

Научная статья

УДК 658.5:012

EDN: UEVQNI

DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-348-355



Моделирование и методы оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур управления строительных компаний

Сират Джавед¹✉

¹Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Целью данного исследования является анализ моделей и методов оптимизации затрат, связанных с развитием кластеризованных организационных структур в строительных компаниях. Методы, используемые в исследовании, включают анализ существующих подходов, имитационное моделирование и анализ эконометрических уравнений. В результате проведенного анализа представлены различные подходы к оценке и оптимизации затрат, применяемые в строительной сфере. Особое внимание уделено разработке сложных моделей и их оптимизации в условиях неопределенности с использованием имитационного моделирования различных сценариев развития кластерных организационных структур строительных компаний. Данный анализ также включает оценку преимуществ и недостатков эконометрических полулинейных динамических уравнений и возможность их применения в контексте данного исследования. Обсуждение результатов подчеркивает важность интеграции различных методов оптимизации для достижения наилучших результатов в управлении строительными компаниями. Кроме того, выявлены потенциальные области для дальнейших исследований. Полученные результаты могут быть полезны для разработки стратегий развития и принятия инвестиционных решений в строительной отрасли. Выводы исследования подтверждают значимость применения современных методов оптимизации затрат для повышения эффективности управления строительными компаниями и их конкурентоспособности на рынке строительных услуг.

Ключевые слова: моделирование, оптимизация затрат, развитие кластеризации, организационные структуры, строительные компании

Для цитирования: Сират Джавед. Моделирование и методы оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур управления строительных компаний // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 2. С. 348–355. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-348-355>. EDN: UEVQNI.

Original article

Modeling and optimization of costs associated with the development of clustered organizational management structures in construction companies

Jawed Serat¹✉

¹Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia

Abstract. The article aims to examine models and methods of cost optimization associated with the development of clustered organizational structures in construction companies. The research methodology involved an analysis of existing approaches, simulation modeling, and econometric equation analysis. As a result, different approaches to cost estimation and optimization applied in the construction sphere are presented. Particular attention is paid to the development of complex models and their optimization under the conditions of uncertainty through simulation modeling of various scenarios of cluster organizational structures in construction companies. The analysis also includes an assessment of the advantages and disadvantages of econometric semi-linear dynamic equations and the feasibility of their application. The discussion section emphasizes the importance of integrating different optimization methods to achieve the most optimal outcome in the management of construction companies. Further research

directions are outlined. The results can be relevant when formulating development strategies and making investment decisions in the construction sphere. The research conclusions confirm the significance of applying modern cost optimization methods to improve the management efficiency of construction companies and their competitiveness in the market of construction services.

Keywords: modeling, cost optimization, clustering development, organizational structures, construction companies

For citation: Serat Jawed. Modeling and optimization of costs associated with the development of clustered organizational management structures in construction companies. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(2):348-355. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-2-348-355>. EDN: UEVQNI.

ВВЕДЕНИЕ

Для обоснования долгосрочных планов и выбора наиболее эффективной стратегии развития на различных уровнях и этапах организационных структур строительных компаний необходимо провести всесторонний анализ затрат, связанных с реализацией различных стратегий в строительной отрасли.

С этой целью разрабатываются разнообразные системы, предназначенные для

содействия в принятии решений. Одним из ключевых компонентов является модель интеллектуальной системы оценки затрат, предлагаемая для интеграции в процесс разработки кластеризованных организационных структур строительных компаний.

На рисунке представлены основные методы и модели оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур в строительных компаниях.



Основные методы оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур

The main methods of cost optimization for the development of clustered organizational structures

Эти методы и модели представляют собой мощные инструменты анализа и планирования, позволяющие строительным компаниям эффективно распределять ресурсы и минимизировать затраты при развитии и управлении своими организационными структурами.

Развитие кластеризованных организационных структур в строительстве играет важную роль в обеспечении эффективности деятельности компаний в данной отрасли.

Строительные проекты часто являются сложными и масштабными задачами,

требующими эффективного управления ресурсами, оптимизации затрат и контроля качества.

Моделирование и методы оптимизации затрат предоставляют строительным компаниям необходимые инструменты для анализа и управления этими процессами.

Разработка оптимальных стратегий на основе этих методов и моделей способствует повышению производительности, улучшению качества строительных работ и увеличению конкурентоспособности строительных компаний. Это позволяет компаниям эффективно использовать свои ресурсы, достигать поставленных целей и успешно реализовывать строительные проекты.

МЕТОДЫ

В современной строительной индустрии моделирование и методы оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур строительных компаний играют ключевую роль в обеспечении устойчивого развития отрасли. С 2001 г. комплексное устойчивое развитие городов в Афганистане стало одним из приоритетных направлений западной региональной политики [1]. В рамках этой политики активно развиваются новые технические и организационные системы – кластеры, которые являются важным фактором модернизации локаций в строительной сфере. Кластеризация стала определяющей тенденцией в модернизации экономических и экологических аспектов строительных локаций [2].

Важную роль в формировании и развитии кластеризованных организационных структур играют способности систем к самоорганизации, эмерджентности и синергии.

Однако воздействие стохастических факторов и множественные сценарии развития делают процесс оптимизации затрат на развитие организационных структур строительных компаний сложным и многогранным. В связи с этим становится актуальной задача разработки надежных моделей и методов для оценки ожидаемой экономической эффективности и последствий эксплуатации кластеризованных организационных структур в строительстве Афганистана.

Необходимо создать системы поддержки принятия решений, способные обеспечить эффективное управление развитием кластерных организационных структур на различных этапах их жизненного цикла в условиях неопределенности и нечеткости [3–5].

Важным направлением исследования является разработка современных методов управления системами, основанных на прогнозировании последствий различных вероятностных процессов. Такие методы помогут эффективно

управлять развитием кластеризованных организационных структур в строительной отрасли Афганистана, учитывая неопределенность и риски внешней и внутренней среды. В целом, развитие интеллектуальных систем с нечеткой логикой, способных решать многокритериальные задачи в условиях неоднозначности, является неотъемлемой частью современного подхода к управлению развитием кластеризованных организационных структур в строительстве Афганистана. Для прогнозирования будущих показателей, отражающих экономическую эффективность работы системы, применяются разнообразные методы сбора и анализа данных [6, 7]. Особенно эффективным подходом является использование метода, основанного на разработке математической модели процесса, происходящего в реальной системе через временные ряды, для достижения наилучшей точности и предсказательной способности моделирования. Этот процесс включает в себя анализ текущего состояния организационных структур строительных компаний, оценку затрат на их развитие и применение различных методов для оптимизации этих затрат с целью улучшения эффективности деятельности предприятий в сфере строительства [8].

Ключевым этапом является анализ различных моделей, используемых для оценки затрат на развитие организационных структур, включая методы оптимизации затрат, стоимостной оценки инвестиций и анализ факторов, влияющих на затраты. Важным этапом является моделирование процесса развития организационных структур строительных компаний, что позволяет предсказать возможные изменения в структурах и оценить их влияние на затраты предприятий. Наконец, оптимизация затрат на развитие организационных структур включает в себя применение различных методов и стратегий для сокращения затрат на строительство и повышения эффективности использования ресурсов строительных компаний, таких как пересмотр строительного-производственных процессов, внедрение современных технологий и автоматизация рабочих процессов [9–11]. Анализ моделирования и оптимизации затрат на развитие организационных структур строительных компаний играет важную роль в укреплении их конкурентоспособности и устойчивости на рынке строительства.

Применение методов, основанных на разработке математических моделей процессов через временные ряды, позволяет достичь высокой точности предсказательной способности моделирования. Они играют ключевую роль в повышении эффективности управления деятельностью строительных компаний, обес-

печивая надежные прогнозы и оптимизацию затрат. Важным инструментом в этом процессе является использование инновационных подходов, что способствует улучшению точности предсказательной способности моделей, а также позволяет принимать более обоснованные управленческие решения [12].

Подходы к разработке сложных систем и анализу их временных рядов показывают, что в течение продолжительного времени статистический анализ временных рядов в значительной степени опирается на однофакторные линейные модели, такие как модели авторегрессии-скользящего среднего, что представлено в формуле 1.

$$Y_t = c_0 + \sum_{i=1}^p c_i y_{t-1} + \sum_{i=1}^k d_i e_{t-1} + e_t \quad (1)$$

где y_t – характер наблюдаемого результата для определенной величины, p – порядок авторегрессии, k – порядок скользящего среднего, c_0 , c_i , d_i – параметры модели, t – временные интервалы, e_t – случайная ошибка.

Многофакторные модели применяются для анализа связи между целевыми показателями и переменными, которые представляют собой различные временные ряды.

$$Y_t = c_0 + \sum_{q=1}^p \sum_{i=1}^{p(q)} c_i^{(q)} y_{t-r_i} + e_t \quad (2)$$

где q – порядковый номер временного ряда.

В настоящее время моделирование и оптимизация затрат на развитие кластеризованных организационных структур в строительной индустрии привлекают значительное внимание исследователей. Однако, несмотря на то, что простые линейные модели демонстрируют некоторую прогностическую способность при использовании стандартных методов численного анализа, их применимость становится ограниченной в условиях нелинейных процессов [13, 14].

Это обстоятельство стимулировало разработку новых методов анализа временных рядов, которые способны учитывать нелинейные динамики, характерные для реальных систем в строительной индустрии. Одним из таких методов являются модели с ярлыками (Label), представляющие собой комбинацию линейных моделей с коэффициентами, изменяющимися во времени. Кроме того, развитие моделей кластеризованных организационных структур строительных компаний открывает новые перспективы для моделирования нелинейных факторов в строительных процессах [15]. В системе поддержки принятия решений для оптимизации затрат на развитие кластерной организационной структуры строительных компаний рекомендуется включить в параметры

рентабельность эксплуатации в указанный период в качестве целевой функции для строительных операций [22].

$$K = \frac{g(t+\Delta t)}{c} \quad (3)$$

где K – рентабельности, g – прибыль за определенный период времени ($t+\Delta t$), c – соответствующие затраты.

Использование моделей представляет собой расширение традиционных подходов к анализу временных рядов, что открывает новые возможности для моделирования как линейных, так и хаотических явлений. Этот метод подробно рассматривается в различных исследованиях.

$$Y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}) + e_t \quad (4)$$

Многоуровневая нейронная сеть может быть модифицирована для обработки непрерывных нелинейных функций, что открывает возможности применения ее в моделировании строительно-производственных процессов и операций строительных компаний [16].

Вместо простого отображения поверхности, сформированной данными с одной гиперплоскостью, несколькими гиперплоскостями (Label) в фазовом пространстве, нейронная сеть способна осуществлять случайное нелинейное отображение [17].

При наличии значительного количества стохастических динамических факторов возникают сложности и препятствия [18]. В таких ситуациях необходимо применять исключительно эвристический подход. Индекс рентабельности позволяет оценить прогнозируемую экономическую эффективность функционирования организационных структур строительных компаний, объединенных в кластеры, что соответствует всем требованиям критериев оптимизации. Оптимальным решением будет выбор наибольшего значения целевой функции из альтернативных вариантов при условии минимизации затрат и соблюдении других ограничений.

$$C_{ij}(t) = \sum_{j=1}^p \alpha_{jp} x_{jp}(y_{mn}, t-1, e) \quad (5)$$

где C_{ij} – основной показатель, x_{ij} – функция, описывающая воздействие фактора k на основные показатели, y_{mn} – влияющий фактор, α_{jp} – параметры модельной системы, t – время.

Идентификация параметров модели осуществляется путем проверки уравнений (5) с переменными, отражающими работу и зависимость затрат каждого вида операций структурных подразделений кластеризованных организационных структур от факторов воздействия.

На следующем этапе моделирования происходит корректировка параметров модели и проведение корреляционно-регрессионного анализа для определения степени влияния входных переменных модели на конечный показатель эффективности кластеризованных организационных структур строительных компаний, исключая при этом влияние, связанное с корреляцией. В реальных сложных системах, таких как кластеризованные организационные структуры, часто отмечается отсутствие

условия независимости, что представляет собой одно из препятствий на пути создания соответствующих математических моделей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты факторного анализа переменных моделей позволяют более глубоко понять влияние различных факторов на управление организационно-технологическими решениями и сроками строительства.

Рассмотрим конкретные результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Результаты факторного анализа переменных моделей

Table 1. Results of factor analysis of variable models

Основные показатели	Внутренние факторы	Внешние факторы
Организационно-технологические стратегии	0,867	0,167
Децентрализация процесса принятия решений в строительстве	0,848	0,141
Увеличение надежности организационно-технологических процессов	0,761	0,318
Взаимодействие с производственным циклом	0,106	0,712
Повышение качества выпускаемой строительной продукции	0,184	0,687
Учет конструктивного и строительно-производственного характера	0,386	0,486
Разработка архитектурно-планировочных решений	0,215	0,651
Оценка влияния инфраструктуры региона и значимости инноваций в строительстве	0,436	0,263

Факторы включают в себя все переменные, связанные с децентрализацией принятия решений, архитектурным планированием, конструктивными и строительно-производственными процессами. Большое внимание

уделяется значению, связанному с ускорением выполнения работ в строительстве, что свидетельствует о влиянии данных факторов на эффективность управления организационными структурами строительных компаний.

Таблица 2. Группировка строительных компаний по кластерам

Table 2. Grouping of construction companies by clusters

Группы компаний	Участники	Внутренние факторы	Внешние факторы	Основные организационные структуры		
				Простые	Классические	Новые
1	15	1,12	-0,11	37 %	19 %	21 %
2	11	1,04	1,00	11 %	41 %	25 %
3	7	-0,67	-0,75	18 %	61 %	5 %
4	5	0,26	0,13	12 %	36 %	39 %

На основе проведенного моделирования были выявлены следующие результаты (табл. 2):

- при оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур строительных компаний оправдано увеличение нормативной продолжительности на 10–15 %, что способствует более эффективному использованию ресурсов и снижению затрат;

- сокращение сроков строительства требует увеличения затрат на общую технологию – часто не компенсируется уменьшением срока работы техники и рабочих на объекте. Таким образом, руководству строительных компаний

следует внимательно оценивать затраты при принятии решений о сокращении сроков проектов. Сокращение сроков строительства в 1,5–2 раза приводит к стабилизации объема затрат на развитие кластеризованных организационных структур строительных компаний. Для обоснования таких действий необходимо учитывать дополнительные экономические эффекты, такие как приведенные дисконтированные доходы.

Резервы управления в области оптимизации затрат кластеризованных организационных структур строительных компаний остаются значительными во многих строительных

компаниях. Поэтому, для руководства важно регулярно проводить ревизию существующей структуры, чтобы убедиться в ее соответствии текущим целям и способности эффективно реагировать на изменения.

Этот процесс может быть разделен на несколько этапов, включая выявление реальной структуры, ее анализ по соответствию стратегии и производственными процессами, а также оценку личностного аспекта проблемы, так как успешная реализация структурных изменений часто зависит от поддержки ключевых сотрудников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведенного исследования полученные выводы могут быть следующими:

1. Моделирование позволяет точно определить, какие ресурсы требуются на каждом этапе строительного проекта и как они могут быть распределены между различными подразделениями и проектами. Это поможет предотвратить избыточные затраты и максимизировать эффективность использования ресурсов, способствуя повышению прибыльности компании в строительной отрасли.

2. Анализ данных и оптимизация процессов управления позволяют создать более эффективные методы управления строительными проектами. Он включает в себя оптимизацию графиков выполнения работ, сокращение времени цикла проекта и улучшение координации между различными отделами и исполнителями. Более эффективное управление проектами способствует снижению издержек и

повышению качества работ.

3. Моделирование позволяет проводить анализ различных стратегических сценариев и прогнозировать их последствия для строительной компании. Это помогает руководству принимать обоснованные решения о будущих инвестициях и развитии компании на основе количественных данных, улучшая ее конкурентоспособность и устойчивость на рынке строительства.

4. Моделирование позволяет идентифицировать потенциальные проблемы и риски на ранних стадиях их возникновения в строительстве. Это дает возможность компании принимать меры по их предотвращению или смягчению, что помогает снизить затраты на управление рисками и избежать дополнительных затрат, связанных с возможными непредвиденными ситуациями. Исследование подтвердило, что применение соответствующих моделей и методов оптимизации затрат на развитие кластеризованных организационных структур строительных компаний способствует сокращению издержек, повышению эффективности строительно-производственных процессов и конкурентоспособности компаний в сфере строительства.

Полученные автором результаты в данном исследовании могут быть использованы для разработки стратегий управления затратами, планирования инвестиций и повышения уровня управления в строительных компаниях, способствуя их финансовой стабильности и успеху в строительной отрасли.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мишин А.Б., Восковых К.А. Современные тенденции цифровизации в строительной сфере // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. № 11. С. 284–290. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/72/35>. EDN: FGNXXL.
2. Антонюк Я.С. Оценка экономической эффективности вариантов конструктивных решений в строительстве // Вестник Брестского государственного технического университета. Строительство и архитектура. 2010. № 1 (61). С. 142–145. EDN: XUEBHF.
3. Полянин А.В., Проняева Л.И., Федотенкова О.А. Формирование системы стратегического учета в кластерах // Управленческий учет. 2019. № 1. С. 12–22. EDN: EFPUGU.
4. Голубова О.С., Костюкова С.Н. Методологические основы оценки эффективности деятельности строительной организации. Минск: Белорусский национальный технический университет, 2019. 226 с. EDN: KEGWOL.
5. Xiaoxia Huang Optimal Project Selection with Random Fuzzy Parameters // International Journal of Production Economics. 2007. Vol. 106. Iss. 2. P. 513–522. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.06.011>.
6. Байрамуков С.Х., Долаева З.Н., Карабышев Р.К., Текеев И.С. Оптимизация проекта организации строительства с учетом факторов энергопотребления // Известия Северо-Кавказской государственной гуманитарно-технологической академии. 2018. № 3 (17). С. 19–26. EDN: YSBDBJ.
7. Krichevsky M.L., Martynova J.A., Dmitrieva S.B. Use of Neural Networks to Assess Competitiveness of Organizations // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies (EMMFT 2019). 2020. Vol. 1259. P. 72–82. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57453-6_8.
8. Ramsundar B., Zadeh R. Tensor Flow for Deep Learning. Sebastopol: O'Reilly Media, 2018. 256 p.

9. Величкин В.З., Петроченко М.В., Стрелец К.И., Заводнова Е.Б., Городишенина А.Ю. Метод ветвей и границ при организации квартальной застройки // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. № 1. С. 91–104. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2021.1.91-104>. EDN: CSVXUV.
10. Petrochenko M.V., Velichkin V.Z., Kazakov Y.N., Zavodnova Y.B. Reliability Assessment of the Construction Schedule by The Critical Chain Method // Magazine of Civil Engineering. 2018. Iss. 5 (81). P. 25–31. <https://doi.org/10.18720/MCE.81.3>.
11. Афанасьев В.А. Поточная организация строительства. Ленинград: Стройиздат, 1990. 302 с.
12. Сокольников В.В. Моделирование организационно-технологической надежности строительства // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 4 (69). С. 92–97. <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2018-15-4-92-97>. EDN: YLHKRN.
13. Ануфриев Д.П. Региональный строительный кластер Астраханской области // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 1. С. 99–106. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2017.1.99-106>. EDN: XRJBXV.
14. Идигова Л.М., Хаджиева М.М., Киндарова Я.А., Умчиева Х.М. Формирование строительных кластеров в Чеченской Республике // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2019. № 3 (171). С. 5–14. [https://doi.org/10.33285/1999-6942-2019-3\(171\)-5-14](https://doi.org/10.33285/1999-6942-2019-3(171)-5-14). EDN: YZQWZV.
15. Кулакова Л.И., Полянин А.В., Павлова А.В. Формы объединения малого предпринимательства: кластерный подход // Регион: системы, экономика, управление. 2021. № 3 (54). С. 9–21. <https://doi.org/10.22394/1997-4469-2021-54-3-9-21>. EDN: LMFVQC.
16. Проняева Л.И., Полянин А.В., Федотенкова О.А., Павлова А.В. Формирование профиля инновационного промышленного кластера // Региональная экономика: теория и практика. 2020. Т. 18. № 1. С. 48–66. <https://doi.org/10.24891/re.18.1.48>. EDN: JSLRPE.
17. Устина Н.А., Карлина А.А. Типологизация строительных кластеров как методологический инструмент для разработки кластерной политики в регионе // Вестник Самарского муниципального института управления. 2019. № 3. С. 57–66. EDN: EDCDAL.
18. Абдурахманов А.В. Создание экономических кластеров как метод развития строительного производства // Транспортное дело России. 2017. № 3. С. 41–44. EDN: ZDGPQT.

REFERENCES

1. Mishin A.B., Voskovykh K.A. Modern Digitalization Trends in The Construction Sphere. *Byulleten' nauki i praktiki = Bulletin of Science and Practice*. 2021;7(11):284-290. (In Russ.). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/72/35>. EDN: FGNXXL.
2. Antoniuk Y.S. Economic Efficiency Estimation of Constructive Decision Variants in Building. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura = Vestnik of Brest State Technical University*. 2010;1(61):142-145. (In Russ.). EDN: XUEBHF.
3. Polyaniin A.V., Pronyaeva L.I., Fedotenkova O.A. Formation of A System of Strategic Accounting in Clusters. *Upravlencheskii uchet = Management Accounting*. 2019;1:12-22. (In Russ.). EDN: EFPUGU.
4. Golubova O.S., Kostyukova S.N. *Methodological Basis for Assessing the Effectiveness of a Construction Organization*. Minsk: Belarusian National Technical University, 2019. 226 p. (In Russ.). EDN: KEGWOL.
5. Xiaoxia Huang Optimal Project Selection with Random Fuzzy Parameters. *International Journal of Production Economics*. 2007;106(2):513-522. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.06.011>.
6. Bayramukov S.H., Dolaeva Z.N., Karabashev R.K., Tekeev I.S. Optimization of The Project of the Organization of Construction Taking into Account the Factors of Energy Consumption. *Izvestiya Severo-Kavkazskoi gosudarstvennoi gumanitarno-tekhnologicheskoi akademii = News of the North Caucasus State Humanitarian and Technological Academy*. 2018;3(17):19-26. (In Russ.). EDN: YSBDBJ.
7. Krichevsky M.L., Martynova J.A., Dmitrieva S.B. Use of Neural Networks to Assess Competitiveness of Organizations. *International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies (EMMFT 2019)*. 2020;1259:72-82. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57453-6_8.
8. Ramsundar B., Zadeh R. *Tensor Flow for Deep Learning*. Sebastopol: O'Reilly Media, 2018. 256 p.
9. Velichkin V.Z., Petrochenko M.V., Strelets K.I., Zavodnova E.B., Gorodishenina A.Yu. The Branch and Bound Method Applied to The Construction of Residential Quarters. *Vestnik MGSU = Monthly Journal on Construction and Architecture*. 2021;16(1):91-104. (In Russ.). <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2021.1.91-104>. EDN: CSVXUV.
10. Petrochenko M.V., Velichkin V.Z., Kazakov Y.N., Zavodnova Y.B. Reliability Assessment of the Construction Schedule by The Critical Chain Method // Magazine of Civil Engineering. 2018;5(81):25-31. <https://doi.org/10.18720/MCE.81.3>.
11. Afanas'ev V.A. *Flow Organization of Construction*. Leningrad: Stroyizdat, 1990. 302 p. (In Russ.).
12. Sokolnikov V.V. Modeling of Organizational and Technological Reliability of Construction. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov = Bulletin of Civil Engineers*. 2018;4(69):92-97. (In Russ.). <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2018-15-4-92-97>. EDN: YLHKRN.

13. Anufriev D.P. Regional Construction Cluster of the Astrakhan Region. *Vestnik MGSU = Monthly Journal on Construction and Architecture*. 2017;12(1):99-106. (In Russ.). <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2017.1.99-106>. EDN: XRJBXV.
14. Idigova L.M., Khadzhieva M.M., Kindarova Ya.A., Umstieva Kh.M. Formation of Construction Clusters in The Chechen Republic. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom = Problems of Economics and Management of Oil and Gas Complex*. 2019;3(171):5-14. (In Russ.). [https://doi.org/10.33285/1999-6942-2019-3\(171\)-5-14](https://doi.org/10.33285/1999-6942-2019-3(171)-5-14). EDN: YZQWZV.
15. Kulakova L.I., Polyenin A.V., Pavlova A.V. Forms of Association of Small Businesses: A Cluster Approach. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie = Region: Systems, Economy, Management*. 2021;3(54):9-21. (In Russ.). <https://doi.org/10.22394/1997-4469-2021-54-3-9-21>. EDN: LMFVQC.
16. Pronyaeva L.I., Polyenin A.V., Fedotenkova O.A., Pavlova A.V. Shaping an Innovative Industrial Cluster. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*. 2020;18(1):48-66. (In Russ.). <https://doi.org/10.24891/re.18.1.48>. EDN: JSLRPE.
17. Ustina N.A., Karlina A.A. Classification of Construction Clusters as A Methodological Tool for The Development of Cluster Policy in The Region. *Vestnik Samarskogo munitsipal'nogo instituta upravleniya = Bulletin of the Samara Municipal Institute of Management*. 2019;3:57-66. (In Russ.). EDN: EDCDAL.
18. Abdurakhmanov A.V. Creation of Economic Clusters as A Method of Development of Construction Production. *Transportnoe delo Rossii = Transport Business in Russia*. 2017;3:41-44. (In Russ.). EDN: ZDGPQT.

Информация об авторе

Сират Джавед,
аспирант,
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
2-я Красноармейская ул., 4, Санкт-Петербург,
190005, Россия,
✉e-mail: jawed.serat@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0002-1386-6033>
Author ID: 1173656

Information about the author

Jawed Serat,
Postgraduate Student,
Saint-Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering,
4, 2nd Krasnoarmeyskaya St., Saint Petersburg
190005, Russia,
✉e-mail: jawed.serat@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0002-1386-6033>
Author ID: 1173656

Вклад автора

Автор провел исследование, подготовил
рукопись к печати и несет ответственность за
плагиат.

Contribution of the author

Autor has conducted the study, prepared the
manuscript for publication and bears the
re-sponsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта
интересов.

Conflict of interests

The author declare no conflict of interests
regarding the publication of this article.

Автор прочитал и одобрил окончательный
вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved
by the author.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 05.02.2024.
Одобрена после рецензирования 16.02.2024.
Принята к публикации 20.02.2024.

Information about the article

The article was submitted 05.02.2024.
Approved after reviewing 16.02.2024.
Accepted for publication 20.02.2024.