

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 69.009 : 624.05

DOI: 10.22227/2305-5502.2021.4.4

Критический анализ обобщенной модели строительной системы

Геворг Борисович Сафарян*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия*

АННОТАЦИЯ

Введение. Существующая парадигма моделирования строительной системы, как отрасли экономики, рассматривает лишь отдельные строительные процессы или группы взаимосвязанных процессов, игнорируя при этом предыдущие, последующие или опосредованно связанные со строительной системой процессы и их участников. Проведен критический анализ обобщенной модели строительной системы. Предмет исследования — детальное рассмотрение процесса строительства, учитывающее влияние смежных, предыдущих и предстоящих этапов строительного процесса. Исследование направлено на сокращение отклонений по затратам и продолжительности реализации объектов и отдельных процессов, а также повышение общей организационно-технологической надежности всей строительной системы. Цель исследования — предложение более прогрессивного и комплексного взгляда на строительную систему, как отрасль экономики, учитывающую всех участников.

Материалы и методы. Осуществлен обзор исследований по данной тематике, выявлены существующие ограничения. Установлено, что наиболее распространенный подход в литературе фокусируется на отдельных процессах или группе смежных процессов.

Результаты. Определено, что отсутствует объективная оценка влияния предыдущих процессов на последующие, оценка надежности всей системы, а также корректной идентификации рисков на ранних этапах. Необходимы дальнейшие более глубокие исследования с использованием методов математической статистики, что обеспечит объективное решение глобальных инженерных проблем в строительной отрасли, которые позволят сократить отклонения по затратам и продолжительности реализации объектов и отдельных процессов.

Выводы. На сегодняшний день не представлен достаточно полный подход к рассмотрению рисков/сбоев в строительных системах в целом. Установлена необходимость формирования более глубокого видения модели строительного комплекса, идентифицирующего факторы риска и звенья цепи, на которых возникают соответствующие риски и отклонения. В качестве математического инструмента предлагается использование апробированных автором методик.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: строительная система, организационно-технологическая надежность, риски, управление строительством, моделирование строительства, контроль параметров строительства, менеджмент в строительстве, анализ модели строительства

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Сафарян Г.Б. Критический анализ обобщенной модели строительной системы // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11. Вып. 4. Ст. 4. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.4.4

A generalized model of a building system: a critical analysis

Gevorg B. Safaryan*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction. The established modeling paradigm of a building system as a branch of economy considers individual building processes or groups of interconnected processes, ignoring any previous or subsequent processes or those processes and transactors that are indirectly related to the building system. A critical analysis of a generalized model of the construction system has been performed. The subject of the study is a detailed examination of the construction process. This project takes account of the influence of related, earlier and upcoming stages of the construction process. The research is focused on reducing the number of cost overruns, unmet deadlines in terms of facilities and particular processes, as well as improving the overall organizational and technological reliability of the entire construction system. The purpose of the study is to propose a more progressive and comprehensive vision of the construction system as a branch of economy, the system that takes account of all stakeholders.

Materials and methods. The review of studies on this topic was made; current restrictions were identified. The author has found that the most widely spread approach focuses on individual processes or a group of related processes.

Results. The author has found that an objective assessment of the influence of previous processes on subsequent ones, an evaluation of the reliability of the whole system, and a correct identification of risks at early stages are unavailable. Further in-depth research using methods of mathematical statistics is needed to provide an objective solution to global engineering

problems in the construction industry, which will allow to reduce deviations in the cost and duration of the implementation of facilities and individual processes.

Conclusions. To date, a sufficiently comprehensive approach to the analysis of risks/failures in construction systems as a whole has not been presented. The need for a deeper vision of a complex building model that identifies risk factors and chain links has been identified. The use of techniques tested by the author is proposed as a mathematical tool.

KEYWORDS: construction system, organizational and technological reliability, risks, construction process management, construction modeling, construction parameter control, management in the construction industry, construction model analysis

FOR CITATION: Safaryan G.B. A generalized model of a building system: a critical analysis. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2021; 11(4):4. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.4.4

ВВЕДЕНИЕ

Существующая парадигма моделирования строительной системы, как отрасли экономики, рассматривает лишь отдельные строительные процессы или группы взаимосвязанных процессов, игнорируя при этом предыдущие, последующие или опосредованно связанные со строительной системой процессы и их участников. На сегодняшний день имеются исследования, связанные с темой статьи, российских [1–11] и зарубежных [12–20] авторов. Обзор научных статей и исследований демонстрирует фокус на отдельных процессах или объектах. Автор предлагает рассмотреть модель строительной системы в более широком смысле, охватывающей смежных участников и все этапы жизненного цикла (ЖЦ) объекта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обобщенная модель (рис. 1) включает в себя всех участников строительного процесса, а также внешних по отношению к строительным процессам участников в виде государственных институтов (органов), банковский и страховой сектор экономики,

который в немалой степени влияет на девелопмент в целом и реализацию отдельных объектов в частности, а также макроэкономические факторы.

Банковский сектор играет роль в ценообразовании конечной продукции, как следствие, влияет на рынок недвижимости в целом. Повышение спроса на строительные материалы, изделия, конструкции и оборудование влечет за собой повышение цен, срывы в цепях поставок, а значит, и увеличение сроков строительства. Подобное влияние пока не оценивается в рамках комплексного подхода к строительной системе, а рассматривается лишь как аналитический инструмент при реализации отдельных инвестиционных проектов.

Макроэкономические или глобальные факторы, к которым относится и пандемия, как показали последние два года, воздействуют на строительную отрасль. Влияние касается не только изменения объемов поставок, реализации объемов строительно-монтажных работ, но и государственного подхода к нормированию и регулированию строительной отрасли. Наиболее яркий показатель — Постановление Правительства РФ от 04.07.2020 № 985, утверждаю-

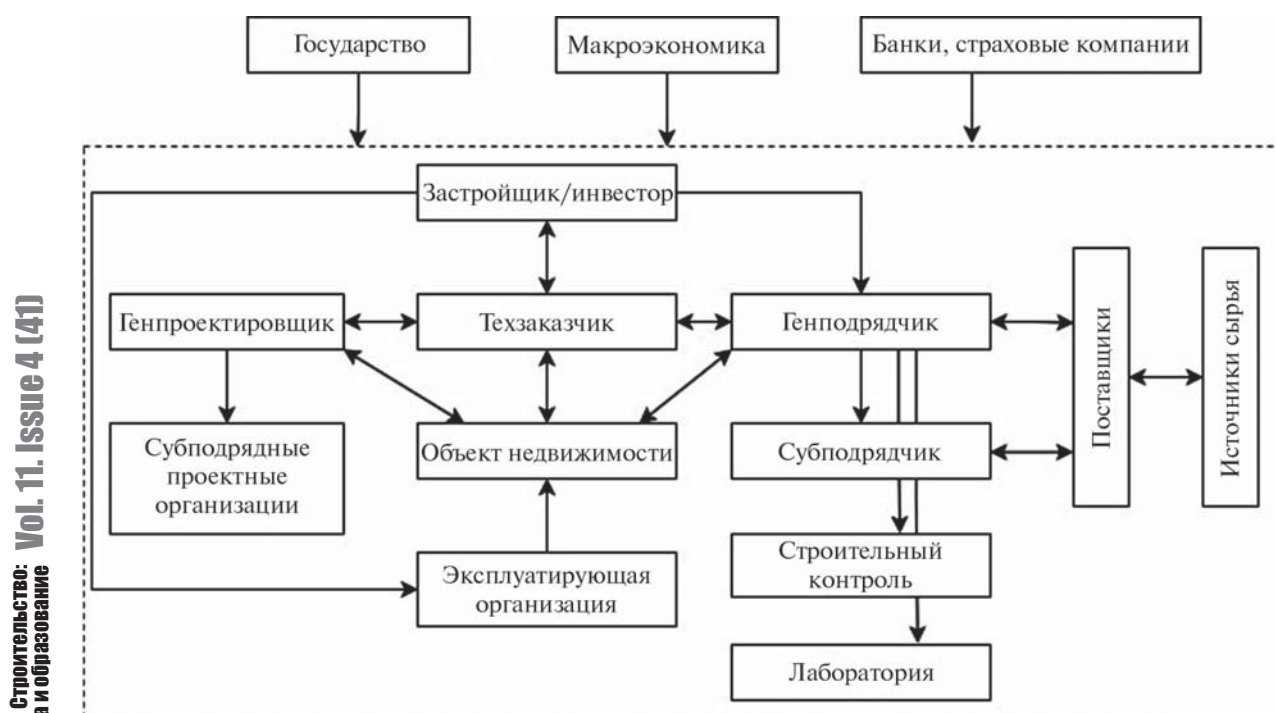


Рис. 1. Обобщенная модель строительной системы

щее перечен обязательных национальных стандартов, по сути, смягчающее обязательные требования.

Государственное участие, в свою очередь, заключается не только в законодательном регулировании, но и в выдаче исходно-разрешительной документации, разрешения на строительство, технических условий, архитектурно-строительном надзоре и т.д.

Не менее важной проблемой, учитывая вышеизложенное, представляется моделирование возможных вариантов развития событий и тех или иных процессов, исходя из имеющейся информации. Фактически исследователи или инженеры в действующих строительных предприятиях рассматривают линейные варианты развития событий. То есть, апеллируя к информации (данным), которая имеется, моделируется ситуация, которая будет. При этом упускается влияние «возможного» (альтернативного) варианта событий, который в той или иной степени оказывает воздействие на фактическое развитие событий. В экономической теории данный вопрос исследован достаточно подробно (Г. Кан, М. Портер, П. Шварц, П. Шумейкер и др.), однако в инженерной науке пока данные подходы не реализованы. На рис. 2 представлено сценарное планирование в упрощенном виде.

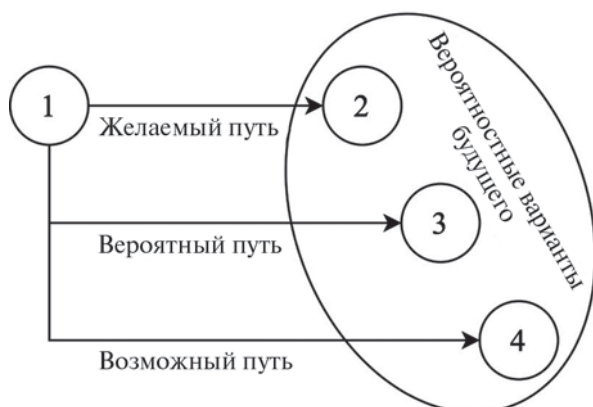


Рис. 2. Сценарное планирование будущего

Составление сетевых графиков, учитывающих раннее начало и позднее окончание, видится упрощенным и упускает значительную часть информации, которая есть у организаторов строительного производства. В частности, даже планирование возможного пути и учет возможных рисков влияют на желаемый и вероятный путь самим своим существованием, отчасти оптимизируя, отчасти приближая к реальности календарный график и бюджетное планирование. На практике строительного производства нередки случаи самообмана, которые базируются прежде всего на отсутствии представления обо всех участниках строительной системы, влияния внешних стохастических факторов.

С целью проведения более глубокого анализа автором предлагается использование инструмента-

рия теории математической статистики и теории вероятности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленной задачи приводится обращенная модель строительной системы, которая включает в себя всех участников строительного процесса, а также внешних по отношению к строительным процессам участников в виде государственных институтов (органов), банковский и страховой сектор экономики, который в немалой степени влияет на де-велопмент в целом и реализацию отдельных объектов в частности, а также макроэкономические факторы. Отмечается необходимость в моделировании возможных вариантов развития событий тех или иных процессов, исходя из имеющейся информации. Составление сетевых графиков, учитывающих раннее начало и позднее окончание, упускает существенную часть информации, имеющейся у организаторов строительного производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показывает, что применяемые «буферы» для решений в строительной отрасли встраиваются в общую модель как защита от сбоев, и представляются как неотъемлемая часть плана реализации проекта. Такой способ минимизации неопределенности в нестандартных строительных проектах приводит к значительному увеличению стоимости и/или сроков. Для определения более точного размера «буфера» необходимо использование теории нечетких множеств.

Рассматривая строительную систему в целом и возможность программного подхода в его анализе и прогнозировании, выявляется необходимость нейтрализации любых задержек, сбоев или рисков. Стандартный подход с вводом «буферных» значений (или коэффициентов запаса) не применим в сложных системах, представляя собой примитивный способ в решении сложной задачи.

На сегодняшний день не представлен достаточно полный подход к рассмотрению рисков/сбоев в строительных системах в целом. Исходя из вышеизложенного, установлена необходимость формирования более глубокого видения модели строительного комплекса, которое бы идентифицировало факторы риска и звенья цепи, на которых возникают соответствующие риски и отклонения. Модель должна объединять в себе всех прямых и косвенных участников строительной системы, учитывать степень их влияния на реализацию и эксплуатацию конечного объекта. В качестве математического инструмента предлагается применение апробированных автором методик.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Керимов Ф.Ю. Повышение организационно-технологической надежности подготовки строительного производства в условиях снижения ресурсного обеспечения : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 2005. 48 с.
2. Сергеев Ю.Д. Обеспечение организационно-технологической надежности объектов недвижимости на всех этапах жизненного цикла : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2021. 24 с.
3. Скиба А.А., Гинзбург А.В. Анализ риска в инвестиционно-строительном проекте // Вестник МГСУ. 2012. № 12. С. 276–281.
4. Скиба А.А., Гинзбург А.В. Количественная оценка рисков строительно-инвестиционного проекта // Вестник МГСУ. 2013. № 3. С. 201–206.
5. Аверченков В.И., Казаков Ю.М. Автоматизация проектирования технологических процессов : учеб. пособие для вузов. М. : ФЛИНТА, 2011. 229 с.
6. Герасимов В.В., Сафарян Г.Б., Светышев Н.В. Организационно-технологическая надежность ремонтно-строительных работ жилых объектов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2016. № 9. С. 60–68.
7. Герасимов В.В., Исаков А.К., Сафарян Г.Б., Иконников В.В. Прогнозирование организационно-технологических решений строительного производства в условиях неопределенности // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2016. № 2. С. 40–48.
8. Дубовкина А.В. Информационное моделирование производственно-логистических процессов в строительстве с использованием инструментария управления рисками : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2015. 23 с.
9. Жавнеров П.Б., Гинзбург А.В. Влияние мероприятий по повышению организационно-технологической надежности на функционирование строительной организации и планирование строительства // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 3. С. 94–96.
10. Жавнеров П.Б., Гинзбург А.В. Повышение организационно-технологической надежности строительства за счет структурных мероприятий // Вестник МГСУ. 2013. № 3. С. 196–200.
11. Богачев С.Н., Школьников А.А., Розентул Р.Э., Климова Н.А. Строительные риски и возможности их минимизации // Academia. Архитектура и строительство. 2015. № 1. С. 88–92.
12. Carrillo P.M., Robinson H.S., Al-Ghasani A.M., Anumba C.J. Knowledge management in UK construction: Strategies, resources and barriers // Project Management Journal. 2004. Vol. 35. Issue 1. Pp. 46–56. DOI: 10.1177/875697280403500105
13. Wagner M. Advanced planning // Supply Chain Management and Advanced Planning. 2002. Pp. 71–96.
14. Kleinfeld I.H. Engineering economics: Analysis for evaluation of alternatives. Singapore : International Thomson Publishing Asia, 1992. 448 p.
15. Walker A. Project management in construction. Oxford : Blackwell Science, 2002. 289 p.
16. Winch G.M., Kelsey J. What do construction project planners do? // International Journal of Project Management. 2005. Vol. 23. Issue 2. Pp. 141–149. DOI: 10.1016/j.ijproman.2004.06.002
17. Womack J.P., Jones D.T., Roos D. The machine that changed the world. Harper Collins, 1991. 323 p.
18. Goh S.C. Toward a learning organization: The strategic building blocks // SAM Advanced Management Journal. 1998. Vol. 63. Issue 2. Pp. 15–22.
19. Davidow W., Malone M. The virtual corporation: structuring and revitalizing the corporation for the 21st century. NY : Harper Collins, 1992. 304 p.
20. Drummond H. The politics of risk: Trials and tribulations of the Taurus project // Journal of Information Technology. 1996. Vol. 11. Pp. 347–357. DOI: 10.1177/026839629601100408

Поступила в редакцию 7 декабря 2021 г.

Принята в доработанном виде 23 декабря 2021 г.

Одобрена для публикации 23 декабря 2021 г.

О Б АВТОРЕ: **Геворг Борисович Сафарян** — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительного производства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; info.safaryan@gmail.com.

INTRODUCTION

The established paradigm of the construction system simulation, regarded as a branch of economy, considers individual construction processes or groups of interrelated processes, ignoring any previous, subsequent or indirectly related processes or stakeholders that deal

with the construction system. To date, there are studies related to the topic of the article, written by Russian [1–11] and foreign authors [12–20]. The review of research articles and studies demonstrates a focus on individual processes or objects. The author proposes to consider the model of the construction system in a broader

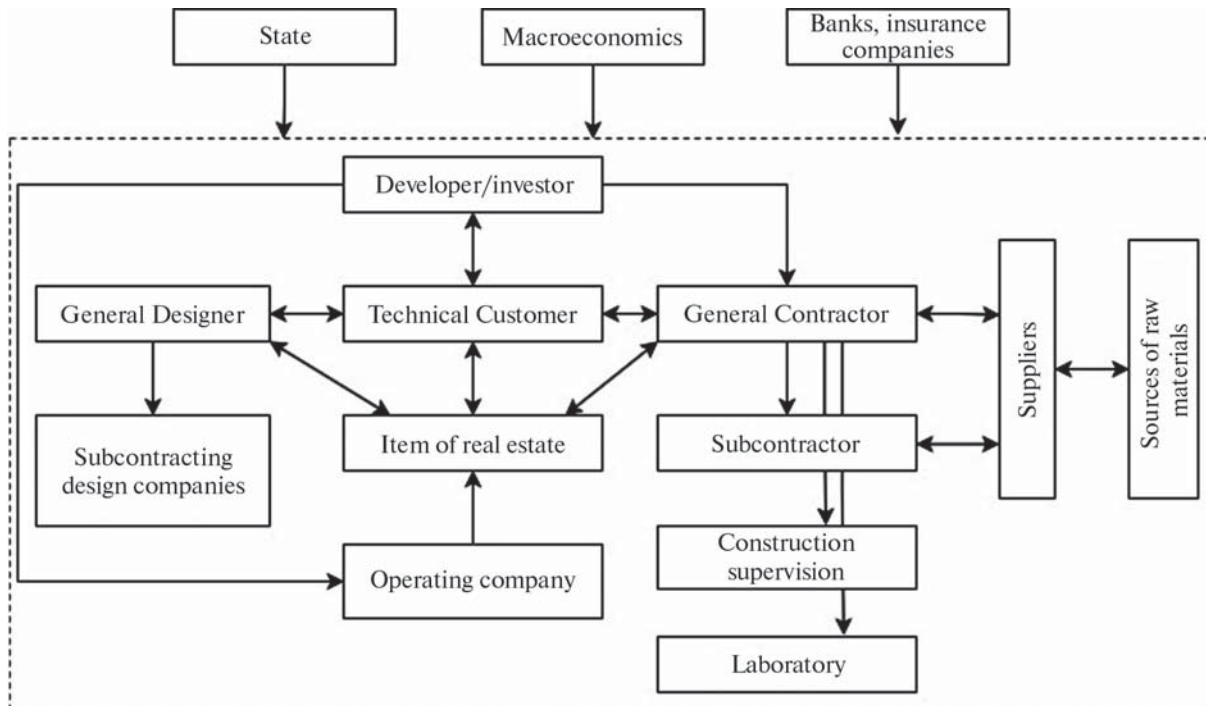


Fig. 1. A generalized model of the building system

sense, so that it encompasses related participants and all stages of the life cycle (LCC) of a facility.

MATERIALS AND METHODS

A generalized model (Fig. 1) includes all participants of the construction process, as well as external participants related to the construction process, such as state institutions (authorities), banks and insurance companies, which affect the overall development and the implementation of individual facilities in particular, as well as macroeconomic factors.

The banking sector plays a role in the pricing of final products and, as a consequence, affects the real estate market as a whole. Growing demand for construction materials, products, structures and equipment entails higher prices, disruptions in supply chains and, consequently, longer construction periods. This influence is not yet evaluated as part of a comprehensive approach to the construction system, but is considered only as an analytical tool in the implementation of individual investment projects.

Macroeconomic or global factors, which include the pandemic, as the last two years have shown, affect the construction industry. The impact concerns not only the changes in the number of supplies, the implementation of versatile construction and installation works, but also the state approach to the standardization and regulation of the construction industry. The most striking indicator is Decree No. 985, issued by the Government of the Russian Federation on 04.07.2020, which approves a list of mandatory national standards, that soften the mandatory requirements.

In turn, the state involvement consists not only in the legislative regulation, but also in the issuance of initial permits, construction permits, technical conditions, architectural and construction supervision, etc.

In light of the above, another important problem is the modeling of possible development patterns and versatile processes, based on the available information. In fact, researchers or engineers, currently employed with construction companies, consider a linear progression of events. Hence, by appealing to the information (data) that is available, the future situation is simulated. Thus, the impact of the “possible” (alternative) version of events, which to some extent has an impact on the actual development of events, is ignored. In the economic theory this issue is studied in sufficient detail (G. Kahn, M. Porter, P. Schwartz, P. Shoemaker, etc.), although in the engineering science these approaches have not yet been applied. Fig. 2 shows scenario planning in a simplified form.

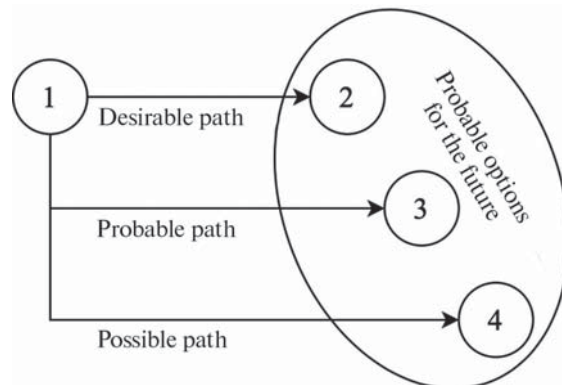


Fig. 2. Scenario planning for the future

The compilation of network schedules that take into account early starts and late endings seems simplistic and misses much of the information that construction process organizers have handy. In particular, even the planning of a possible path and the consideration of possible risks affect the desired and probable path by their very existence, partly optimizing, partly bringing the schedule and budget planning closer to reality. In the construction practice, cases of self-deception are not uncommon; they are primarily based on the lack of information about all stakeholders of the construction system, and the influence of external stochastic factors.

In order to conduct a deeper analysis, the author proposes to use such tools, as the theory of mathematical statistics and the theory of probability.

RESEARCH RESULTS

In order to solve this problem, the inverse model of the construction system, which encompasses all participants of the construction process, as well as the actors, who are external in relation to the construction process stakeholders, such as government institutions (bodies), banks and insurance companies, which also affect the industry development in general and the implementation of individual facilities in particular, as well as macroeconomic factors. There is a need to simulate the potential development of events, processes, on the basis of the available information. The compilation of network schedules, taking into account the early start and late end, misses a significant part of the information available to the organizers of the construction process.

CONCLUSION

The study shows that the applied “decision making buffers” in the construction industry are integrated into the overall model as a protection against disruption, and are presented as an integral part of the project implementation plan. This way of minimizing uncertainty in nonstandard construction projects results in significant cost and/or schedule overruns. The theory of fuzzy sets is needed to determine a more accurate dimension of the “buffer”.

By considering the construction system as a whole and the applicability of a programme-oriented approach to its analysis and forecasting, the author has identified the need to neutralize any delays, disruptions or risks. The standard approach of introducing “buffer” values (or safety factors) is not applicable in complex systems, as it represents a primitive way of solving a complex problem.

To date, no sufficiently comprehensive approach has been presented to consider risks/failures in building systems as a whole. Based on the above, the need for a more in-depth vision of the construction complex model that identifies risk factors and chain links, where the corresponding risks and deviations occur, has been established. The model should consolidate all direct and indirect stakeholders of the construction system, take into account the degree of their influence on the implementation and operation of the resulting construction facility. As a mathematical tool it is proposed to use the methods tested by the author.

REFERENCES

1. Kerimov F.Yu. *Improving the organizational and technological reliability of the preparation of construction production in conditions of reduced resource provision : abstract. dis. ...PhD of technical sciences*. Moscow, 2005. 48. (rus.).
2. Sergeev Yu.D. *Ensuring the organizational and technological reliability of real estate objects at all stages of the life cycle : abstract. dis. ... Candidate of Technical Sciences*. Voronezh, 2021; 24. (rus.).
3. Skiba A.A., Ginzburg A.V. Risk analysis for investment projects in the construction industry. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012; 12:276-281. (rus.).
4. Skiba A.A., Ginzburg A.V. Quantitative assessment of risks for an investment project in the construction industry. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2013; 3:201-206. (rus.).
5. Averchenkov V.I., Kazakov Yu.M. *Automation of design of technological processes*. Moscow, FLINTA, 2011; 229. (rus.).
6. Gerasimov V.V., Safaryan G.B., Svetyshev N.V. Organizational and technological reliability of repair and construction works of residential facilities. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Construction*. 2016; 9:60-68. (rus.).
7. Gerasimov V.V., Isakov A.K., Safaryan G.B., Ikonnikov V.V. Forecasting of organizational and technological solutions of construction production in conditions of uncertainty. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Construction*. 2016; 2:40-48. (rus.).
8. Dubovkina A.V. *Information modeling of production and logistics processes in construction using risk management tools : author. dis. ... Cand. tech. sciences*. Moscow, 2015. 23.
9. Zhavnerov P.B., Ginzburg A.V. The impact of measures to improve organizational and technological reliability on the functioning of a construction organization and construction planning. *Scientific and Technical Volga region Bulletin*. 2014; 3:94-96. (rus.).
10. Zhavnerov P.B., Ginzburg A.V. Using structural actions to improve organizational and technological reliability of construction activities. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2013; 3:196-200. (rus.).

11. Bogachev S.N., Shkolnikov A.A., Rosenthal R.E., Klimova N.A. Construction risks and possibilities of their minimization. *Academia. Architecture and construction*. 2015; 1:88-92. (rus.).
12. Carrillo P.M., Robinson H.S., Al-Ghasani A.M., Anumba C.J. Knowledge management in UK construction: Strategies, resources and barriers. *Project Management Journal*. 2004; 35(1):46-56. DOI: 10.1177/875697280403500105
13. Wagner M. Advanced planning. *Supply Chain Management and Advanced Planning*. 2002; 71-96.
14. Kleinfeld I.H. *Engineering Economics: Analysis for Evaluation of Alternatives*. Singapore, International Thomson Publishing Asia, 1992; 448.
15. Walker A. *Project management in construction*. Oxford, Blackwell Science, 2002; 289.
16. Winch G.M., Kelsey J. What do construction project planners do? *International Journal of Project Management*. 2005; 23(2):141-149. DOI: 10.1016/j.ijproman.2004.06.002
17. Womack J.P., Jones D.T., Roos D. *The Machine That Changed the World*. Harper Collins, 1991; 323.
18. Goh S.C. Toward a learning organization: The strategic building blocks. *SAM Advanced Management Journal*. 1998; 63(2):15-22.
19. Davidow W., Malone M. *The Virtual Corporation: Structuring and Revitalizing the Corporation for the 21st Century*. NY, Harper Collins, 1992; 304.
20. Drummond H. The politics of risk: Trials and tribulations of the Taurus project. *Journal of Information Technology*. 1996; 11:347-357. DOI: 10.1177/026839629601100408

Received December 7, 2021.

Adopted in revised form on December 23, 2021.

Approved for publication on December 23, 2021.

BIONOTES: **Gevorg B. Safaryan** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Construction Production; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; info.safaryan@gmail.com.