=1}^n C_i^{\text{уд.гр.}} \Pi_i} \times 100 \%,$$

где k_i — доля группы в общем бюджете КВ.

Объем инвестиций, необходимых для восстановления осуществляется по формуле:

$$\text{КВ}_i = k_i \text{КВ}, (i = 1, 2, \dots, n),$$

где КВ_i — вложения группы ОНС.

Далее осуществляется определение плана реконструкции в группах с учетом эффективности. В группе проводится отбор ОНС, восстановление которых за период T при бюджете КВ_i будет наиболее эффективным. Целевая функция выглядит следующим образом:

$$Z^i = \sum_{j=1}^{N_i} x_j^i b_j^i \rightarrow \max,$$

где $b_j^i \in \{0; 1\}$ — бинарная переменная (1 — если объект j выбран, и 0 — в противном случае).

При этом функция имеет ограничения:

$$\sum_{j=1}^{N_i} K_j^i b_j^i I_j^t \leq \text{КВ}_i, t = 1, 2, \dots, T,$$

где I_j^t — индикаторная функция, равная 1, если работы ведутся на объекте j в году t .

Данная задача представляет собой целочисленную задачу линейного программирования. В зависимости от количества объектов ее решение возможно несколькими методами: при малом количестве объектов (менее 10) — метод перебора всех вариантов; при среднем количестве (до 30) — метод ветвей и границ; при большем количестве объектов — программные инструменты математического моделирования. Решение задачи оптимизации основано на применении метода ветвей и границ. Создаем корневой узел, в котором все переменные b_j^i свободны и вычисляем верхнюю границу Z^i для корневого узла как сумму всех выгод:

$$Z_{\text{верх}}^i = \sum_{j=1}^{N_i} x_j^i.$$

Проводим инициализацию текущего лучшего решения $Z_{\text{лучшее}}^i = -\infty$. Определяется b_j^i для ветвления. Создаются две подзадачи: $b_j^i = 0$, $b_j^i = 1$, для которых определяется $Z_{\text{верх}}^i$. Если $Z_{\text{верх}}^i \leq Z_{\text{лучшее}}^i$, то подзадача не рассматривается. Если подзадача допустима, то если $Z^i > Z_{\text{лучшее}}^i$, обновляем $Z_{\text{лучшее}}^i$. Если все переменные зафиксированы, то это решение является кандидатом на оптимальное. Данное ветвление повторяется для всех подзадач. Алгоритм решения задачи методом ветвей и границ по объектам представлен на рис. 2.

По итогам первых двух этапов мы решаем задачу начального распределения капитальных вложений по группам объектов КВ_i , ($i = 1, 2, \dots, n$) и осуществляем выбор оптимального плана восстановления внутри групп. На заключительном этапе методики необходимо произвести перераспределение остатков капитальных вложений для максимизации восстановления ОНС. Очевидно, что в каждой из групп денежные средства КВ_i не могут быть освоены в полном объеме. В связи с этим требуется решить задачу, по перераспределению остатков денежных средств таким образом, чтобы добиться максимального уровня освоения капитальных вложений и максимизации эффективности восстановления объектов незавершенного строительства. Определение суммы неосвоенных капитальных вложений в каждой группе:

$$\Delta \text{КВ}_i^t = \text{КВ}_i - \text{КВ}_i^{t, \text{факт}},$$

где $i = 1, 2, \dots, n$, $t = 1, 2, \dots, T$, $\text{КВ}_i^{t, \text{факт}}$ — сумма капиталовложений в группе за год t .

Расчет общей суммы неосвоенных вложений по годам осуществляется по формуле:

$$\Delta \text{КВ}^t = \sum_{i=1}^n \Delta \text{КВ}_i^t, t = 1, 2, \dots, T.$$

Формируются данные по распределению капитальных вложений (табл. 1).

Построение решения происходит следующим образом: рассчитывается обобщенный показатель эффективности восстановления для каждого объекта, не попавшего в первоначаль-

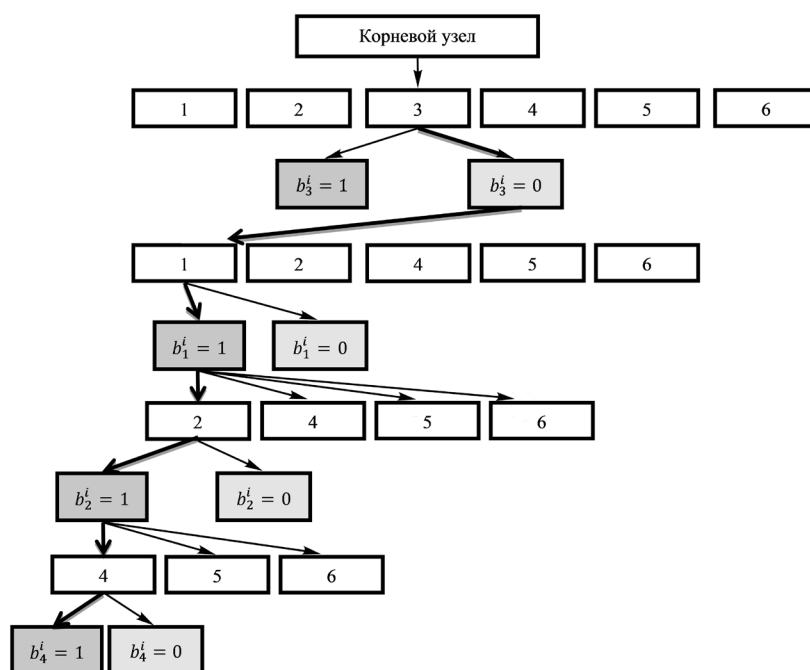


Рис. 2. Алгоритм решения задачи методом ветвей и границ на примере распределения капитальных вложений по шести объектам незавершенного строительства

Таблица 1

Исходные данные по распределению капитальных вложений

Группа ОНС	Бюджет группы	Распределение средств по годам			
		1	2	...	T
1	KB_1	$KB_1^{1, \text{факт}}$	$KB_1^{2, \text{факт}}$	...	$KB_1^{T, \text{факт}}$
2	KB_2	$KB_2^{1, \text{факт}}$	$KB_2^{2, \text{факт}}$	...	$KB_2^{T, \text{факт}}$
...	...	...	...	...	...
n	KB_n	$KB_n^{1, \text{факт}}$	$KB_n^{2, \text{факт}}$	...	$KB_n^{T, \text{факт}}$
Общий	KB	$KB^{1, \text{факт}}$	$KB^{2, \text{факт}}$	...	$KB^{T, \text{факт}}$
Остаток		ΔKB^1	ΔKB^2	...	ΔKB^T

ный перечень; решается задача выбора оптимального плана восстановления для объектов, не попавших в первоначальный перечень; уточняется решение начальной задачи. Введем относительный показатель эффективности восстановления:

$$\varphi_i^j = \frac{x_j^i}{X_{\text{гр.потр.}}^i} \times 100 \%,$$

где φ_i^j — относительный показатель эффективности восстановления ОНС.

Исходные данные для решения принимают вид (табл. 2). Решение задачи аналогично решению, рассматриваемому на втором этапе. В результате решения получаем перечень объектов из разных групп, которые необходимо включить в разрабатываемый план восстановления. Для оптимизации восприятия и повышения эффективности управления процессом восстановления предлагается использовать комплексный план-график, охватывающий весь период распределения капитальных вложений для восста-

новления объектов. Данный подход позволяет структурировать задачи, распределить ресурсы и минимизировать временные и финансовые затраты, что является критически важным в контексте организации восстановления объектов незавершенного строительства (табл. 3).

Внедрение предложенного инструмента позволит обеспечить прозрачность и контроль за выполнением работ, а также повысить качество и надежность строительства объектов.

Бюджет: $[\Delta KB^i] = [\Delta KB^1, \Delta KB^2, \dots, \Delta KB^T]$, общий срок планирования прежний — T .

Таблица 2

Исходные данные для решения

Номер группы ОНС	Номер ОНС в группе	Стоимость, C_j^i	Время, T_j^i	Затраты, K_j^i	Показатель, Φ_i^j
1	1	C_1^1	T_1^1	K_1^1	Φ_1^1
2	2	C_2^2	T_2^2	K_2^2	Φ_2^2
....			...		
n	N_i	C_j^i	T_j^i	K_j^i	Φ_i^j

Таблица 3

План-график восстановления ОНС на весь период

№ п/п	№ группы	№ ОНС в группе	Период работ				
			1	2	3	...	T
1	1	1	K_1^1	K_1^1	K_1^1	...	
2		2		K_2^1	K_2^1	...	
...		...	...	...	...	...	...
N_1		N_1			K_{N1}^1	...	K_{N1}^1
			$KB_1^{1, \text{факт}}$	$KB_1^{2, \text{факт}}$	$KB_1^{3, \text{факт}}$		$KB_1^{T, \text{факт}}$
$N_1 + 1$	2	1	K_1^2	K_1^2		...	
$N_1 + 2$		2		K_2^2		...	
...		...	...	...	...	...	...
$N_1 + N_2$		N_2	K_{N2}^2	K_{N2}^2	K_{N2}^2	...	
			$KB_2^{1, \text{факт}}$	$KB_2^{2, \text{факт}}$	$KB_2^{3, \text{факт}}$		$KB_2^{T, \text{факт}}$
$N - N_n$	n	1	K_1^n	K_1^n	K_1^n	...	K_1^n
$N - N_n + 1$		2	K_2^n			...	
...		...	...	...	...	...	...
N		N_n			K_{Nn}^n	...	
			$KB_n^{1, \text{факт}}$	$KB_n^{2, \text{факт}}$	$KB_n^{3, \text{факт}}$		$KB_n^{T, \text{факт}}$
Капиталовложения в год			$KB^{1, \text{факт}} = \sum_{i=1}^n KB_i^{1, \text{факт}}$	$KB^{2, \text{факт}}$	$KB^{3, \text{факт}}$		$KB^{T, \text{факт}}$

Таким образом предлагается методика оптимизации инвестиционных ресурсов для повышения эффективности процесса восстановления и реконструкции объектов незавершенного строительства в условиях ограничений по времени. Графическое представление алгоритма оптимизации представлено на рис. 3. Представленный подход дает возможность планировать и контролировать объемы инвестиций по годам, оценить прирост полезного эффекта от восстановления незавершенного строительства военной инфраструктуры (табл. 4).

Модель расчета показателей эффективности восстановления объектов незавершенного строительства показывает прирост показателей по сравнению с обычным распределением капитальных вложений, что свидетельствует о работоспособности принятой методики при восстановлении объектов незавершенного строительства военной инфраструктуры (рис. 4 и 5).

Ввиду сложности расчетов и параметров распределения капитальных вложений для восстановления объектов незавершенного строительства данный процесс оптимизации

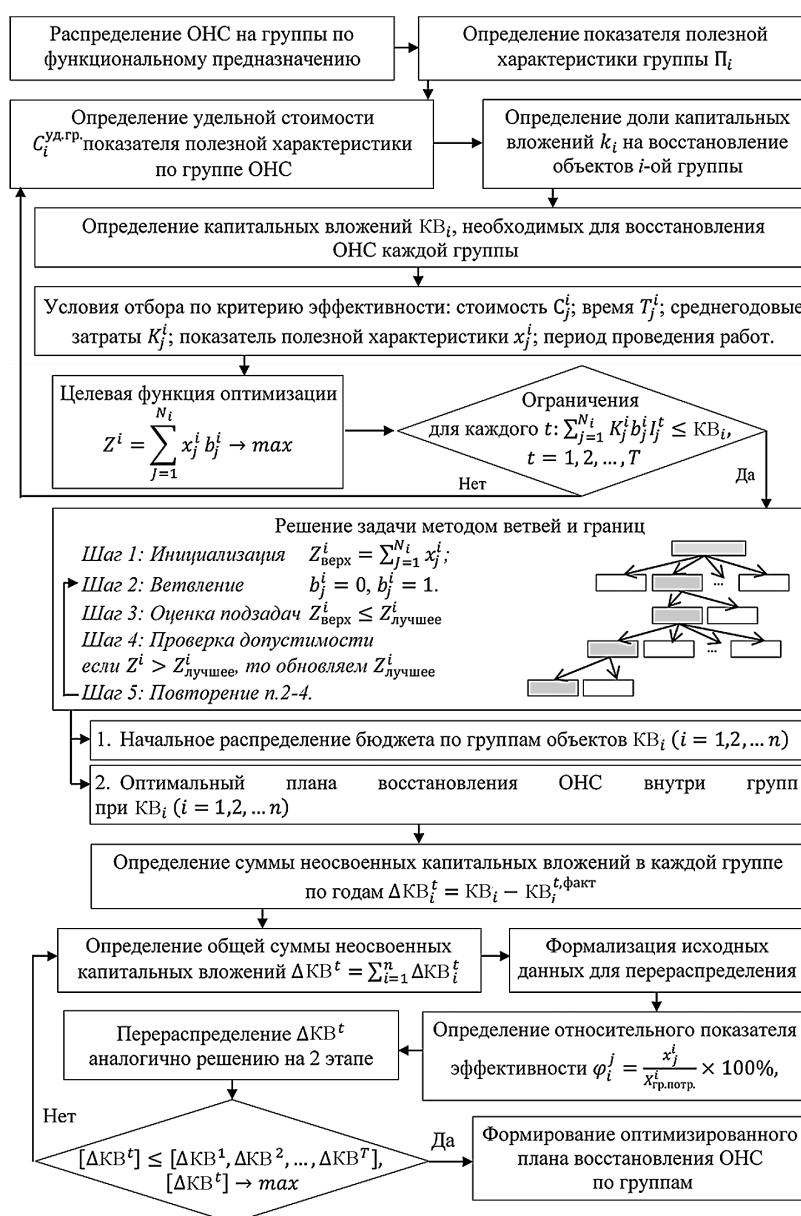


Рис. 3. Алгоритм оптимизации инвестиций для повышения эффективности процессов восстановления и реконструкции объектов незавершенного строительства в условиях ограничений по времени реализации

Таблица 4

Оценка прироста полезного эффекта от восстановления ОНС по годам

Группа ОНС	Полезная характеристика группы	Эффект по годам				Общий эффект	Относительный общий эффект, %
		1	2	...	T		
1	X_1	X_1^1	X_1^2	...	X_1^T	$\sum X_1^t$	$\frac{\sum X_1^t}{X_{\text{гр.потр.}}^1}$
2	X_2	X_2^1	X_2^2	...	X_2^T	$\sum X_2^t$	$\frac{\sum X_2^t}{X_{\text{гр.потр.}}^2}$
...	...	...	...	...	...	...	...
n	X_n	0	X_n^2	...	X_n^T	$\sum X_n^t$	$\frac{\sum X_n^t}{X_{\text{гр.потр.}}^n}$

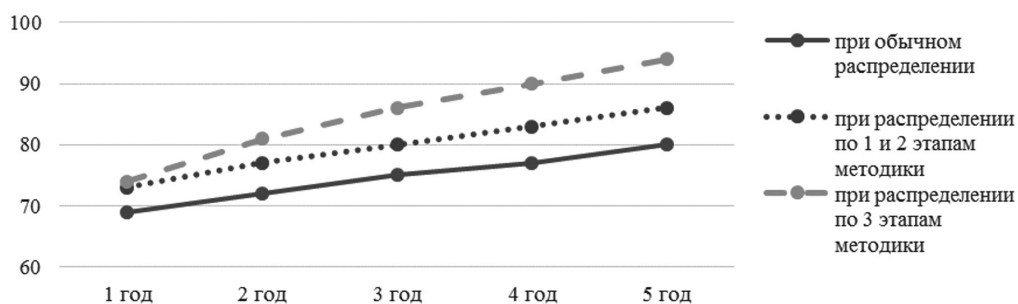


Рис. 4. Оценка эффективности восстановления ОНС, %

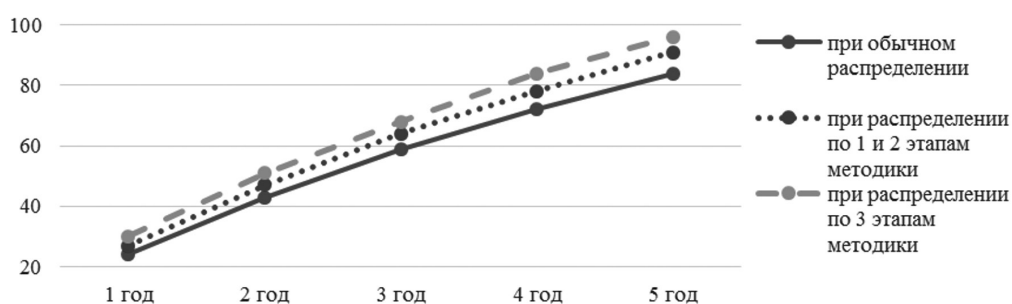


Рис. 5. Количество восстанавливаемых ОНС, % от потребности

возможно внедрить в ряд существующих программ и алгоритмов расчета [4, 9–11].

Выводы

Методика представляет собой комплексный подход к оптимизации инвестиций при реконструкции объектов незавершенного строительства. Подход основывается на применении комплексного показателя эффективности, который интегрирует различные параметры функционирования объектов. Преимуществом методики явля-

ется ее способность обеспечивать оптимальное распределение вложений при достижении максимального полезного эффекта.

Научная новизна методики заключается в обосновании целевой функции оптимизации капитальных вложений, в разработке комплексного показателя оценки эффективности восстановления объектов и создании алгоритма оптимизации капитальных вложений, направленного на повышение эффективности восстановления незавершенного строительства военной инфраструктуры в заданный вре-

менной период. Методика базируется на применении методов линейного программирования и ветвей и границ, что обеспечивает более точный и обоснованный подход к решению поставленных задач.

Практическая значимость методики заключается в ее способности обеспечить прогнозирование распределения инвестиций по временным периодам и моделирование динамики роста полезного эффекта от восстановления незавершенного строительства на протяжении расчетного временного интервала. Это позволяет рассматривать методику как высокоэффективный инструмент в контексте организации и планирования мероприятий по завершению строительства объектов военной инфраструктуры. Методика обладает значительным потенциалом для оптимизации процессов восстановления и повышения экономической эффективности инвестиционных вложений в объекты незавершенного строительства.

Список источников

1. Бирюков А.Н., Бирюков Д.В. Оценка реализации объектов незавершенного строительства военной инфраструктуры // *Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году: сб. науч. тр. / РААСН. М.: Изд-во АСВ, 2017. С. 115–124.*
2. Бирюков А.Н., Тилинин Ю.И. Проблема выбора эффективных способов реконструкции исторических зданий, эксплуатируемых организациями Санкт-Петербургского гарнизона // *Коммунально-эксплуатационное обеспечение военной инфраструктуры: горизонты будущего: сб. ст. СПб.: ВА МТО, 2023. С. 144–148.*
3. Бирюков Д.В. Возобновление незавершенного строительства // *Нормирование и оплата труда в строительстве. 2019. № 3. С. 61–64.*
4. Бирюков Д.В., Бондарев А.В., Лешкович В.В. Экономико-математическая модель оптимизации финансовых ресурсов при восстановлении объектов незавершенного строительства // *Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2025. № 2 (34). С. 157–168.*
5. Бирюков Д.В., Денисов В.Н. Обоснование включения объектов незавершенного строительства в инвестиционную деятельность // *Архитектура — строительство — транспорт: материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 04–06 октября 2017 года. Часть II. СПб: ГАСУ, 2017. С. 5–11.*
6. Гайсарова А.А., Палатай В.В. Об алгоритме оценки эффективности реализации инвестиционных проектов строительства рекреационных объектов // *Экономика строительства и природопользования. 2020. № 1 (74). С. 42–47.*
7. Система поддержки принятия решений по восстановлению зданий: пат. 2716351 Рос. Федерация. № 2019120710; заявл. 01.07.19; опубл. 11.03.20, Бюл. № 8. 5 с.
8. Автоматизированная система управления восстановлением объектов инфраструктуры: пат. 2721663 Рос. Федерация. № 2019134364, заявл. 25.10.19; опубл. 21.05.20, Бюл. № 15. 4 с.
9. Автоматизированная система управления и планирования развития строительной организации: пат. 2722002 Рос. Федерация. № 2019129210, заявл. 16.09.19; опубл. 25.05.20, Бюл. № 15. 4 с.
10. Программа распределения капитальных вложений для восстановления зданий: свид. о гос. рег. программ для ЭВМ № 2019614802 Рос. Федерация. № 2019611939; заявл. 20.02.19; опубл. 15.04.19.
11. Программный комплекс расчета и оценки физического износа зданий, поврежденных в результате техногенных воздействий: свид. о гос. рег. программ для ЭВМ № 2024685758 Рос. Федерация. № 2024684557; заявл. 21.10.2024; опубл. 01.11.2024.
12. Розанцева Н.В. Организация строительства линейного объекта с учетом существующего ряда ошибок // *Путевой навигатор. 2024. № 58 (84). С. 92–99.*
13. Хамроева И.Н. Оценка технико-экономической эффективности от реализации инвестиционных проектов по строительству (реконструкции) объектов: методическое указания. Ташкент: Fan va texnologiya, 2014. 24 с.
14. Шестакова Е.Б., Шестаков П.Д. Искусственные сооружения на ВСМ: прогнозирование и моделирование рисков для эффективных проектных решений // *Путевой навигатор. 2025. № 62 (88). С. 64–77.*

References

1. Biryukov A.N., Biryukov D.V. Evaluation of the implementation of military infrastructure construction projects in progress // Fundamental, exploratory and applied research of the Russian Academy of Natural Sciences on scientific support for the development of architecture, urban Planning and the construction industry of the Russian Federation in 2016: Collection of scientific Papers of the Russian Academy of Sciences, Moscow: DIA Publishing House, 2017. Pp. 115–124.
2. Biryukov A.N., Tilinin Yu.I. The problem of choosing effective methods of reconstruction of historical buildings operated by organizations of the St. Petersburg garrison // Municipal and operational support of military infrastructure: horizons of the future: Collection of articles, St. Petersburg, August 17, 2023. Saint Petersburg: VA MTO, 2023. Pp. 144–148.
3. Biryukov D.V. Resumption of unfinished construction // Rationing and remuneration of labor in construction. 2019. No 3. Pp. 61–64.
4. Biryukov D.V., Bondarev A.V., Leshkovich V.V. An economic and mathematical model for optimizing financial resources in the restoration of unfinished construction // Actual problems of military scientific research. 2025. No 2 (34). Pp. 157–168.
5. Biryukov D.V., Denisov V.N. Justification for the inclusion of unfinished construction sites in investment activities // Architecture — construction — Transport: Proceedings of the 73rd scientific conference of professors, lecturers, researchers, engineers and graduate students of the University. In 3 parts, St. Petersburg, October 04–06, 2017. Vol. II. St. Petersburg: GASU, 2017. Pp. 5–11.
6. Gaisarova A.A., Palatai V.V. On the algorithm for evaluating the effectiveness of investment projects for the construction of recreational facilities // Economics of construction and environmental management. 2020. No 1 (74). Pp. 42–47.
7. Russian Federation Patent № 2716351, 01.07.2019 Decision support system for building restoration // appl. № 2019120710. Published 11.03.2020. Bulletin № 8.
8. Russian Federation Patent №. 2721663, 25.10.2019 Automated control system for the restoration of infrastructure facilities // appl. № 2019134364. Published 05.21.2020. Bulletin № 15.
9. Russian Federation Patent № 2722002, 16.09.2019 Automated system for managing and planning the development of a construction organization // appl. № 2019129210. Published 25.05. 2020. Bulletin № 15.
10. Certificate of state registration of computer programs № 2019614802 Russian Federation. Capital investment allocation program for building restoration: № 2019611939; application 20.02.2019: published 15.04.2019.
11. Certificate of state registration of computer programs № 2024685758 Russian Federation. Software package for calculating and evaluating the physical wear of buildings damaged as a result of man-made impacts: № 2024684557; application 21.10.2024: published 01.11.2024.
12. Rozantseva N.V. The organization of the construction of a linear object, taking into account the existing number of errors // Way navigator. 2024. No 58 (84). Pp. 92–99.
13. Khamroeva I.N. Assessment of technical and economic efficiency from the implementation of investment projects for the construction (reconstruction) of facilities: A methodological note. Tashkent: Fan va texnologiya, 2014. 24 p.
14. Shestakova E.B., Shestakov P.D. Artificial structures on the high-speed railway: forecasting and modeling risks for effective design solutions // Travel Navigator. 2025. No 62 (88). Pp. 64–77.