

Учредитель:  
ООО «Русайнс»

Свидетельство  
о регистрации СМИ  
ПИ № ФС77-82847  
выдано 18.02.2022  
ISSN 0131-7768  
Подписной индекс  
Роспечати 81149

Адрес редакции:  
117218, Москва,  
ул. Кедрова, д. 14, корп. 2  
E-mail: izdatgasis@yandex.ru  
Сайт: <http://econom-journal.ru/>

*Журнал входит в Перечень ВАК ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени*

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Абелев Марк Юрьевич**, д-р техн. наук, проф., директор Центра ИДПО ГАСИС НИУ ВШЭ  
**Афанасьев Антон Александрович**, д-р экон. наук, проф., ведущий научный сотрудник лаборатории социального моделирования, ЦЭМИ РАН  
**Афанасьев Михаил Юрьевич**, д-р экон. наук, проф., заведующий лабораторией прикладной эконометрики, ЦЭМИ РАН  
**Балабанов Владимир Семенович**, д-р экон. наук, проф., президент-ректор Российской академии предпринимательства  
**Вахрушев Дмитрий Станиславович**, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры финансов и кредита, Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова  
**Величко Евгений Георгиевич**, д.т.н., проф., проф. кафедры строительных материалов и материаловедение, НИУ МГСУ  
**Добшиц Лев Михайлович**, д.т.н., проф., проф. кафедры строительных материалов и технологии, РУТ (МИИТ)  
**Дорохина Елена Юрьевна**, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры математических методов в экономике, РЭУ им. Г.В. Плеханова  
**Екатеринославский Юрий Юдович**, д-р экон. наук, проф., консультант по диагностике и управлению рисками организаций «LY Consult» (США)  
**Збрицкий Александр Анатольевич**, д-р экон. наук, проф., президент ИДПО ГАСИС НИУ «Высшая школа экономики»  
**Зиядуллаев Наби Саидкаримович**, д-р экон. наук, проф., заместитель директора по науке ИПР РАН  
**Ивчик Татьяна Анатольевна**, д-р экон. наук, проф., ИДПО ГАСИС НИУ «Высшая школа экономики»  
**Кондращенко Валерий Иванович**, д.т.н., проф., проф. кафедры строительных материалов и технологии, РУТ (МИИТ)  
**Красновский Борис Михайлович**, д-р техн. наук, проф., директор Центра ИДПО ГАСИС НИУ ВШЭ  
**Криничанский Константин Владимирович**, д-р экон. наук, проф., проф. Департамента финансовых рынков и банков, Финансовый университет при Правительстве РФ  
**Ларионова Ирина Владимировна**, д-р экон. наук, проф., проф. Департамента финансовых рынков и банков, Финансовый университет при Правительстве РФ  
**Лукманова Инесса Галеевна**, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры экономики и управления в строительстве, НИУ МГСУ  
**Мурзин Антон Дмитриевич**, д-р техн. наук, доц. кафедры экономики и управления в строительстве, Донской государственный технический университет  
**Панибратов Юрий Павлович**, д-р экон. наук, проф., кафедры экономики строительства и ЖКХ, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
**Поляков Владимир Юрьевич**, д.т.н., проф., проф. кафедры мосты и тоннели, РУТ (МИИТ)  
**Попова Елена Владимировна**, д.т.н., проф., проф. кафедры теории менеджмента и бизнес-технологий, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова  
**Серов Виктор Михайлович**, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры экономики строительства и управления инвестициями, Государственный университет управления  
**Тихомиров Николай Петрович**, д-р экон. наук, проф., проф. кафедры математических методов в экономике, РЭУ им. Г.В. Плеханова  
**Чернышов Леонид Николаевич**, д-р экон. наук, проф., ИДПО ГАСИС НИУ «Высшая школа экономики»  
**Шрейбер Андрей Константинович**, д-р техн. наук, проф., заместитель директора Центра развития регионов ИДПО ГАСИС НИУ «Высшая школа экономики»

Главный редактор: Сулимова Е.А., канд. экон. наук, доц.

Отпечатано в типографии  
ООО «Русайнс», 117218, Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2  
Подписано в печать: 05.06.2023      Цена свободная      Тираж 300 экз.  
Формат: А4

Все материалы, публикуемые в журнале, подлежат внутреннему и внешнему рецензированию

# Содержание

## ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ. МЕНЕДЖМЕНТ

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Особенности взаимоотношений с клиентами на предприятиях и в сфере услуг. Коршунов И.И. ....                         | 4  |
| Формирование принципов эффективного управления бизнес-инкубаторами в условиях импортозамещения. Начевский М.В. .... | 7  |
| Проектный менеджмент в управлении крупными организациями. Попова Е.В. ....                                          | 12 |

## ЭКОНОМИКА ОТРАСЛЕЙ И РЕГИОНОВ

|                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Форсайт рисков инвестиционно-строительных проектов. Власенко Д.Ю., Мурзин А.Д. ....                                                                                                                 | 17 |
| Технологические стартап-проекты для ликвидации «узких мест» цифровизации инвестиционно-строительных проектов: направления и перспективы. Канхва В.С., Уварова С.С., Беляева С.В., Шаталов П.В. .... | 23 |

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Аэропоника или метод выращивания хвойных растений в воздухе. Громенко И.В. ....                                                                    | 28 |
| Подходы к созданию интеллектуальных систем управления движением поездов. Козлов В.Я., Куликов А.А. ....                                            | 34 |
| Сравнительный анализ одно- и двухмассовой моделей автомобиля на основе автоколебательной системы двигателя внутреннего сгорания. Маков П.В. ....   | 39 |
| Применение технологии наземного лазерного сканирования при решении задач организации транспортного коридора в Арктической зоне. Ярошутин Д.А. .... | 42 |

## ФИНАНСЫ. НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ. СТРАХОВАНИЕ

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Особенности противодействия недобросовестной практике продаж финансовых инструментов (подмене продукта). Рыжов В.В. .... | 48 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

|                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Анализ и оценка пожарной опасности объекта хранения нефтепродуктов. Вагапова А.М., Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. ....                                                                     | 52 |
| Перспективы применения полимерно-армированных труб в системе подслойного пожаротушения резервуаров. Валитов Б.Р., Сагитов Н.Д., Гриднев Ю.А. ....                                           | 56 |
| Повышение эффективности работы очистных сооружений канализации МУП г. Хабаровска «Водоканал». Волосникова Г.А., Чернобровкина О.Е. ....                                                     | 58 |
| Сравнение усиления вертикальных конструкций за счет устройства железобетонных и металлических обойм и подклеивания композитных материалов. Желнинский В.А., Макаров О.В., Микуляк И.Р. .... | 67 |
| Анализ и оценка пожарной опасности в общеобразовательных учреждениях. Кривохижина О.И., Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. ....                                                                | 70 |

|                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Оценка эффективности применения 3d-печати для стеновых конструкций. Кротов О.М., Птухина И.С. ....                                                      | 73  |
| Инновационные методы контроля качества в строительстве: новые возможности и технологии. Лемешкин А.В. ....                                              | 80  |
| Вертикальное озеленение фасадов – объединение ландшафта и архитектуры. Макарьян В.В., Коржемпо Я.А. ....                                                | 85  |
| К вопросу обеспечения в жилых помещениях системы пожарной безопасности. Михайлова М.Ю., Аксенов С.Г. ....                                               | 90  |
| Использование инновационного вертикального транспорта при проектировании небоскребов. Ничаева Л.С. ....                                                 | 93  |
| Формирование благоприятной социальной среды посредством архитектурно-дизайнерского проектирования. Носова В.Д., Коржемпо Я.А. ....                      | 97  |
| Замена тепловой изоляции трубопроводов отопления в целях повышения энергоэффективности. Путилов С.С. ....                                               | 100 |
| Влияние советской архитектуры на модернизацию зданий Нанкина середины XX века. Сун Ваньли. ....                                                         | 104 |
| Архитектурно-пространственная сущность архитектуры. Архитектурные фантазии – краткий обзор архитектурного наследия. Феофанова С.А., Чернышева Е.В. .... | 109 |
| Анализ обеспечения пожарной безопасности в лечебных учреждениях. Аксенов С.Г., Хасанова Л.Г. ....                                                       | 115 |
| Обеспечение надежности закрепления железобетонных стоек башен мобильной связи в Донецко-Луганском регионе. Ярош Е.Э. ....                               | 119 |
| Особенности малых и средних форм предпринимательской деятельности в строительстве. Глазунов А.А., Абдрахимов В.З. ....                                  | 124 |

## ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Проверка отказоустойчивости DMVPN в разных конфигурациях. Панков А.В., Елфимов А.В., Ушаков И.А. ....                                                               | 129 |
| Актуальные вопросы экологической безопасности в современном городе. Алексеев Е.В., Петухов Н.В., Посаднева Е.М. ....                                                | 134 |
| Городская скульптура Китая и России: процессы межкультурной интеграции и дифференциации. Ван Янь ....                                                               | 138 |
| Создание гидрофобных фосфорсодержащих огнезащитных составов для древесины, модифицированных нано- и микрочастицами. Покровская Е.Н., Пахомов А.В., Кучина К.А. .... | 144 |

# Contenst

## CONTROL THEORY. MANAGEMENT

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Features of relationships with customers in enterprises and in the service sector. Korshunov I.I. ....                                | 4  |
| Formation of the principles of effective management of business incubators in the context of import substitution. Nachevsky M.V. .... | 7  |
| Project management in the management of large organizations. Popova E.V. ....                                                         | 12 |

## ECONOMY OF INDUSTRIES AND REGIONS

|                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Foresight of risks of investment and construction projects. Vlasenko D.Yu., Murzin A.D. ....                                                                                                                   | 17 |
| Technological startup projects to eliminate bottlenecks in the digitalization of investment and construction projects: directions and prospects. Kankhva V.S., Uvarova S.S., Belyaeva S.V., Shatalov P.V. .... | 23 |

## MODERN TECHNOLOGIES

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Aeroponics or the method of growing coniferous plants in the air. Gromenko I.V. ....                                                                     | 28 |
| Approaches to the creation of intelligent train traffic control systems. Kozlov V.Ya., Kulikov A.A. ....                                                 | 34 |
| Comparative analysis of one- and two-mass car models based on the self-oscillatory system of the internal combustion engine. Makov P.V. ....             | 39 |
| Application of terrestrial laser scanning technology in solving the problems of organizing a transport corridor in the Arctic zone. Yaroshutin D.A. .... | 42 |

## FINANCE. TAXATION. INSURANCE

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Features of counteraction to unfair practice of sales of financial instruments (product substitution). Ryzhov V.V. .... | 48 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## CONSTRUCTION. ARCHITECTURE

|                                                                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Analysis and assessment of the fire hazard of an oil products storage facility. Vagapova A.M., Aksenov S.G., Sinagatullin F.K. ....                                                                     | 52 |
| Prospects for the use of polymer-reinforced pipes in the system of under-layer fire extinguishing of tanks. Valitov B.R., Sagitov N.D., Gridnev Yu.A. ....                                              | 56 |
| Improving the efficiency of the wastewater treatment facilities of the Municipal Unitary Enterprise of Khabarovsk "Vodokanal". Volosnikova G.A., Chernobrovkina O.E. ....                               | 58 |
| Comparison of the strengthening of vertical structures due to the installation of reinforced concrete and metal clips and gluing composite materials. Zhelninsky V.A., Makarov O.V., Mikulyak I.R. .... | 67 |
| Analysis and assessment of fire danger in educational institutions. Krivokhizhina O.I., Aksenov S.G., Sinagatullin F.K. ....                                                                            | 70 |

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Evaluation of the effectiveness of 3D printing for wall structures. Krotov O.M., Ptukhina I.S. ....                                                                | 73  |
| Innovative methods of quality control in construction: new opportunities and technologies. Lemeshkin A.V. ....                                                     | 80  |
| Vertical landscaping of facades – combining landscape and architecture. Makaryan V.V., Korzhempo Ya.A. ....                                                        | 85  |
| On the issue of providing a fire safety system in residential premises. Mikhailova M.Yu., Aksenov S.G. ....                                                        | 90  |
| The use of innovative vertical transport in the design of skyscrapers. Nichaeva L.S. ....                                                                          | 93  |
| Formation of a favorable social environment through architectural design. Nosova V.D., Korzhempo Ya.A. ....                                                        | 97  |
| Replacement of thermal insulation of heating pipelines in order to increase energy efficiency. Putilov S.S. ....                                                   | 100 |
| The influence of Soviet architecture on the modernization of buildings in Nanjing in the mid-20th century. Song Wanli ....                                         | 104 |
| Architectural and spatial essence of architecture. Architectural fantasies - a brief overview of the architectural heritage. Feofanova S.A., Chernysheva E.V. .... | 109 |
| Analysis of fire safety in medical institutions. Aksenov S.G., Khasanova L.G. ....                                                                                 | 115 |
| Ensuring the reliability of fixing reinforced concrete racks of mobile communication towers in the Donetsk-Lugansk region. Yarosh E.E. ....                        | 119 |
| Features of small and medium-sized forms of entrepreneurial activity in construction. Glazunov A.A., Abdrakhimov V.Z. ....                                         | 124 |

## APPLIED RESEARCH

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Checking DMVPN fault tolerance in different configurations. Pankov A.V., Elfimov A.V., Ushakov I.A. ....                                                           | 129 |
| Topical issues of environmental safety in the modern city. Alekseev E.V., Petukhov N.V., Posadneva E.M. ....                                                       | 134 |
| Urban Sculpture of China and Russia: Processes of Intercultural Integration and Differentiation. Wang Yan ....                                                     | 138 |
| Creation of hydrophobic phosphorus-containing flame retardants for wood modified with nano- and microparticles. Pokrovskaya E.N., Pakhomov A.V., Kuchina K.A. .... | 144 |

# Особенности взаимоотношений с клиентами на предприятиях и в сфере услуг

**Коршунов Илья Игоревич**

студент Университета «Синергия», kor.ilia@yandex.ru

В данной статье были рассмотрены ведущие тенденции развития рынка сферы услуг. Пандемия и связанные с ней ограничения резко изменили отрасль, заставив компании изменить свою бизнес-модель, используя новейшие информационные технологии. Создаются новейшие сервисы и ресурсы для ведения бизнеса. По мере увеличения количества пользователей увеличивается нагрузка на ресурс, а также ответственность его персонала за качество предоставляемого сервиса. Для поддержания высокого уровня клиентоориентированности существуют так называемые системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-системы). Особенности использования таких систем также описаны в статье.

**Ключевые слова:** CRM-системы, B2B, B2C, электронная коммерция, предприятия сферы услуг.

## Introduction

Currently, the service sector market is undergoing rapid transformation. A few years ago, major analytical publications and leading experts reported on a fairly stable and gradual development of this area, then COVID-19 pandemic made its own adjustments. Under the conditions of quarantine and social distancing, companies were forced to reconsider both their business model and the technologies used. As a result of the pandemic, there is a need to quickly and efficiently manage your business using digital solutions. This trend has also led to a profound change in customer habits and, consequently, to a change in the business models of enterprises. Now more people are becoming virtual shoppers, and businesses need to adapt to this change.

## Methods

Attempts to automate non-standard business processes by implementing popular boxed tools often lead to problems and difficulties, since they are implemented without improvements and do not take into account the specifics of the business model of a particular enterprise. Based on this, it is extremely important to implement in the enterprise not just a boxed product for automation, but to perform a complete reengineering of business processes and create a new interaction model based on existing in the market of CRM systems on the market, but which takes into account the features and subtleties of the marketplace. "CRM system (customer relations management system) - is a software product, which designed to automate the management of customer relationships in order to increase efficiency and improve the quality of service by storing basic information on each lead and incoming application, the history of relationships with them, establishing and improving current business processes, with the ability to: conduct a subsequent analysis of the results" [2]. Most of these systems are based on client-server architecture. Data is stored and processed in a single relational database, and users have access to it via remote terminals. Most often, users use standard web browsers to access the system via the internet browsers.

Such systems bring a number of competitive advantages to the enterprise's activities: high speed of response to incoming requests/requests and timely resolution of incoming problems and incidents; increase in the efficiency of sales management, due to the fact that order processing and management can be fully automated using such a system; personalization, which allows you to recommend products that best suit your needs to a specific customer. For example, the ability to



set KPIs for employees to monitor and improve their performance, various marketing tools that allow you to collect and analyze all incoming information, as well as its subsequent use for building advertising campaigns.

The model proposed above will be based on customer relations using a CRM-system, where the key link will be the client, and the system will be an intermediate link that provides high-quality two-way interaction.

It is important to create and clearly define the rules of interaction between employees and customers (regulations should be specified separately for both partners whose products are posted on the site and for customers-buyers), as well as develop clear algorithms for working with the CRM system for each of the above groups. Such actions will lead the company to a fairly high level of automation, except that all necessary user actions will be regulated in relation to working with both the enterprise information system and the client base. Also extremely important steps will be the correct and complete migration of all data from previous systems and repositories, as well as training employees to work correctly with the new system, because simply implementing the system is not enough for the high – quality functioning of all work processes-it must be properly operated.

As noted above, this model includes a wide range of functions: various marketing tools, direct sales, after-sales service, technical support, and customer incident resolution. Among the many advantages of the CRM model, there are several main areas in which the model can improve the efficiency of doing business:

- Personalization of customer relations (The system allows you to store contact information about the client, the history of interaction with him, transaction data, conversation records and correspondence to control the quality of customer service provided by employees. Personal treatment of each client increases their loyalty and trust in the brand. Increasing the level of customer orientation, in turn, directly positively affects the number of sales.)

- Fast and efficient interaction (Questions, problems, and requests received from customers related to requesting the necessary information about order parameters, organizing delivery, payment, refunds, and handling claims can be automated thanks to the implementation of CRM. The system will also enable quick access to contact information based on a certain set criterion for calling or SMS / E-mail informing the target audience, for example, during promotions and sales.)

- Increase sales efficiency (Order processing and management can be fully automated using a CRM system. This approach will significantly reduce manual operations performed by managers and avoid mistakes related to the human factor. The program will take over both monitoring the client's management from the incoming request to the completed shipment, as well as simplify the associated document flow due to the built-in functions of automatic creation of accompanying documents.)

- Use of a wide range of analytical tools (Based on the information stored in the database, modern

algorithms of CRM systems analyze many different parameters, due to which it is possible to build clear and visual summaries, graphs and diagrams. This will make it much easier to assess the quality of work of a particular department, as well as give an understanding of the effectiveness of a particular process. This information will be extremely useful for understanding your strengths and weaknesses. Conclusions drawn from the financial statements provided may be the main basis for making adjustments to the company's operating activities.)

- Targeted marketing (CRM systems are great for managing marketing policy. The CRM marketing strategy is based on the ability to collect and analyze data about customers and leads. Unique information about the interaction with each client who contacted the company helps motivate them to make repeated purchases in the future, in particular, goods and services that meet their requirements and preferences. Personal discounts, coupons, as well as targeted discounts and cumulative bonus points can be used as such a "motivator" for repeat purchases.)

- Financial aspect (The information collected in such systems significantly simplifies the analysis of the execution time of a particular business process, and also helps to reduce costs incurred throughout the entire sales cycle. Conclusions drawn from such analytical information will help identify problematic processes and facilitate appropriate action. Another "driver" of profit is regular customers and repeat sales, etc.).

## Conclusion

In the future, the use of CRM-systems will continue to develop. Technologies that were previously unavailable will become more accessible and effective in predicting risk assessment. The ability to adapt quickly and use current technologies will allow companies in plenary sessions to separate from the original problem and move to more optimal models of work. It seems that companies in the service sector will be able to successfully develop in the future, thanks to the use of reliable digital technologies.

The implementation of the described system reduces the processing time of the client's request, and also allows you to respond more quickly to customer incidents, which increases the NPS (Consumer Loyalty Index) points by providing fast and high-quality customer service.

## Features of customer relations in enterprises and service industries Korshunov I.I.

Student of The «Sinergy» University, kor.ilia@yandex.ru

In this article, the leading trends in the development of the service sector market were considered. The pandemic and its associated restrictions have dramatically changed the industry, making it necessary for companies to change their business model by using the latest information technologies. The latest services and resources for doing business are created. As the number of users increases, the load on the resource increases, as well as the responsibility of its personnel for the quality of the service provided. In order to maintain a high level of customer orientation, there are so-called customer relationship management systems (CRM-systems). The features of using such systems are also described in the article.

Keywords: CRM systems, B2B, B2C, E-commerce, enterprises and service industries.

## References

1. Alexander H., Kracklauer D., Quinn M., Dirk S. Collaborative customer relationship management. Taking CRM to the next level // Springer-Verlag Berlin. Heidelberg. 2004. P. 100-250.
2. Goldenberg, B.J. (2008) "CRM in Real Time: Empowering Customer Relationships" Information Today, Inc.
3. Khurana, M. (2010) "Information Technology for Retailing" Tata McGraw-Hill Education
4. Mathur, U.C. (2010) "Retail Management: Text and Cases" I.K. International Pvt Lt
5. Anton, J. (1996). Customer relationship management: Making hard decisions with soft numbers, Journal of Leisure Research, 29:3, 355-358,
6. Reichheld, F.F. and Aspinall, K. (1993), Building high-loyalty business systems, Journal of Retail Banking, 15: 21-9.
7. Payne, A., and Frow, P. (2004). The role of multichannel integration in customer relationship management. Industrial marketing management, 33(6), 527-538.
8. Peppard, J. (2000). Customer Relationship Management (CRM) in Financial Services. European Management Journal, 18 (3): 312-327

# Формирование принципов эффективного управления бизнес-инкубаторами в условиях импортозамещения

**Начевский Михаил Владимирович**

старший преподаватель Базовой кафедры Благотворительного фонда Поддержки образовательных программ «КАПИТАНЫ» «Инновационный менеджмент и социальное предпринимательство», ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», Nachevskiy.MV@rea.ru

Для повышения эффективности работы бизнес-инкубаторов в современной, быстро развивающейся цифровой экономике следует использовать крипто-диссипативный подход к управлению их развитием. Этот подход включает широкое использование криптографии в экономическом аспекте управления бизнес-инкубаторами и реорганизацию предпринимательских отношений на основе принципов диссипативности организационных отношений. Нами был предложен крипто-диссипативный подход к управлению бизнес-инкубаторами, в котором активно используется потенциал криптографии и блокчейн при эмиссии токенов или криптоактивов. Эти токены выступают как обеспечение права на долю собственности и потенциальных доходов соответствующей компании или стартапа и размещаются на виртуальных финансовых рынках с помощью процесса ICO.

Еще одной из подсистем управления бизнес-инкубаторами, основанной на крипто-диссипативном подходе, является обеспечение высокого уровня диссипативности бизнес-инкубаторов и генерация конкурентных преимуществ в условиях нашей высоковолатильной внешней финансовой и отраслевой среды. Системы с высоким уровнем самоорганизации и значительным уровнем адаптивности называются диссипативными. Эти структуры отличаются высокой устойчивостью благодаря гибкости их функционирования и развития. В современной экономике России проблема формирования гибких систем управления бизнес-инкубаторами имеет важное значение.

**Ключевые слова:** бизнес-инкубатор, цифровая экономика, крипто-диссипативный подход, цифровая трансформация, повышение эффективности, принцип диссипативности, блокчейн, криптоактивы, ICO, смарт-контрактинг.

С целью повышения эффективности функционирования бизнес-инкубаторов в условиях современной, динамично развивающейся цифровой экономики нами предлагается крипто-диссипативный подход к управлению их развитием.[1]

Базовыми элементами предлагаемого подхода являются:

1. Обеспечение роста эффективности управления бизнес-инкубаторами за счет комплексного использования экономического потенциала криптографии и ее приложений, базовыми эффектами от использования которого являются:

- Системная криптографическая защита информационных потоков бизнес-инкубатора;
- Перевод хозяйственных договоров бизнес-инкубатора на принципы смарт-контрактинга, являющегося приложением криптографии;

- Организация на основании такого приложения криптографии, как блокчейн, ICOпроектов и стартапов бизнес-инкубатора на рынках криптоактивов.

2. Комплексное использование потенциала экономической синергии в рамках системы управления бизнес-инкубаторами. Основные направления формирования и развития диссипативных структур и отношений:

- Увеличение стратегической гибкости бизнес-инкубатора на основании формирования и развития диссипативных организационных структур;

- Диссипация дает возможности роста эффективности отношений кооперации и интеграции в рамках управления бизнес-инкубатором;

- Диссипативные структуры управления бизнес-инкубаторами имеют сравнительно больший потенциал инновационности развития.[2]

Взаимосвязанными элементами предлагаемого нами концептуального подхода к управлению бизнес-инкубаторами в современных условиях хозяйствования являются широкое использование экономического потенциала криптографии в операционной и управленческой деятельности такого рода организации, а также реорганизация предпринимательских отношений на основании широкого внедрения принципа диссипативности организационных отношений.[3]

Следует отметить, что возможности криптографии начали относительно интенсивно использоваться в рамках систем управления процессами развития ряда компаний, в первую очередь субъектов предпринимательства США и Европы, с 1940 г.г. (первоначально преимущественно в рамках систем управления информационными потоками предпринимательских структур сферы ВПК и иных отраслей экономики, находящихся под непосредственным

контролем правительственных структур). В настоящее время возможности использования данной технологии существенным образом расширились за счет развития приложений криптографии:

1. Появление криптографии как технологии защиты информации, в т.ч. в предпринимательском секторе (с 1940 г.г.)

2. Развитие технологии блокчейн, основанной на криптографическом подходе (с середины 2000 г.г.) [4]

3. Появление механизма ICO (размещения токенов предпринимательских стартапов на рынках криптоактивов) как приложения блокчейн (с начала 2010 г.г.)

В целом, основные направления использования экономического потенциала криптографии в развитии систем управления современными бизнес-инкубаторами в парадигме предлагаемого подхода достаточно разнообразны: Комплексная криптографическая защита информационного потока бизнес-инкубатора; использование смарт-контрактинга в рамках предпринимательских договоров; рационализация корпоративных отношений бизнес-инкубатора на основе блокчейн; эмиссия токенов стартапов бизнес-инкубатора и их размещение на рынках криптоактивов, в т.ч. посредством ICO. [5]

Таким образом, особенностью разработанного нами крипто-диссипативного подхода к управлению бизнес-инкубаторами является комплексное, разноплановое использование экономического потенциала криптографии и ее приложений (блокчейн, смарт-контрактинг, эмиссия и размещения токенов) в целях повышения эффективности деятельности такого рода предпринимательских структур, а также формируемых и реализуемых в рамках бизнес-инкубаторов инвестиционных проектов и инновационных стартапов. [6]

Одним из направлений предлагаемого подхода к управлению бизнес-инкубаторами в современных условиях хозяйствования является активизация использования смарт-контрактинга для закрепления и контроля последующего исполнения любых типов предпринимательских договоров (с поставщиками, подрядчиками, корпоративными потребителями продукции резидентов бизнес-инкубатора, работ, услуг, персоналом бизнес-инкубатора, потенциальными соинвесторами, кредиторами и т.п.). При этом в наиболее общем виде смарт-контрактинг представляет собой основанный на криптографической технологии блокчейн механизм формирования контрактно-договорных отношений, характеризующийся высоким уровнем транспарентности и практически несанкционированными рисками изменения как со стороны собственно субъектов договорного процесса, так и неких третьих лиц.

Тем самым, технология смарт-контрактинга в части формирования и развития системы предпринимательских договоров является более предпочтительной по сравнению с традиционным нотариальным оформлением хозяйственных отношений предпринимательских структур, в т.ч. бизнес-инкубаторов, ввиду того, что последнее не является абсолютно безопасным, достаточно оперативным и децентрализованным. [7]

О нацеленности субъектов предпринимательства на использование смарт-контрактинга (по группе государств G7 – наиболее развитых стран мировой экономики, сформировавших, в частности, в 2021 г. свыше 54,0% мирового ВВП) свидетельствует информация: в 2013 – 2020 г.г. доля смарт-контрактов в общей структуре предпринимательских договорных отношений субъектов хозяйственной деятельности рассматриваемой группы государств возросла с 0,71% до 7,84% или в 11,04 раза, что достаточно существенно. При этом определенным ограничением роста инструментария смарт-контрактинга является то, что данный вид хозяйственных отношений пока не вполне отрегулирован в рамках систем национального гражданского права ряда государств группы G7. [8]

Другим значимым элементом предлагаемого автором крипто-диссипативного подхода к управлению бизнес-инкубаторами является активизация использования потенциала криптографии и блокчейн в процессе эмиссии токенов (криптоактивов) как самого инкубатора, так и проектов и стартапов, реализуемых в их рамках, и последующего их размещения на виртуальных финансовых рынках, в первую очередь посредством организации и осуществления процедуры ICO.

ICO (initial coin offering) в наиболее общем виде представляет собой инновационный механизм аккумуляции предпринимательскими компаниями и инициаторами стартапов финансово-инвестиционных ресурсов на виртуальных биржах криптоактивов посредством размещения токенов – специфических криптоактивов (криптовалют), удостоверяющих право их приобретателя на часть собственности в структуре имущества и потенциальных доходов соответствующей компании или стартапа. Преимущества криптографического механизма ICO над другими вариантами привлечения инвестиций на современных рынках капитала достаточно подробно рассмотрены рядом исследователей, в частности С. Бланком и Б. Дорфом.

В 2013 – 2021 г.г. объем ICO в мировой экономике возрос в 8,34 раза. Такого рода рост, как продемонстрировала осуществленная нами аппроксимация тренда, носит выражено эластичный, ускоренный, экспоненциальный характер. В целом, это свидетельствует о признании многими субъектами предпринимательской деятельности и инициаторами стартапов предпочтительности данной процедуры перед альтернативными вариантами финансирования, в т.ч. и реализуемыми в пространстве современной цифровой экономики (привлечение ресурсов виртуальных банков, интернет-компаний, виртуальных венчурных фондов и т.п.).

Другой подсистемой предлагаемого подхода к управлению бизнес-инкубаторами является обеспечение высокого уровня диссипативности последних и устойчивое генерирование на данной основе конкурентных преимуществ деятельности бизнес-инкубаторов в условиях современной высоковолатильной внешней финансовой и отраслевой среды. [9]

В наиболее общем виде диссипативными являются системы с высоким уровнем самоорганизации

и, соответственно, имеющие значительный уровень адаптивности, устойчивости к возможным негативным воздействиям внешней среды. Такого рода устойчивость диссипативных структур, в свою очередь, является непосредственным следствием гибкости их функционирования и развития.

Диссипативные структуры управления бизнес-инкубаторами имеют следующие основные характеристики:

- высокий уровень стратегической гибкости организационных структур управления развития бизнес-инкубаторами;
- минимальный уровень бюрократизма менеджмента бизнес-инкубатора;
- широкое использование современного проектного подхода к управлению бизнес-инкубатором.

Проблема формирования гибких, в т.ч. диссипативных, систем управления бизнес-инкубаторами, является достаточно актуальной для современной экономики России. В 2021 г. только 12,4% бизнес-инкубаторов в рамках национальной экономики имели гибкие организационные структуры и системы менеджмента. К сожалению, большинство отечественных бизнес-инкубаторов, учрежденных организациями системы высшего образования, используют достаточно бюрократизированные, недиссипативные механизмы и методы менеджмента, собственно характерные для абсолютного большинства управления российскими вузами.

Использование разработанного нами криптодиссипативного подхода к управлению бизнес-инкубаторами дает следующие преимущества в части обеспечения конкурентоспособности и повышения финансово-экономической эффективности последних:

- снижение транзакционных издержек деятельности бизнес-инкубатора ввиду внедрения диссипативности и использования смарт-контрактинга;
- повышение оперативности и безопасности формирования и реализации хозяйственных договорных отношений в рамках системы менеджмента бизнес-инкубатора различного плана;
- увеличение уровня информационно-коммуникационной безопасности деятельности бизнес-инкубатора;
- повышение стратегической гибкости бизнес-инкубатора, адаптивности к возможным неожиданным и резким флуктуациям внешней макроэкономической, институциональной, финансовой и отраслевой среды, что особенно актуально в условиях вероятного длительного сценария развития пандемийного кризиса 2020 – 2022 г.г.

В современных условиях хозяйствования, характеризующихся в том числе наличием достаточно инертных, чрезмерно бюрократизированных механизмов управления большинством организаций системы ВО РФ, внедрение блокчейн и смарт-контрактинга в системы управления бизнес-инкубаторами, функционирующими при отечественных вузах, представляет определенную организационную проблему.[10]

Для ее решения целесообразно использовать элементы опыта, нарабатываемого в современный

период, в рамках реагирования на новую волну внешнеэкономических санкций 2022 г., в рамках банковской системы РФ (декларируемый переход на национальную модель управления межбанковскими коммуникациями на основе блокчейн как альтернативу системы SWIFT), внедрение некоторых элементов смарт-контрактинга в систему Электронного Правительства и др.[11]

Механизм внедрения блокчейн и смарт-контрактинга в систему управления современными российскими бизнес-инкубаторами, функционирующими при организациях ВО:

1. Внедрение элементов блокчейн для внутривузовских и межвузовских коммуникаций (научно-исследовательские договора, образовательные коммуникации и др., кроме финансовых трансакций);
2. Использование бизнес-инкубаторов при вузах как экспериментальной площадки для использования потенциала блокчейн, смарт-контрактинга и их приложений в максимально полном объеме;
3. Применение в рамках систем управления бизнес-инкубаторами при вузах РФ потенциала блокчейн и смарт-контрактинга в следующих основных направлениях:

- обеспечение транспарентности контрактов бизнес-инкубатора посредством перевода их на блокчейн;
- эмиссия токенов бизнес-инкубатора или реализуемых в его рамках стартапов;
- ICOбизнес-инкубатора на рынках криптоактивов;
- организация с использованием блокчейн краудсорсинга, краудинвестиции и краудфаундинга в рамках менеджмента развитием бизнес-инкубатора.

4. Оценка финансово-экономической и социальной эффективности использования блокчейн и смарт-контрактинга в рамках системы управления бизнес-инкубатором;
5. Экстраполяция вероятного положительного опыта внедрения блокчейн и смарт-контрактинга на систему управления вузом, являющимся учредителем бизнес-инкубатора, в целом.

Предлагаемые этапы внедрения блокчейн и смарт-контрактинга в деятельность бизнес-инкубаторов при организациях ВО РФ:

1. Обоснование целесообразности внедрения блокчейн и смарт-контрактинга в систему управления бизнес-инкубаторами при вузе, в т.ч.:
  - перевод документооборота на смарт-контрактинг;
  - эмиссия токенов бизнес-инкубатора;
  - проект выхода бизнес-инкубатора на ICOс эмитированными на основе блокчейн токенами и др.
2. Подготовка проекта положения об использовании блокчейн и смарт-контрактинга в рамках управления бизнес-инкубатором при вузе;
3. Предварительное обсуждение Положения об использовании блокчейн на заседании ректората вуза;[12]
4. Итоговое обсуждение и утверждение Положения о блокчейн и смарт-контрактинге в дочерних

бизнес-инкубаторов на расширенном Ученом Совете вуза;

5. Собственно внедрение блокчейн и смарт-контрактинг в деятельность бизнес-инкубаторов при вузе;

6. Привлечение финансовых ресурсов для стартапов, формируемых в рамках бизнес-инкубаторов, посредством ICO на крипторынках. Контроль целевого использования привлеченных финансовых ресурсов; [13]

7. Обучение на базе бизнес-инкубаторов административного состава и заинтересованных преподавателей организации ВО прикладным аспектам блокчейн и смарт-контрактинг; [14]

8. Промежуточная (квартальная) и итоговая (годовая) оценка эффективности внедрения блокчейн и смарт-контрактинг в систему управления бизнес-инкубаторами при вузе. Корректировка процесса внедрения. Рекомендации по экстраполяции блокчейн на систему управления вузом в целом.

Подводя итоги, нами был предложен крипто-диссипативный подход к управлению бизнес-инкубаторами. Аргументирована его актуальность для практики менеджмента современных бизнес-инкубаторов любого типа. Выделены основные элементы предлагаемого концептуального крипто-диссипативного подхода. Его потенциальная положительная эффективность для развития системы управления бизнес-инкубатором проявляется в следующем: снижение транзакционных издержек деятельности бизнес-инкубатора ввиду внедрения диссипативности и использования смарт-контрактинг; повышение оперативности и безопасности формирования и реализации хозяйственных договорных отношений в рамках системы менеджмента бизнес-инкубатора различного плана; увеличение уровня информационно-коммуникационной безопасности деятельности бизнес-инкубатора; повышение стратегической гибкости бизнес-инкубатора, адаптивности к возможным неожиданным и резким флуктуациям внешней макроэкономической, институциональной, финансовой и отраслевой среды, что особенно актуально в условиях вероятного длительного сценария развития пандемийного кризиса 2020 – 2022 г.г. [15]

## Литература

1. Дрогобыцкий И.Н. Системный анализ в экономике / 2-е издание – 2022. – С. 11 – 43.
2. Булетова Н.Е. Управление траекторией развития региональной эколого-экономической системы – 2013. – С. 136 – 172.
3. Абдеев Р.Ф. Философия информационной цивилизации – 1994. – С. – 214 – 281.
4. Алексей Ефремов, Владимир Южаков, Эльвира Талапина, Ирина Черешнева. Применение технологий распределенного реестра в государственном управлении: возможности и правовые риски – 2022. – С. 98 – 159.
5. Лаптев В.А., Тарасенко О.А. Цифровая экономика: концептуальные основы правового регулирования бизнеса в России / Монография. – 2021. – С. 20 – 47.

6. О. Смирнова, Т. Сачук, Ф. Александров, И. Быковников. Повышение инвестиционной привлекательности муниципального образования и привлечение инвесторов на местном уровне – 2020. – С. 20 – 39.

7. Занковский С.С. Проблемы развития и перспективы предпринимательского права в современных экономических условиях. Монография – 2021. – С. 114 – 152.

8. Рыбалкин В. Е. Международные экономические отношения 2012 [Электронный ресурс]: учебник / Рыбалкин В. Е., Мантусов В. Б., Грибанич В. М. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

9. Кязимов К.Г. Социальное партнерство / теория и практика : учебник – 2011. – С. 325 – 344.

10. Т. Алексеева, Э. Гумеров. Безопасное применение смарт-контрактов в блокчейн-системах управления – 2022. – С. – 11 – 32.

11. Сергей Кузнецов. Современные технологии документационного обеспечения управления – 2018. – С. – 41 – 65.

12. Минашкин В.Г. Бизнес-статистика и прогнозирование / учебно-практическое пособие – 2010. – С. – 204 – 251.

13. Мажорина М.В. Мировая экономика цифровых платформ: поиск новых регуляторных моделей // Правовое регулирование цифровой экономики в современных условиях развития высокотехнологичного бизнеса в национальном и глобальном контексте: монография / под общ. ред. В.Н. Синюкова, М.А. Егоровой, Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина (МГЮА). М.: Проспект – 2019. – С. – 19 – 34.

14. Мажорина М.В. Цифровые платформы и международное частное право, или Есть ли будущее у киберправа? // Lex russica – 2019. № 2. – С. – 107 – 120.

15. Моазед А. Платформа: Практическое применение революционной бизнес-модели / пер. с англ. М., – 2019. – С. – 288.

## Formation of principles for the effective management of business incubators in the context of import substitution

Nachevsky M.V.

PREU" G.V. Plekhanov

To improve the efficiency of business incubators in a modern, rapidly developing digital economy, a crypto-dissipative approach to managing their development should be used. This approach includes the widespread use of cryptography in the economic aspect of managing business incubators and the reorganization of business relations based on the principles of dissipative organizational relations. We have proposed a crypto-dissipative approach to managing business incubators, which actively uses the potential of cryptography and blockchain when issuing tokens or crypto assets. These tokens act as collateral for a share of the ownership and potential earnings of the respective company or startup and are placed on virtual financial markets through the ICO process.

Another of the business incubator management subsystems based on the crypto-dissipative approach is to ensure a high level of business incubator dissipation and generate competitive advantages in our highly volatile external financial and industry environment. Systems with a high level of self-organization and a significant level of adaptability are called dissipative. These structures are highly stable due to the flexibility of their functioning and development. In the modern Russian economy, the problem of forming flexible business incubator management systems is of great importance.

Keywords: Business incubator, digital economy, crypto-dissipative approach, digital transformation, efficiency improvement, principle of dissipativity, blockchain, crypto assets, ICO, smart contracting.

## References

1. Drohobytsky I.N. System analysis in economics / 2nd edition – 2022. – pp. 11 - 43.
2. Buletova N.E. Management of the trajectory of development of the regional ecological and economic system - 2013. – pp. 136 - 172.
3. Abdeev R.F. Philosophy of information civilization – 1994. – P. – 214 – 281.
4. Alexey Efremov, Vladimir Yuzhakov, Elvira Talapina, Irina Chereshneva. Application of distributed registry technologies in public administration: opportunities and legal risks – 2022. – pp. 98 – 159.
5. Laptev V.A., Tarasenko O.A. Digital economy: conceptual foundations of legal regulation of business in Russia / Monograph. - 2021. - pp. 20-47.
6. O. Smirnova, T. Sachuk, F. Alexandrov, I. Bykovnikov. Increasing the investment attractiveness of the municipality and attracting investors at the local level – 2020. – pp. 20-39.
7. Zankovsky S.S. Problems of development and prospects of business law in modern economic conditions. Monograph – 2021. – C. 114 – 152.
8. Rybalkin V. E. International Economic Relations 2012 [Electronic resource]: textbook / Rybalkin V. E., Mantusov V. B., Gribanich V. M. — Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/15395>
9. Kazimov K.G. Social partnership / theory and practice: textbook – 2011. – pp. 325 – 344.
10. T. Alekseeva, E. Gumerov. Secure application of smart contracts in blockchain management systems – 2022. – p. – 11 – 32.
11. Sergey Kuznetsov. Modern technologies of management documentation support – 2018. – p – 41 – 65.
12. Minashkin V.G. Business statistics and forecasting / educational and practical manual - 2010. – p– - 204 – 251.
13. Mazhorina M.V. World economy of digital platforms: search for new regulatory models // Legal regulation of the digital economy in modern conditions of development of high-tech business in a national and global context: monograph / under the general editorship of V.N. Sinyukov, M.A. Egorova; Kutafin Moscow State Law University (MGUA). Moscow: Prospect, 2019. pp. 19-34.
14. Mazhorina M.V. Digital platforms and private international law, or does cyber law have a future? // Lex russica. 2019. No. 2. pp. 107-120.
15. Moazed A. Platform: Practical application of a revolutionary business model / trans. from English M., 2019. 288 p.

# Проектный менеджмент в управлении крупными организациями

**Попова Елена Владимировна**

д.э.н., проф., профессор кафедры теории менеджмента и бизнес-технологий, РЭУ им. Г.В. Плеханова, [epo56@rambler.ru](mailto:epo56@rambler.ru)

В статье анализируется специфика внедрения проектного менеджмента на крупных предприятиях. Обоснована важность применения проектного подхода к управлению компанией, реформирования сложившихся в отечественных реалиях управленческих практик и коррекции патологий менеджмента, свойственных крупным корпоративным структурам. Представлены дефиниции понятий «проект» и «проектный менеджмент». Рассмотрены ключевые свойства проекта в контексте проектного бизнес-менеджмента. Выявлены преимущества внедрения проектного подхода в управлении крупными предприятиями. Обозначены существенные черты основных методологий проектного управления.

**Ключевые слова:** проект-менеджмент, проектное управление, проект, инновационный менеджмент, горизонтальная коммуникация

Актуальность внедрения инноваций в управлении крупными компаниями обусловлена динамическим развитием технологий, увеличением конкуренции на рынке и постоянно меняющимися потребностями клиентов. Имплементация инноваций в системы управления крупных предприятий позволяет им эффективно адаптироваться к условиям изменчивой внешней среды и достигать устойчивого конкурентного преимущества. Кроме того, инновационные подходы в менеджменте позволяют снизить затраты и повысить эффективность использования ресурсов компании. К примеру, интеграция цифровых технологий в процессы управления может автоматизировать рутинные операции, ускорить принятие решений и улучшить взаимодействие между различными подразделениями крупной компании. Инновации в менеджменте способствуют стимулированию творческого мышления и развитию инновационной корпоративной культуры. Создание благоприятной среды для инноваций – в том числе за счет поощрения инициатив, исходящих от сотрудников – генерирует новые идеи, которые повышают прибыльность компании в целом.

Внедрение инноваций в менеджменте крупных компаний предполагает разработку новых стратегий и практик, способствующих улучшению операционной эффективности, оптимизации бизнес-процессов и повышение качества продукции или услуг. Подобные инновации, как правило, включают в себя внедрение цифрового инструментария в менеджмент, выработку инновационных моделей управления, применение аналитических инструментов и системного подхода к принятию управленческих решений.

Реформирование систем управления крупными предприятиями происходит на основе многочисленных методологий, накопленных в научном массиве за последние десятилетия. Более того, инновационный менеджмент и его важный компонент – проектный менеджмент – являют собой отдельную и весьма актуальную дисциплину с высоким научным и практико-ориентированным потенциалом.

Проектный менеджмент призван исправлять и корректировать патологии, наблюдаемые в системе управления компанией. Патология менеджмента, в свою очередь, представляет собой устойчивую «причину невозможности в полном объеме достичь поставленной цели, несмотря на все усилия менеджмента», связанную с «укоренившимся образом действий и стереотипами мышления менеджеров, как в стратегии, так и в тактике управления» [7, с. 87].

По мнению Е. Ю. Плешаковой и Е. Г. Калязиной, типичными патологиями менеджмента в крупных



компаниях выступают (1) доминирование иерархии над функцией, а также связанные с этим фактором (2) мотивация вертикалью и (3) управленческая алчность, (4) стремление к достижению формальных целей и показателей [7, с. 88].

Подобные индикаторы патологического состояния менеджмента существенно ухудшают уровень эффективности крупного предприятия, в связи с чем его руководителям требуется применять меры по предотвращению и профилактике патологий. В идеальной ситуации принятие подобных мер результирует в трансформацию подхода к управлению компанией, но в реальной управленческой практике, к сожалению, все ограничивается внедрением точечных антикризисных новаций, действенных лишь в краткосрочной перспективе.

На радикальные трансформации систем управления решаются, как правило, топ-менеджеры компаний, задействованных в инновационных отраслях – телекоммуникации, программирование, робототехника, медицина и проч. Тем не менее, отношение к инновациям руководителей крупных производственных компаний «традиционного» сектора народного хозяйства постепенно сменяется с настороженности на интерес [8, с. 270]. Любая компания на сегодняшний день оказывается вовлеченной в инновационный процесс, и отказ от модернизации будет значить осознанную утрату конкурентных позиций.

Среди наиболее перспективных управленческих подходов на сегодняшний день называют следующие: процессный, проектный, системный, ситуационный, холистический, синергетический [4, с. 48]. Наиболее дискутируемыми в научном плане являются, при этом, процессный и проектный подходы. Сопоставление двух методологий управления осуществляется на базисе рассмотрения активности компании с двух ракурсов: как совокупности процессов и как совокупности разовых задач. Процессный подход сфокусирован на отладке и мониторинге повторяющихся, регулярных процессов, тогда как проектный – на реализации разовых инициатив (мероприятий, проектов, программ). Соответственно, управление деятельностью предприятия может означать управление процессами либо управление проектами [5, с. 167].

Проектное управление начало активно внедряться в реальные организационные условия управления бизнесов в конце XX века преимущественно в странах Запада. В России имплементация проектного подхода началась несколько позже и затронула в первую очередь высокотехнологичные предприятия малого и среднего бизнеса. Для России вопрос управления проектами стал актуален по мере интеграции в мировую экономику в середине 1990-х гг. [3, с. 1]. Внедрение проектного подхода в управленческую практику отечественных предприятий стало объективным требованием времени.

Проектное управление имеет место в крупных исследовательских, консалтинговых, строительных организациях, и, в принципе, в любых предприятиях, деятельность которых предполагает разработку инновационных проектов и/или реализацию целевых программ. Тем не менее, наиболее естественно

проектный менеджмент по-прежнему встраивается в отечественные предприятия IT-индустрии [2, с. 186]. Данная закономерность обусловлена тем, что ключевым – и даже единственным – объектом управленческого воздействия в подобных компаниях изначально выступает проект – разработка программного продукта априори является проектно-ориентированной деятельностью. Темпы освоения проектного менеджмента в России относительно низкие, особенно на крупных предприятиях; как показывает реальная практика, «вслед за теоретическим восторгом от проектного управления не последовал реальный бум повышения эффективности менеджмента» [2, с. 186].

Проектный менеджмент представляет собой особый метод ведения управленческой деятельности, ориентированный на формирование в компании благоприятных условий для выполнения проектов, преследующих среднесрочный и краткосрочные цели [7, с. 86]. Проектное управление – «процесс управления масштабными задачами предприятия в условиях временных и ресурсных ограничений для достижения заявленных результатов и поставленных целей» [6, с. 183]. Проект в подобном контексте представляет собой «временное предприятие, направленное на создание уникального продукта, услуги или результата» [5, с. 167]. Можно определить проект также в качестве единовременного мероприятия, ограниченного по времени реализации и приводящего к уникальному результату. В представленных выше дефинициях отмечаются ключевые свойства проекта – ограниченность во времени и ориентация на результат. Более полно детерминирующие черты проекта можно представить следующим образом (Таблица 1):

Таблица 1  
Ключевые свойства проекта в контексте проектного бизнес-менеджмента

| Характеристика проекта                 | Сущность                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Временное ограничение</b>           | Проект имеет ограниченное время выполнения, т.е. он имеет начало и завершение. В отличие от рутинных операций, проекты характеризуются временным ограничением.                                                                                                                     |
| <b>Ориентация на цели и результаты</b> | Проект имеет четко определенные цели и ожидаемые результаты. Проект выполняется исключительно с целью достижения определенного результата или создания конкретного продукта, услуги или решения.                                                                                   |
| <b>Ресурсное ограничение</b>           | Реализация проекта требует определенного объема ресурсов (финансовые средства, материалы, оборудование, персонал и экспертные знания). Управление потоками ресурсов является важной составляющей концепции и практики проектного управления.                                       |
| <b>Регламентация</b>                   | Выполнение проекта регулируется определенными правилами и регламентами. Подобные правила могут включать следование целям и пути их достижения, цели, планирование, графики выделения и потребления ресурсов, контроль выполнения работ, оценку рисков и управление коммуникациями. |
| <b>Уникальность</b>                    | Проект не является повторяемым мероприятием и выступает разовой мерой, направленной на достижение конкретных уникальных (не рутинных) задач.                                                                                                                                       |

Примечание: собственная разработка автора

Как правило, этапы реализации проектов в крупных компаниях не отличаются от аналогичных для мелких и средних компаний. Тем не менее, имплементация проектного менеджмента в крупных предприятиях отличается рядом факторов, которые, помимо прочего, выступают также преимуществами проектного подхода в крупных корпоративных структурах (Таблица 2).

Таблица 2  
Факторы-преимущества внедрения проектного подхода в управлении крупными предприятиями

| Фактор                     | Преимущество во внедрении проектного метода управления                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Стратегический</b>      | Реализация мероприятий посредством методологии проект-менеджмента направлена на организацию текущей деятельности компании (оперативное планирование) с учетом стратегических задач (стратегическое планирование).                                                                                                                                                                              |
| <b>Экономический</b>       | Проект-менеджмент позволяет осуществить распределение финансовых ресурсов между различными проектами крупного предприятия, сосредоточив их на более важных задачах.                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Организационный</b>     | Проект-менеджмент способствует четкому следованию целям проекта усилиями проектной команды (кураторов и исполнителей проекта) и позволяет уменьшить несогласованность взаимопротиворечащих действий, возникающих в рамках разных подразделений крупной компании.                                                                                                                               |
| <b>Мотивирующий</b>        | Проект-менеджмент позволяет увеличить количество заинтересованных сторон в конечных результатах проекта, повышает инициативность, целеустремленность и профессионализм сотрудников, так как дает более четкие представления о планируемом результате и о собственном вкладе каждого участника проектной команды. Нет диффузии ответственности, характерной для крупных иерархических структур. |
| <b>Консолидирующий</b>     | Проект-менеджмент снижает разрозненность в действиях многочисленного штата сотрудников и руководителей, повышает объективность принятия решений.                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Коммуникативный</b>     | Проект-менеджмент способствует устранению иерархических барьеров и бюрократии, присущих крупным предприятиям; повышает эффективность коммуникации между исполнителями проекта.                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Структурообразующий</b> | Проект-менеджмент позволяет произвести реструктуризацию компании, выделить новые подразделения, отвечающие за конкретную функцию или проект, а также сместить акцент с вертикальных связей на горизонтальные как более эффективные.                                                                                                                                                            |

Примечание: собственная разработка автора на основе [5, 6, 7]

Дополнительным преимуществом внедрения проектного подхода в управлении крупным предприятием выступает повышение прозрачности управления крупной компанией; новые подразделения (проектные команды) обладают выделенными им ресурсами, кадрами, задачами, которые легче контролировать. Руководитель и команда проекта несут прямую ответственность за выполнение проекта в указанные сроки с достижением зафиксированных в проектной документации целей.

Таким образом, проект-менеджмент позволяет избавить крупное предприятия от многих «побочных

эффектов», возникающих по мере разрастания бизнеса и структуры внутренних связей. Как правило, крупные предприятия, в том числе обладающие филиалами, характеризуются мощной иерархической структурой, и им свойственна практика вмешательства головного офиса или высшего руководства во все рутинные процессы, что, в свою очередь, дополнительно усиливает вертикальную специфику крупных предприятий и «цементирует их линейно-функциональный характер» [2, с. 189].

Нельзя сказать, что подобный традиционный подход к управлению крупной компанией априори неэффективен. Более того, возникновение подобных структур обусловлено рядом объективных причин: к примеру, производственные – промышленные, строительные и проч. – организации сталкиваются с «прессингом» со стороны государственных ведомств, надзорных подразделений заказчика, а ответственность за ненадлежащее выполнение обязательств ложится в конечном итоге на генерального директора компании, от лица которого заключаются крупные производственные контракты. Колоссальные по объему штрафные санкции, репутационные риски и социальная ответственность крупных предприятий приводят их руководство к потребности в том, чтобы «крепко сжимать поводья» [2, с. 189].

Кроме того, существуют и субъективные факторы, определяющие строгую вертикальную (иерархическую) модель управления в большинстве крупных российских предприятий. Речь идет о сложившемся в обиходном сознании представлении об идеальной модели управления, заключающейся в авторитарном стиле руководства и высокой дистанции власти. Эффективность деятельности государственной производственной структуры и частного бизнеса до сих пор ассоциируется с обладанием контролем над каждым из сотрудников. Все вышеизложенное отчасти позволяет объяснить один из наиболее важных рисков при внедрении проектного менеджмента на крупном предприятии. Речь идет о том, что по мере имплементации проектных подходов на крупном предприятии велика вероятность возрастания роли менеджера проекта, увеличения роли его компетенций, что, в свою очередь, влечет за собой иерархизацию системы и соответствующее снижение эффективности ее функционирования [1, с. 176].

Как правило, крупные предприятия, если и внедряют проектный подход к управлению менеджментом, то делают это в рамках традиционной методологии. Тем не менее, целесообразно применять новые технологии проектного менеджмента. Ключевым барьером для их внедрения является отсутствие положительного опыта реализации в крупных компаниях, а также то обстоятельство, что такие методологии изначально были выработаны под компании ИТ-отрасли небольшого или среднего размера.

Целесообразность применения классического проектного подхода снижается по причине нетолерантности к текущим изменениям и, как итог, высокого уровня подверженности негативному влиянию

внешней среды. Для того, чтобы преодолеть эти недостатки, были разработаны такие гибкие концепции, как Шесть сигм, PRINCE2, Agile, SCRUM, Lean, Kanban.

«Шесть Сигм» является действенным процессно-проектным подходом к улучшению качества производимой продукции и снижению дефектов, что, в свою очередь, может быть использовано промышленными холдингами и компаниями. Данный подход позволяет крупным предприятиям определить и устранить основные причины проблем в реализации проекта, повысить стабильность процессов и достичь высокого уровня качества выпускаемой продукции. Данный подход, по нашему мнению, оптимален в отраслях, где качество продукции является критически важным – пищевая, химическая промышленность, фармацевтика, оборонный сектор и проч. Методология PRINCE2 предоставляет собой структурированный подход к управлению проектами. Данный подход ориентирован на четкую идентификацию ролей и спектров ответственности, а также на системы управления рисками и изменениями. Подход способствует более эффективному и предсказуемому выполнению проектов на крупных предприятиях. Agile, Scrum и Kanban являются методологиями, которые поддерживают гибкое управление проектами. Они способствуют адаптивному реагированию на изменения в требованиях к проекту или в условиях функционирования рыночной среды. Lean, в свою очередь, фокусируется на эффективном использовании ресурсов и минимизации убытков, нерациональных трат и ущерба. Данный подход помогает улучшить процессы, сократить время выполнения задач, оптимизировать производственные операции и повысить общую производительность предприятия.

Несмотря на явные преимущества, в реальной практике деятельности крупных российских предприятий опыт внедрения данных концепций практически отсутствует. Можно надеяться, что в будущем примеров и кейсов проектной работы на крупных предприятиях станет больше, и руководствуясь этим опытом, все большее число компаний станут внедрять инновационных подходы к управлению.

Таким образом, внедрение проект-менеджмента на крупных российских предприятиях обладает значительным потенциалом в плане улучшения эффективности их работы и достижения стратегических целей. Научные исследования показывают, что систематическое и структурированное внедрение проектного подхода к управлению может привести к ряду положительных результатов.

Во-первых, внедрение проект-менеджмента способствует более **эффективной организации работы, налаживанию горизонтальной коммуникации и преодолению «побочных эффектов» вертикальной иерархии.**

Во-вторых, внедрение проект-менеджмента способствует **улучшению качества продукции или услуг предприятия.** Систематическое управление качеством в рамках проектов позволяет выявлять и устранять причины возникновения дефектов, опти-

мизировать процессы и повышать стандарты качества. Это, безусловно, способствует повышению удовлетворенности клиентов и конкурентоспособности предприятия.

В-третьих, внедрение проект-менеджмента способствует **инновационному развитию** крупных предприятий. Проекты являются платформой для внедрения новых идей, разработки инновационных продуктов и процессов, а также поиска новых возможностей коммерциализации идей.

## Литература

1. Беляев, Н. С. Перспективы развития проектного управления / Н. С. Беляев, О. А. Чуднова // МНИЖ. – 2022. – №7-3 (121). – С. 175-180.
2. Венедиктова, Л. А. Практические проблемы внедрения проектного управления на предприятиях строительной отрасли / Л. А. Венедиктова, А. Н. Венедиктов // Вопросы управления. – 2020. – №2 (63). – С. 185-195.
3. Кещьян, Е. С. Особенности управления проектами в России на примере крупного международного холдинга / Е. С. Кещьян // Colloquium-journal. – 2019. – №19 (43). – С. 109-112.
4. Котляр, Л. А. Современный взгляд на систему подходов к менеджменту / Л. А. Котляр // Инновационная наука. – 2021. – №11-2. – С. 48-50.
5. Кропотина, О. Е. Проектный и процессный подходы в управлении: достоинства и недостатки / О. Е. Кропотина // Образование и право. – 2019. – №9. – С. 167-172.
6. Пелевин, Е. Е. Методы проектного менеджмента. Проектный менеджмент в кризисное время / Е. Е. Пелевин, М. Б. Цудиков // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2022. – №9. – С. 182-191.
7. Плешакова, Е. Ю. Патологии менеджмента в проектных организациях / Е. Ю. Плешакова, Е. Г. Казякина // ТТПС. – 2022. – №3 (61). – С. 86-93.
8. Попова Е.В. Методологический подход к обеспечению эффективности развития промышленных предприятий при переходе постиндустриальной экономике / Е.В. Попова, В.С. Петров // Экономика строительства. -2015. - №4(34). С.62-69.
9. Синяева, О. Ю. Менеджмент XXI века и новая парадигма проектного подхода / О. Ю. Синяева // Лидерство и менеджмент. – 2015. – №4. – С. 265-278.
10. Agile, Scrum, and Kanban: What the Heck Do These Words Really Mean? // Toptal – 2023. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.toptal.com/project-managers/technical/agile-scrum-kanban-what-do-they-mean>. – Дата доступа: 10.05.2023.

Implementation of project management at a large enterprise  
Popova E.V.

PRUE G.V. Plekhanov

The article analyzes the specifics of the implementation of project management at large enterprises. The author of the article argues the importance of applying a project approach to company management, reforming the management practices that have developed in domestic realities and correcting management pathologies inherent in large corporate structures. The definitions of the concepts of project and project management are presented. The key properties of the project are considered in the context of project business management. The advantages of implementing the project approach in the management of large enterprises are revealed. The

essential features of the main project management methodologies are outlined.

Keywords: project management, project management, project, innovative management, horizontal communication

#### References

1. Belyaev, N. S. Prospects for the development of project management / N. S. Belyaev, O. A. Chudnova // MNIZh. - 2022. - No. 7-3 (121). - S. 175-180.
2. Venediktova, L. A. Practical problems of implementing project management at the enterprises of the construction industry / L. A. Venediktova, A. N. Venediktov // Management issues. - 2020. - No. 2 (63). - S. 185-195.
3. Keshchyan, E. S. Features of project management in Russia on the example of a large international holding / E. S. Keshchyan // Colloquium-journal. - 2019. - No. 19 (43). - S. 109-112.
4. Kotlyar, L. A. Modern view on the system of approaches to management / L. A. Kotlyar // Innovative science. - 2021. - No. 11-2. - S. 48-50.
5. Kropotina, O. E. Project and process approaches in management: advantages and disadvantages / O. E. Kropotina // Education and law. - 2019. - No. 9. - S. 167-172.
6. Pelevin, E. E. Methods of project management. Project management in times of crisis / E. E. Pelevin, M. B. Tsudikov // Izvestiya TulGU. Technical science. - 2022. - No. 9. - S. 182-191.
7. Pleshakova, E. Yu. Pathology of management in design organizations / E. Yu. Pleshakova, E. G. Kalyazina // TTPS. - 2022. - No. 3 (61). - S. 86-93.
8. Popova E.V. Methodological approach to ensuring the effectiveness of the development of industrial enterprises in the transition of the post-industrial economy / E.V. Popova, V.S. Petrov // Economics of construction. - 2015. - No. 4 (34). pp.62-69.
9. Sinyaeva, O. Yu. Management of the XXI century and a new paradigm of the project approach / O. Yu. Sinyaeva // Leadership and management. - 2015. - No. 4. - S. 265-278.
10. Agile, Scrum, and Kanban: What the Heck Do These Words Really Mean? // Toptal - 2023. [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.toptal.com/project-managers/technical/agile-scrum-kanban-what-do-they-mean>. - Access date: 05/10/2023.

# Форсайт рисков инвестиционно-строительных проектов

**Власенко Денис Юрьевич**

аспирант, Южный федеральный университет,  
devlasenko@sfedu.ru

**Мурзин Антон Дмитриевич**

д.т.н., к.э.н., профессор, Южный федеральный университет, Донской государственный технический университет, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

В статье проанализированы проблемные вопросы, связанные с выявлением рисков в инвестиционно-строительных проектах, которые в настоящее время являются одними из наиболее актуальных. Показано, что технология Форсайт позволяет эффективно управлять рисками, что особенно важно при реализации проектов в условиях неопределенности и высокой степени риска. В статье рассмотрен пример применения методики Форсайт в управлении рисками в инвестиционно-строительных проектах, которая позволяет увеличить вероятность успешной реализации проекта и снизить возможные риски. Полученные результаты демонстрируют эффективность использования методологии Форсайт в управлении рисками в инвестиционно-строительных проектах и могут служить основой для создания новых подходов и методик в данной области.

**Ключевые слова:** форсайт, форсайт-сессия, риск, дорожная карта, инвестиционно-строительный проект.

Строительство является одним из ведущих факторов развития национальной экономики России и привлекает значительный объем инвестиций. Однако, поскольку каждый строительный проект отличается своим уникальным характеристиками, реализация проектов включает ряд неопределенных факторов, который порождают риски.

Потенциальное воздействие рисков на все стадии жизненного цикла проекта нельзя недооценивать. Риск-ориентированный подход предполагает возможность как неблагоприятных, так и благоприятных последствий, влекущих за собой необходимость корректировок в утвержденном проектном плане.

Так как источники финансирования и временные рамки проектов всегда ограничены, необходимо прогнозировать возможное появление рисков и их воздействие на проект, а также планировать меры своевременной реакции на них. Для выявления рисков в инвестиционно-строительных проектах применяются различные методы [1]:

- метод Монте-Карло;
- анализ сценариев;
- технология Форсайт.

Среди них, наиболее интересным и мало изученным методом для применения в инвестиционно-строительных проектах является технология Форсайт.

Целью исследования является изучения инструментов форсайт-технологий управления рисками инвестиционно-строительным проектам (ИСП). Для этих целей рассматриваются инструменты метода Форсайт применительно к этапам жизненного цикла ИСП по итогам применения которых возможно прогнозирование рисков.

«Форсайт (англ. foresight — «предвидение») — это технология и формат коммуникации, позволяющие участникам договориться по поводу образов будущего, а также, определив желаемый, согласовать действия в его контексте.» [2]. Форсайт технология была разработана в 1950-х гг. специалистами «РЭНД Корпорейшен». В 1970-е гг. Форсайт появляется в Японии, в 1980-е и 1990-е гг. в ЕС. Широкое распространение Форсайт получил с начала 2000-х гг. Сейчас технология активно применяется как в бизнесе, так и в сфере государственного управления.

Форсайт-технологии, как метод проведения глобального исследовательского проекта, более применим к разработке общей стратегии компании или отрасли в целом, а не к ИСП решающему конкретные задачи и являющемуся частью общей стратегии [3]. Хотя можно найти и исключения из данного вы-

вода. Например, когда задачей ИСП является освоение и развитие больших городских территорий, создание новых районов или городов.

Один из методов форсайт-технологии - метод форсайт-сессий. Он отличается от «глобальных» исследований меньшим количеством потребляемых ресурсов и имеет ряд характеристик:

- имеет прикладной характер;
- оптимальное количество участников составляет 5-15 человек;
- укладывается в 2-4 часа.

Форсайт-сессия представляет собой процесс, в котором ключевые участники способны повлиять на будущее и определиться со сценарием развития событий. Однако, главной целью форсайт-технологии является коммуникация между участниками процесса, осуществляемая с помощью поиска глобальных трендов, которые используются как базовый вектор направления построения сценариев развития событий.

Основными задачами форсайт-сессий являются получение достоверного прогноза будущего и совместное принятие решений путем обмена информацией и размышлений на тему будущего.

Для реализации целей технологии Форсайт разработано и применяется множество инструментов, таких как:

- метод Дельфи;
- экстраполяция трендов;
- сценарирование;
- формирование дорожных карт [4].

Из перечисленных наибольший интерес для реализации целей Форсайт, в контексте ее применения для прогнозирования, вызывает инструмент создания дорожных карт. Данный метод имеет множество преимуществ, которые можно определить следующим образом. Во-первых, благодаря визуализации информации, этот метод облегчает анализ сложной природы объектов форсайт-исследований, что повышает качество принимаемых решений. Во-вторых, дорожные карты основаны на междисциплинарном подходе, который позволяет объединить узкодисциплинарное видение специалистов с системным взглядом на общие цели. Это находит точки соприкосновения между опытом и компетенцией участников, повышая качество принимаемых решений.

Дорожные карты позволяют одновременно использовать поисковые и нормативные методы, синтезируя различные варианты и обеспечивая координацию реализации стратегий на всех уровнях.

Дорожные карты также масштабируемы и адаптивны, обеспечивая глубокую детализацию картины подсистем. Это позволяет оперативно удовлетворять информационные потребности организаций. Кроме того, дорожные карты обеспечивают эффективную коммуникацию на всех уровнях, что способствует согласованию программ исследований и разработок с целями развития. В целом, метод дорожных карт является эффективным инструментом для достижения успеха в форсайт-проектах [5].

Так как любой ИСП имеет временные и материальные ограничения, то имеет смысл решать про-

блему выявления и управления рисками в комплексе с основной задачей планирования управления проектом. Данный подход позволит сократить затраты и консолидировать усилия на достижение цели проекта.

В жизненном цикле ИСП можно выделить несколько этапов развития:

1. Этап инициации. Разрабатывается концепция ИСП. Проводится оценка жизнеспособности проекта. Формируется обоснование инвестиций. Назначается руководитель проекта, куратор проекта, формируется организационная структура команды проекта;

2. Этап проектирования. Базовый этап, который служит фундаментом для дальнейшей реализации ИСП. На данном этапе проводится «инвентаризация» имеющихся ресурсов необходимых для реализации ИСП. Определяется участок строительства (если сам участок не является частью определенной концепции ИСП и не определен на этапе инициации). Выполняется сбор необходимой исходно-разрешительной документации. Формируется техническое задание на изыскательские работы и проектирование. Проводятся тендеры на изыскательские работы, проектирование, консультирование. Составляется и согласовывается технико-экономическое обоснование. Разрабатывается и проходит экспертизу проект. Окончательно формируется и согласовывается бюджет проекта;

3. Этап реализации. На данном этапе реализуются принятые ранее проектные решения. Проводятся тендеры на выполнение строительно-монтажных работ, поставку оборудования. Производятся строительные работы, монтаж оборудования. Ведется контроль за строительными работами. Выполняются пуско-наладочные работы;

4. Этап завершения. Ввод объекта в эксплуатацию. Закрываются договоры с подрядными организациями, поставщиками оборудования, консультантами. Происходит передача объекта в эксплуатацию. Производится постановка на учет объекта завершенного строительства. Выполняется анализ и документирование проделанной работы.

Рассмотрим размещение форсайт-сессий на временной шкале жизненного цикла ИСП подробнее. Этап инициации ИСП, как определяющий основной тренд, формируется и прогнозируется в составе общей стратегии компании. В связи с чем первую форсайт-сессию целесообразно проводить непосредственно перед этапом проектирования, когда определен основной тренд ИСП, назначен руководитель проекта, сформирована команда. Вторую форсайт-сессию можно проводить после завершения этапа проектирования, третью - после завершения этапа реализации. Так как принимаемые решения на втором этапе проектирования имеют непосредственное влияние на ход дальнейшего развития ИСП, то возможно допустить необходимость проведения промежуточных форсайт-сессий. Событиями, обосновывающими такую необходимость, могут быть:

- завершение инженерно-изыскательских работ;

- разработка и согласование технологических/архитектурных решений;
- разработка и утверждение проектной документации.

Расположение форсайт-сессий на временной шкале жизненного цикла ИСП приведены на рисунке 1.

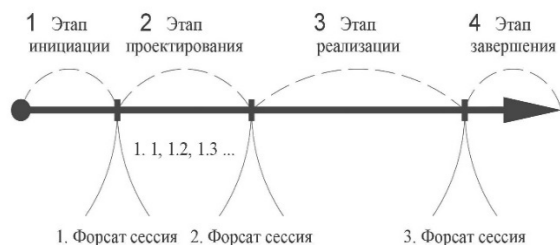


Рис. 1 Схема расположения форсайт-сессий на шкале жизненного цикла ИСП. Источник: составлено авторами

Рассмотрим более подробно организацию, цели и состав участников каждой из указанных на рисунке 1 форсайт-сессий.

На момент проведения первой форсайт-сессии основная задача ИСП уже определена, сформирована организационная структура. Это позволяет получить исходные данные сессии и определить участников сессии. Качественный состав участников является залогом достижения наилучших результатов. Так как участники сессии не только пытаются сформировать прогноз, но и в будущем будут участвовать и влиять на ход событий, то формирование группы участников из состава организационной структуры проекта является оптимальным решением. На данном этапе достаточно 5-6 участников с увеличением состава на последующих этап. Данное решение позволит расширять область охватываемых задач в перспективе и критически оценивать результаты предыдущего этапа, когда новые участники сессии смогут «свежим взглядом» дать оценку полученной дорожной карты. Состав участников предлагается рассматривать следующим образом:

1. Руководитель ИСП - выступает в роли модератора Форсайт сессии, первой и всех последующих. Он определяет время и место проведения сессии, вводит в курс дела и задач участников сессии, модераторствует процесс и фиксирует результаты сессии. Является основным связующим звеном между участниками сессии;

2. Главный инженер/технолог/архитектор/технолог (выбор специалиста определяется направлением проекта. Например, строительство нового предприятия требует присутствие технолога, строительство общественных и жилых зданий - архитектора) проекта - участник процесса, обладающий компетенциями в части проработки и развития основных технических решений в части строительства, технологий, оборудования;

3. Ведущий строитель (директор/начальник строительной структуры заказчика) - участник процесса непосредственно ответственный за исполнение строительной части ИСП, курирующий и контролирующий проведение строительных работ;

4. Начальник/представитель юридической службы - участник процесса, обладающий необходимыми компетенциями в юридических вопросах ИСП;

5. Начальник/представитель службы закупок - участник процесса обладающий необходимым компетенциями в части проведения тендеров и организации закупок для целей ИСП;

6. Начальник/представитель службы экономической безопасности - участник процесса обладающий необходимыми компетенциями в части обеспечения безопасного взаимодействия согласно принятым внутренним регламентам и действующему законодательству как внутри компании, так и с внешними организациями и государственными структурами.

Приведенный состав форсайт-сессии позволяет в широком спектре рассматривать задачи и определять риски ИСП. Каждый специалист участвующий в секции обладает исключительным набором профессиональных знаний и опытом, что позволяет сформировать персональное видение жизненного цикла ИСП. Так, юридические особенности покупки/выделения земельного участка, особенности и возможные варианты эксплуатации земельного участка, могут быть неизвестны или мало оценены участниками процесса, не обладающими юридическими компетенциями. А технические особенности, современные методы производства работ или текущая ситуация на рынке строительных услуг также могут быть неизвестны участникам сессии, не обладающими техническими знаниями. На основании взаимодействия специалистов по разным направлениям возможно находить точки соприкосновения в вопросе реализации целей ИСП, а также определять риски, которые могут быть вызваны внешними и внутренними факторами. Полученные результаты необходимо отобразить в виде дорожной карты.

Временные горизонты, определяемые на дорожной карте, должны соотноситься с этапами жизненного цикла ИСП. Визуальное представление полученных решений стимулирует взаимодействие и диалог участников, придерживающихся различных точек зрения по вопросам решения операционных, технологических, экономических задач развития ИСП, позволяет правильно определить приоритеты и оптимально распределить ресурсы. Так же необходимо определиться с необходимостью и количеством проведения промежуточных форсайт-сессий.

К моменту проведения второй форсайт-сессии необходимо актуализировать результаты, полученные на первой. Соотнести фактические события этапа проектирования ИСП и спрогнозированные на дорожной карте. Список участников Форсайт сессий предлагается дополнить, расширяя представителей по следующим направлениям:

1. Технологическое (главный инженер/технолог/архитектор проекта в предыдущей сессии). Специалисты заказчика и привлеченные, на основании договора, консультанты технологи/архитекторы. При необходимости специалисты привлекаются на этапе проведения промежуточных сессий;

2. Строительное (ведущий строитель (директор/начальник строительной структуры заказчика) в

предыдущей сессии). Специалисты заказчика по направлениям проектирования и строительного контроля. Специалиста уже определенных и согласованных подрядных организаций по направлениям проектирования и строительства. При необходимости специалисты привлекаются на этапе проведения промежуточных сессий;

3. Юридическое (начальник/представитель юридической службы в предыдущей сессии). Специали-

сты заказчика по работе с контрагентами (заключение договоров), взаимодействию с государственными структурами. При необходимости специалисты привлекаются на этапе проведения промежуточных сессий;

4. Закупки (начальник/представитель службы закупок в предыдущей сессии). Специалиста по проведению мониторинга по направлениям закупки (услуги, технологии, оборудование).

| Этап ИСП            | Участники форсайт сессии |                                               |                          |                         |                  |                            | Содержание этапа ИСП                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Модератор                | Технологическое направление                   | Строительное направление | Юридическое направление | Закупки          | Экономическая безопасность |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Этап инициации      | 1 Форсайт сессия         | Промежуточные форсайт сессии 1.1, 1.2 ... 1.n | 2 Форсайт сессия         | 2 Форсайт сессия        | 2 Форсайт сессия | 2 Форсайт сессия           | <ul style="list-style-type: none"> <li>-разработка концепция ИСП</li> <li>-оценка жизнеспособности проект</li> <li>-формирование организационной структура команды проекта</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                     |                          |                                               |                          |                         |                  |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Этап проектирования | 2 Форсайт сессия         | 2 Форсайт сессия                              | 2 Форсайт сессия         | 2 Форсайт сессия        | 2 Форсайт сессия | 2 Форсайт сессия           | <ul style="list-style-type: none"> <li>-"инвентаризация" имеющихся ресурсов</li> <li>-определение участка строительства</li> <li>-выполнение сбора необходимой исходно-разрешительной документации</li> <li>-формирование технических задание на изыскательские работы и проектирование</li> <li>-проведение тендеров на изыскательские работы, проектирование, консультирование</li> <li>-составление и согласование ТЭО</li> <li>-экспертиза проектных решений</li> <li>-формирование и согласование бюджета проекта</li> </ul> |
|                     |                          |                                               |                          |                         |                  |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Этап реализации     | 2 Форсайт сессия         | 2 Форсайт сессия                              | 2 Форсайт сессия         | 2 Форсайт сессия        | 2 Форсайт сессия | 2 Форсайт сессия           | <ul style="list-style-type: none"> <li>анализ принятые ранее проектные решения</li> <li>-проведение тендеров на выполнение строительно-монтажных работ, поставку оборудования</li> <li>-выполнение строительных работы</li> <li>-монтаж оборудования</li> <li>-пуско-наладочные работы</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                 |
|                     |                          |                                               |                          |                         |                  |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Этап завершения     | 2 Форсайт сессия         | 2 Форсайт сессия                              | 2 Форсайт сессия         | 2 Форсайт сессия        | 2 Форсайт сессия | 2 Форсайт сессия           | <ul style="list-style-type: none"> <li>-ввод объекта в эксплуатацию</li> <li>-закрытие договоров с подрядными организациями, поставщиками оборудования, консультантами</li> <li>-передача объекта в эксплуатацию</li> <li>-постановка на учет объекта</li> <li>-анализ и документирование проделанной работы</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |
|                     |                          |                                               |                          |                         |                  |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Рис. 2 Схема структуры привлечения участников форсайт-сессий  
Источник: составлено автором

К данной сессии появляется большой объем накопленной информации, область возможностей сужается и становится возможным более четко

сформулировать тактические задачи и выявить возможные риски. Итогом данной сессии становится корректировка ранее разработанной дорожной



карты. Полученные результаты очень важны для ИСП, так как следующим этапом жизненного цикла ИСП будет реализация. Наступает время, когда все принятые ранее решения необходимо претворять в жизнь. Поэтому результат второй форсайт-сессии является наиболее важным. Он позволяет не только четко увидеть окончательную структуру дорожной карты, но и разработать алгоритмы решения проблем, которые могут возникнуть при наступлении событий выявленных рисков.

На этапе завершения формально ИСП закончен, строительные объекты возведены, оборудование закуплено, подключены инженерные сети. Остается получить разрешение на ввод объекта в эксплуатацию у государственных органов, поставить объект на учет внутри организации, завершить контракты с привлеченными к реализации проекта организациями. Данный этап влечет за собой большие экономические и репутационные риски. Поэтому проведение финальной, третьей форсайт-сессии является обоснованным решением. Третья форсайт-сессия имеет целью подвести итоги и проработать риски последнего этапа жизненного цикла ИСП. Результатом сессии будет подведение итогов работы участников форсайта, подготовка вывода и рекомендаций для последующих ИСП. Состав участников предлагается оставить без изменений.

Механизм управления рисками является основополагающим фактором эффективной реализации инвестиционно-строительного проекта. Интеграция риск-ориентированного алгоритма принятия управленческих решений в процесс управления проектом позволяет заблаговременно идентифицировать и оптимизировать уровень возможных рисков, что обеспечивает превентивную выработку управляющих мер реагирования на риск.

Как видно из порядка проведения форсайт-сессии по этапам жизненного цикла ИСП, выявление рисков наиболее выгодно сочетается в комплексе с решением задачи прогнозирования ИСП. Это позволяет экономить ресурсы и решать в комплексе ряд сопутствующих задач. Применение в качестве инструмента форсайт-сессий дорожных карт, позволяет визуализировать выявленные риски, всесторонне использовать имеющийся капитал компании, а также производить управление ИСП в условиях динамически меняющихся внешних и внутренних факторов. С учетом данных предложений может быть сформирована комплексная система планирования стратегического и оперативного уровней ИСП, включающая структурный элемент идентификации и контроля рисков.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что применение метода форсайт сессии с использованием инструмента создания дорожных карт может эффективно служить для целей прогнозирования рисков в ИСП.

Данная совокупность метода и инструмента позволяет:

1. Наглядно отобразить жизненный цикл инвестиционно-строительного проекта;

2. Оперативно вносить корректировки в стратегию развития ИСП;
3. Консолидировать усилия участников команды ИСП на достижения цели;
4. Своевременно выявлять риски ИСП;
5. Эффективно принимать решения по оптимизации уровня риска;
6. Планировать меры предотвращения негативных событий;
7. Подводит к взаимодействию и диалогу участников с разными компетенциями;
8. Правильно определять приоритеты и оптимально распределить ресурсы проекта.

Таким образом, проблема управления и выявления рисков решается в рамках проведения форсайт-сессий в комплексе с остальными задачами ИСП. Это позволяет экономить материальные и временные ресурсы проекта и анализировать проблему с реальными участниками процесса, имеющими возможность влиять на результат ИСП. Данный алгоритм можно масштабировать для применения в ИСП. Для этого так же необходимо выделить логические этапы жизненного цикла ИСП с привязкой к ним дат проведения форсайт мероприятий.

## Литература

1. Шемякина Т.Ю., Смотров А.С. Применение инструментов анализа рисков в управлении стоимостью инвестиционно-строительного проекта. Проблемы анализа риска. 2023;20(2):86-94.
2. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/futurology/5eb542c89a79470ed74f2d21> (дата обращения: 13.05.2023).
3. Чулок Александр Александрович Экономический анализ форсайта как инструмента стратегического менеджмента компании: мировые тренды российский опыт // Российский журнал менеджмента. 2021. №2.
4. Кисита Юсуке Методология форсайта и дорожных карт - тенденции и перспективы // Форсайт. 2021. №2.
5. О'Салливан Оуэн, Фааль Роб, Фезерстон Чарльз Гибкая разработка дорожных карт как адаптивный подход к технологическому форсайту // Форсайт. 2021. №2.

## Foresight of risks in investment and construction projects Vlasenko D.Yu., Murzin A.D.

Southern Federal University

The article analyzes the problematic issues related to risks in investment and construction projects which are currently one of the most relevant topics. It is shown that the Foresight technology allows for effective risk management, which is particularly important when implementing projects in conditions of uncertainty and a high degree of risk. The article provides specific examples of the application of Foresight methodology in risk management in investment and construction projects, which increases the likelihood of successful project implementation and reduces possible risks. The results demonstrate the effectiveness of using the Foresight methodology in managing risks in investment and construction projects, and can serve as a basis for creating new approaches and methodologies in this field.

Keywords: foresight, foresight session, risk, roadmap, investment and construction project.

#### References

1. Shemyakina T.Yu., Smotrova A.S. Application of risk analysis tools in cost management of investment-construction projects. Problems of Risk Analysis. 2023; 20(2): 86-94.
2. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/futurology/5eb542c89a79470ed74f2d21> (Accessed: May 13, 2023).
3. Chulok Alexander Alexandrovich. Economic analysis of foresight as a strategic management tool of the company: global trends and the Russian experience // Russian Journal of Management. 2021. No. 2.
4. Kisita Yusuke. Methodology of foresight and roadmaps - trends and prospects // Foresight. 2021. No. 2.
5. O'Sullivan Owen, Faa'l Rob, Fezerston Charles. Flexible roadmap development as an adaptive approach to technological foresight // Foresight. 2021. No. 2.

# Технологические стартап-проекты для ликвидации «узких мест» цифровизации инвестиционно-строительных проектов: направления и перспективы

## Канхва Вадим Сергеевич

к.э.н., доцент кафедры экономики и управление строительством, ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет" (НИУ МГСУ), kanhvavs@mgsu.ru

## Уварова Светлана Сергеевна

д.э.н., профессор кафедры цифровой и отраслевой экономики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ), uvarova\_s.s@mail.ru

## Беляева Светлана Викторовна

к.э.н., доцент кафедры цифровой и отраслевой экономики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ), belyaeva-sv@mail.ru

## Шаталов Павел Валерьевич

старший преподаватель, кафедры инноватики и строительной физики имени проф. И.С. Суровцева, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ), shatalovpavel@mail.ru

В современных условиях ограниченности оборотных средств строительные организации не всегда могут ускоренно внедрять ТИМ-моделирование, однако перспективность и результативность цифровых решений для повышения эффективности строительного производства неоспоримы. Авторами проведен анализ существующих цифровых решений на протяжении жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта, в результате которого выявлены два основных «узких места» - разработка концепции проекта на его прединвестиционной стадии и реализация принципов бережливого строительства на стадии производства строительно-монтажных работ. Определена целесообразность и произведен SWOT-анализ разработки локальных программных решений для ликвидации выявленных «узких мест» путем реализации стартап-проектов. Показана возможность и перспективность разработки локальных проектных решений с использованием нового для цифровой экономики бизнес-модели S2B2C. Произведено обоснование создаваемого уникального ценностного предложения и соответствующего торгового предложения для стартап-проектов по созданию локальных цифровых решений по разработке концепции инвестиционного проекта и маппинга земельных участков, а также по созданию интерактивного графика производства работ, интегрированного со сметными и бухгалтерскими программами.

**Ключевые слова:** инвестиционно-строительный проект, цифровизация, программное обеспечение, стартап, ТИМ.

Цифровизация инвестиционно-строительных проектов, реализуемая в настоящее время, согласно данным опросов отраслевых специалистов, в связи с происходящими геополитическими и внешнеэкономическими изменениями, является для большинства компаний необходимым изменением бизнес-процессов, но не в первоочередной последовательности. Высокий уровень неопределённости относительно реализации инвестиционно-строительных проектов, а также необходимость преодоления целого ряда макроэкономических шоков, включая импортозамещение и малопредсказуемую динамику стоимости строительных материалов наряду с падением объёмов продаж на рынке жилья, приводит к отсрочке в решении проблем цифровой трансформации для большинства компаний. В тоже время, инвестиционно-строительный менеджмент уже принял все преимущества цифровизации, в том числе связанные с внедрением принципов бережливого строительства, приводящей в конечном итоге к снижению затрат, сокращению сроков строительства и сокращению непроизводительных издержек. Однако согласно результатам проведённого исследования, внедрение ТИМ-моделирования в широком формате в настоящее время не является целесообразным для большинства опрошенных специалистов в строительстве (рис. 1).



Рис. 1 - Применение цифровых технологий субъектами при реализации инвестиционно-строительных проектов, % (составлено по результатам [1])

Источник: составлено автором

Также из результатов опроса следует, что практически все участники инвестиционно-строительных проектов реализуют отдельные элементы цифровизации и цифровые технологии в своей деятельности.

Если рассматривать жизненный цикл инвестиционно-строительного проекта, следует отметить, что наиболее развитой в цифровом плане является стадия проектирования, а также цифровые технологии используются на стадии эксплуатации объектов при внедрении технологии «умный дом», установке «умных» счётчиков и так далее. Для стадии строительства существует целый ряд цифровых решений, позволяющих реализовать отдельные элементы строительного контроля, заполнять исполнительную документацию, реализовывать электронный документооборот. Отметим, что на предынвестиционной стадии цифровые решения, за исключением развития системы ГИСОГД страны и регионов, практически отсутствуют. Соответственно, выявляются как минимум два «узких места» в процессе жизненного цикла инвестиционного строительного проекта, нуждающиеся в применении локальных цифровых решений до момента внедрения полной цифровизации с применением ТИМ-моделирования. Считаем, что разработка и применение локальных цифровых решений могут осуществляться согласно модели бизнеса S2B2C по типологии Цзен Мина [2]. Расшифровка модели следующая: платформы снабжения для множества малых бизнесов для выполнения услуг для конечных клиентов. В данном случае конечными клиентами являются, как правило, малые и средние строительные компании, являющиеся генподрядчиками или исполнителями строительных работ (для стадии строительства), а также являющиеся заказчиками или техническими заказчиками, либо застройщиками (для предынвестиционной стадии).

Остановимся более подробно на проблематике цифровизации предынвестиционной стадии инвестиционно-строительного проектирования. Сама концепция проекта является стратегическим документом, определяющим в глобальном плане направление всего инвестиционно-строительного проекта, определяющим наилучшее полезное использование земельного участка и сам процесс подготовки и реализации инвестиционно-строительного проектирования с учётом требований будущего потребителя. Основой концепции проекта является архитектурный проект, включающий проект планировки территории и генеральный план, определяющий возможные направления использования земельного участка, и первоначальные концептуальные модели планируемых зданий и сооружений [3]. Именно на данном этапе формируется направление оперативного управления проектом, определяются управленческие решения по использованию земельного участка, по строительству, его основным параметрам и очередности застройки. Стоимость услуг по разработке концепции проекта достаточно велика, а вариативность их достаточно мала. Разработка концепции требует от исполнителя достаточно больших временных затрат и транзакционных издержек на согласования с учетом требований целого ряда региональных нормативов, планов и регламентов. Несоблюдение регламентов или их неправильная состыковка, наряду с нарушением ожиданий общества от использования конкретного

земельного участка, имеет достаточно большую вероятность репутационных рисков для застройщика вплоть до невозможности реализации проекта.

Стоимость проектных разработок варьируется около 20% от стоимости проектно-изыскательских работ, однако порядок определения стоимости предпроектных разработок отсутствует в имеющихся в нормативах, что в большинстве случаев приводит к удорожанию затрат до 30-35%.

Нами проведён анализ существующего программного обеспечения, которое может применяться на стадии предпроектного инвестиционного анализа (таблица 1), показавший фокусировку на финансовой эффективности проекта, либо на построении геодезической основы.

Таблица 1  
Сравнение вариантов разработки концепции проекта.

| Варианты разработки концепции проекта | Стоимость                                                                                                                                                                                      | Преимущества/недостатки                                                                                                  |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Проектно-архитектурные бюро (услуга)  | АП 300-500 тыс.руб. для проекта планировки территории + концепция развития территории 300-1250 тыс. руб.; архитектурно-градостроительное решение (эскизный проект+предпроект) до 1000 тыс.руб. | Разработка архитектурного облика ОКС, ОПР /возможна нестыковка нормативных документов, отсутствие вариативности расчетов |
| MS Project Spider и тп                | от 1090р/месяц одна лицензия 360000 рублей                                                                                                                                                     | Детальный расчет экономики, построение ГПР/ невозможность определения использования земельного участка                   |
| Геопортал, ГИС «Панорама» x64         | 174 643 рублей<br>108 460 рублей                                                                                                                                                               | Совместимость с ТИМ, ИР/ только геодезия, отсутствие вариативности расчетов и экономики                                  |
| ГИСОГД                                |                                                                                                                                                                                                | Государственная система, интегрирующая все БД/недоработки, неясность релевантности информации, отсутствие интеграции БД  |

Источник: составлено автором

ГИСОГД, призванное стать основой для предпроектных разработок, на данный момент не обладает возможностью аккумулирования всех данных, необходимых для предпроектного инвестиционного анализа.

Соответственно выявляется необходимость разработки системы планирования и управления проектными данными, предназначенной для цифровизации инвестиционного анализа площадок строительства. На первом этапе анализа необходимо произвести оценку свободных земельных участков в регионе, проверку их на соответствие регламентам и техническим стандартам, интересам застройщика, и осуществить инвестиционный анализ площадок путём маппинга земельных участков с нормативными показателями. Второй этап анализа, по нашему мнению, должен заключаться в оценке пер-

спективного спроса на планируемый на данном земельном участке объект с дальнейшей оценкой эффективности приобретения или аренды земельного участка с учётом реализации планируемого к строительству объекта.

Считаем, что в перспективе такое программное обеспечение должно быть интегрировано с ТИМ-платформой и сметными программами в целях укрупнённой оценки стоимости строительства. Результатами применения подобного программного обеспечения будет являться снижение трудоёмкости инвестиционного анализа и предпроектных работ на 10-20 %, снижение транзакционных затрат на выбор земельного участка в 1,2-1,4 раза, а также снижение стоимости предпроектной стадии инвестиционно-строительного проекта до 25% [4]. Одновременно повышается качество предпроектных разработок, точность и вариативность концепции проекта, что в конечном итоге приводит к снижению репутационных рисков как самого проекта за счёт соблюдения прав использования земли и соответствие ожиданий от реализации проекта, так и застройщика, реализуемого данным проект.

Нами проведён укрупнённый расчёт ожиданий от разработки предлагаемого программного обеспечения, SWOT-анализ которого представлен в табл. 2.

Таблица 2  
Результат SWOT-анализа создания ПО для цифровизации предпроектной стадии

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Сильные стороны проекта:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ быстрая подборка вариантов строительства в пределах региона</li> <li>➢ проверка соблюдения норм и регламентов</li> <li>➢ цифровизация инвестиционного анализа</li> <li>➢ низкая стоимость ПО, необходимые отчеты и возможность аналитики</li> <li>➢ возможность интеграции с другим ПО строительной компании, в т.ч. с ТИМ на стадии ПИР</li> <li>➢ возможность доработки под запрос клиента и расширения функционала</li> </ul> | <b>Слабые стороны:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ отсутствие ТИМ-платформы</li> <li>▪ отсутствие среды общих данных и возможности общей работы всех участников процесса строительства</li> <li>▪ затрудненная аналитика при необходимости внесения изменений в регламенты</li> </ul>                                                                              |
| <b>Возможности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ государственная поддержка ПО при интеграции с ТИМ</li> <li>➢ перспектива быстрого развития рынка за счет других регионов</li> <li>➢ привлечение инвесторов, получение грантов клиентами нашей компании</li> <li>➢ интеграция с ГИСОГД</li> <li>➢ расширение функционала ПО за счет анализа спроса и оценки эффективности приобретения земельного участка</li> </ul>                                                                          | <b>Угрозы:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ снижение спроса при росте функционала ГИСОГД</li> <li>▪ отсутствие в регионах оцифрованных баз данных по региональным нормативам и регламентам землепользования и застройки</li> <li>▪ возможность появления новых конкурентов, риск кибератак</li> <li>▪ агрессивные действия крупных конкурентов в отрасли</li> </ul> |

Источник: составлено автором

Согласно результатам приведённого выше опроса, более половины застройщиков не внедряют комплексные цифровые ТИМ-решения вследствие нехватки свободных денежных средств, поэтому при условии невысокой стоимости предлагаемого к

разработке ПО, данный факт способствует его продвижению. При функционировании ГИСОГД в полноценно планируемом режиме подобное ПО поможет реализовывать второй этап инвестиционного анализа, используя все необходимые базы данных ГИСОГД. Также считаем, что подобное цифровое решение будет эффективно для интеграции данных из различных многочисленных существующих информационных систем (ГИСОГД, ФГИС ТП, ФГИС ЦС, ГИС ЖКХ и т.п.).

Второе «узкое место» заключается в необходимости внедрения инструментария бережливого строительства, в том числе, в процессе план-фактного анализа выполнения графика производства работ на стадии строительства. Строительные организации, также как технические заказчики и заказчики строительства, очень часто сталкиваются с проблемой отставания фактического графика производства работ от планового. Причины такого отставания, как правило, многочисленны, а анализ их затруднен вследствие множественности применяемых форм и методов учёта в организации, причём реализуемых далеко не всегда с применением цифровых носителей. Подобное отставание приводит не только к большим финансовым затратам (один день отставания от графика усредненно обходится строительной организации в сумму не менее 100.000руб.), но и, в конечном итоге, огромным объёмом незавершённого строительства. Так, согласно данным Росстата, в незавершённом строительстве на конец 2021 года находилось более 82420 объектов, в том числе приостановлены из-за критических проблем [5].

Отметим, что реализация комплексной государственной программы «Строительство» предусматривает сокращение объёмов незавершённого строительства как минимум в два раза [5]. Важнейшим способом сокращения объёмов незавершённого строительства за счёт оптимизации коммуникаций участников инвестиционно-строительного проекта, оперативного выявления рисков и снижения простоев является именно оперативное администрирование графика производства работ на основе быстрого устранения причин отклонений.

Большинство существующего программного обеспечения, обладающего подобным функционалом, основано на использовании ТИМ-моделей и требует наличия информационной модели объекта капитального строительства. Основываясь на вышеприведённых цифрах (рис.1), отметим, что более половины строительных организаций не имеют на данное время возможности ускоренного внедрения ТИМ в процессе строительства. Соответственно, достаточно узкая функциональность при минимизации затрат на программное обеспечение позволит большинству организаций внедрить цифровое решение по реализации бережливого строительства с возможностью оперативного отслеживания соблюдения графика производства работ.

SWOT-анализ проекта создания программного обеспечения по визуализации графика производства работ приведен в таблице 3.

Таблица 3

SWOT-анализ проекта создания программного обеспечения по визуализации графика производства работ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Сильные стороны проекта:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ отсутствие необходимости ТИМ</li> <li>➤ низкая стоимость ПО</li> <li>➤ необходимые отчеты и аналитика</li> <li>➤ оперативный контроль хода строительства</li> <li>➤ интеграция с другим ПО строительной компании</li> <li>➤ возможность доработки под запрос клиента расширения функционала</li> </ul> | <p><b>Слабые стороны:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ отсутствие интеграции с ТИМ</li> <li>▪ достаточное число продуктов аналогичной функциональности</li> <li>▪ отсутствие среды общих данных</li> <li>▪ возможности общей работы всех участников процесса строительства</li> </ul>                                                       |
| <p><b>Возможности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ перспектива быстрого развития рынка</li> <li>➤ привлечение инвесторов</li> <li>➤ получение грантов клиентами нашей компании</li> <li>➤ расширение компетенций</li> <li>➤ льготная система налогообложения</li> </ul>                                                                                               | <p><b>Угрозы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ужесточение законодательства по вопросам</li> <li>▪ связанным с IT-бизнесом</li> <li>▪ риск потери данных, возможность появления новых конкурентов</li> <li>▪ риск кибератак, агрессивные действия крупных конкурентов в отрасли</li> <li>▪ неблагоприятная политическая ситуация</li> </ul> |

Источник: составлено автором

Предлагаемое к разработке ПО визуализирует календарный график производства работ, интегрируя данные из других программ (сметное ПО, бухгалтерское ПО, СЭД, ERP-системы, MS Excel и т.п.). Иерархическая структура проекта позволяет осуществлять контроль над различными уровнями работ. В программе предполагается авторизация с разделением прав доступа, а также история активности пользователей. Программа должна позволять гибко отслеживать сроки выполнения работ, а также производить расчёт процентно-денежного отношения потраченных средств как в отдельных работах, так и для всего проекта. Приложение позволит обеспечить быстрый доступ к актуальной информации о всех аспектах строительных работ, а также вносить изменения в режиме реального времени. Программа уведомит пользователей о приближающихся дедлайнах по работам и отставаниях от сроков графика, а также зафиксирует нарушения.

Предлагаемое к разработке ПО упрощает взаимодействие различных служб, участвующих в организации, выполнении и контроле строительного процесса. Экономит ресурсы инженерно-технического персонала по принятию решений по организации и функционированию строительного процесса благодаря удобному интерфейсу и хорошей визуализации.

Применение предлагаемого ПО позволит снизить сроки отставания от планового ГПР на 10-12 %, снизить количество или время простоев в 1,5-2 раза и ускорить сроки принятия решений благодаря оперативному информированию о проблеме.

В качестве основных рисков реализации технологических проектов разработки ПО для ликвидации «узких мест» цифровизации в режиме «без ТИМ» следует констатировать существование аналогичного по функционалу ПО (данный риск учтен при разработке SWOT-анализа), риск отсутствия совме-

стимости с другим ПО, используемым в организации, а также риск сложности интеграции с учетными системами (вероятность рисков принимается 50%, может потребоваться приобретение платного доступа к интеграции с 1-С), а также риск использования новой платформы при программировании, что увеличит срок и трудоемкость разработки (вероятность данного риска принимается равной 5%, так как произведен анализ и проработка имеющихся решений).

Считаем, что предложенные цифровые решения будут являться инструментами поддержки принятия решений по оперативному реагированию на изменение факторов внешней и внутренней среды. Одновременно разработка и использование цифровых инструментов представляет собой новое уникальное торговое предложение (USP) [6]. Взаимодействия акторов в экосистеме строительства формируют цепочку или сеть создания ценности, что позволяет вывести новое уникальное торговое предложение с рынка PropTech на рынок строительства и включить его в цепочку создания объекта капитального строительства как рыночной ценности.

## Литература

1. Проблемы и перспективы цифровизации и платформизации строительства (экспресс-опрос) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://docs.google.com/forms/d/1MJ933NHluikvLHvdkBk4\\_gH4eBn\\_goYqhAjp4oWTYCCQ/viewform?edit\\_requested=true](https://docs.google.com/forms/d/1MJ933NHluikvLHvdkBk4_gH4eBn_goYqhAjp4oWTYCCQ/viewform?edit_requested=true) (дата обращения 2.12.2022 г.)
2. Модели бизнеса по Цэн Миню: С2В и S2B2C [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://dialog.guide/modieli-bizniesa-po-tszen-miniuc2b-i-s2b2c/#gsc.tab=0>. (дата обращения 20.09.2022 г.)
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 13.07.2020) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/) (дата обращения 22.11.2022 г.)
4. Уварова С.С., Ларионов А.Н., Беляева С.В., Канхва В.С. Управление жизненным циклом объекта капитального строительства: аспект платформизации и цифровизации: монография / С.С. Уварова, А.Н. Ларионов, С.В. Беляева, В.С. Канхва // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра экономики и управления в строительстве. — Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2023. — 144 с. ISBN 978-5-7264-3188-8
5. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 20.10.2022 г.)
6. Питер Дж. Томсон Стратегия цифрового бизнеса [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.peterjthomson.com/2013/11/value-proposition-canvas/> (дата обращения 6.11.2022 г.)

# Technological start-up projects to eliminate bottlenecks in the digitalization of investment and construction projects: directions and prospects

Kanhwa V.S., Uvarova S.S., Belyaeva S.V., Shatalov P.V.

National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Voronezh State Technical University (VSTU)

In modern conditions of limited working capital, the construction organizations cannot always accelerate the introduction of BIM modeling. However, it is indisputable that digital solutions show the prospects and effectiveness to improve the efficiency of construction production. The authors have analyzed the actual digital solutions throughout the life cycle of the investment and construction project. As a result, two main "bottlenecks" have been identified - the development of the project concept at its pre-investment stage and the implementation of the principles of lean construction at the stage of construction and installation works provided. They also have determined expediency and SWOT-analysis of the development of local software solutions for the elimination of the identified "bottlenecks" through the implementation of start-up projects. The study has shown the prospects and possibility of developing local design solutions using the innovative digital economy S2B2C business model. The authors have carried out substantiation of the created unique value proposition and the corresponding trade offer for the start-up projects on the creation of local digital solutions to develop the concept of an investment project and mapping of land plots, as well as to create an interactive schedule of work, integrated with the estimate and accounting programs.

Keywords: investment and construction project, digitalization, software, startup, BIM.

## References

1. Problems and prospects of digitalization and platformization of construction (express survey) [Electronic resource]. - Access mode: [https://docs.google.com/forms/d/1MJ933HHluikvLHvdKbK4\\_gh4eBn\\_goYqhAJp4oWTYQC/viewform?edit\\_requested=true](https://docs.google.com/forms/d/1MJ933HHluikvLHvdKbK4_gh4eBn_goYqhAJp4oWTYQC/viewform?edit_requested=true) (accessed 12/2/2022)
2. Business models according to Zeng Ming: C2B and S2B2C [Electronic resource]. - Access mode: <https://dialog.guide/modeli-biznisa-po-tszen-miniu-c2b-i-s2b2c/#gsc.tab=0>. (accessed 20.09.2022)
3. Urban Planning Code of the Russian Federation of December 29, 2004 N 190-FZ (as amended on July 13, 2020) [Electronic resource]. - Access mode: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/) (accessed 11/22/2022)
4. Uvarova S.S., Larionov A.N., Belyaeva S.V., Kanhwa V.S. Life cycle management of a capital construction object: an aspect of platformization and digitalization: monograph / S.S. Uvarova, A.N. Larionov, S.V. Belyaeva, V.S. Ganghwa // Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Department of Economics and Management in Construction. - Moscow: Publishing house MISI - MGSU, 2023. - 144 p. ISBN 978-5-7264-3188-8
5. Federal State Statistics Service [Electronic resource]. - Access mode: <https://rosstat.gov.ru/> (accessed 20.10.2022)
6. Peter J. Thomson Digital business strategy [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.peterjthomson.com/2013/11/value-proposition-canvas/> (accessed 11/6/2022)

# Аэропоника или метод выращивания хвойных растений в воздухе

**Громенко Ирина Викторовна**

старший преподаватель кафедры «Архитектура и урбанистика»  
Института архитектуры и дизайна, Тихоокеанский государствен-  
ный университет, 005596@pnu.edu.ru

Одной из наиважнейших проблем нашего времени была и оста-  
ется проблема изменения климата. Поскольку решить ее полно-  
стью невозможно, люди стали придумывать способы адаптации  
различных сфер жизни под эти изменения.

Данная статья подробно рассматривает инновацию в сельскохо-  
зяйственной сфере, а именно методы беспочвенного выращивая  
урожа – гидропоника и аэропоника. Аэропонные установки, ко-  
торые сейчас пользуются большим спросом в промышленном  
производстве растительной продукции, компактны и экономичны.  
Благодаря аэропонике появилась возможность получения бога-  
того, экологически чистого урожая круглый год.

Так как технологии продолжают развиваться, находятся способы  
выращивания «в воздухе» не только сельскохозяйственных, но и  
декоративных культур. Например, хвойные растения.

Ключевые слова: аэропоника, воздух, технология выращивания,  
хвойное растение.

## Введение

Современное сельское хозяйство приобретает особый размах благодаря новым научным изыска-  
ниям. К таким изысканиям относятся различные ва-  
рианты систем гидропоники, выводящие технологии  
возделывания и выращивания ботанических куль-  
тур на новый уровень.

Сегодня гидропоника является основой произ-  
водства растениеводческой продукции без исполь-  
зования почвы (корни растений помещаются в спе-  
циальные водные растворы). Этот метод давно за-  
рекомендовал себя как наиболее экономически эф-  
фективный. Кроме того, отсекаются проблемы, свя-  
занные с вредителями и неблагоприятными погод-  
ными условиями.

Использование данного метода наиболее эф-  
фективно в условиях аэропонии. Классический ме-  
тод аэропонного выращивания представляет собой  
разновидность гидропонии, при котором растение  
и его корни висят в воздухе и получают питание пу-  
тем периодического опрыскивания водой. Такой ме-  
тод позволяет растению получать достаточное ко-  
личество кислорода, что положительно сказывается  
на его урожайности и качестве исходного продукта,  
т.к. отпадает необходимость в использовании раз-  
личных стимуляторов и пестицидов.

Целью исследования стала работа, направлен-  
ная на исследование особенностей выращивания  
хвойных растений с помощью аэропонии.

## 1. Создание ресурсосберегающей техноло- гии для компактного выращивания растений в аэропонных условиях.

В настоящее время общественность все больше  
внимания уделяет экологическим аспектам повсе-  
дневной жизни. С ростом рождаемости в мире на  
первый план выходят вопросы энерго- и ресурсо-  
сбережения.

Производство экологически безопасной продук-  
ции, потребность в которой возникает особо остро  
во внесезонный период, пробуждает необходимость  
в строительстве новых продвинутых энергосберега-  
ющих теплиц. Кроме того, люди также заинтересо-  
ваны в экологически чистой среде проживания, что  
могут обеспечить некоторые виды высокорослых  
растений.

Решением данного комплекса проблемы может  
стать разработка ресурсосберегающей технологии  
и технических средств для компактного выращи-  
вания растений в аэропонных условиях. Подобные  
технические средства будут включать в себя не-  
сколько стеллажей для выращивания растений и  
световые модули.



Выращивание растений производится без применения какого-либо субстрата. Используется многокомпонентный питательный раствор, который впрыскивается периодически или постоянно под давлением с помощью насоса и форсунок непосредственно в корневую зону, не давая ей пересыхать. [1]

### История возникновения

Выращивать растения новым беспочвенным методом предложил

профессор В. М. Арциховский в 1910 г. На основе физиологических исследований, он предложил распылять различного рода вещества в воздух, окружающий корни. В. М. Арциховский собрал первые в своем роде аэропонные установки и показал на практике их работу и пригодность в сфере выращивания растений. Чуть позднее метод аэропоники в производстве применил И. Г. Мураш- сотрудник научно-исследовательского института овощного хозяйства. Ученый детально описал данный способ в одной из своих работ 1964 года. В 90-е годы технологией выращивания растений без земли и гравия так же заинтересовались в НАСА. На протяжении нескольких лет космонавтами проводились опыты по адаптации растений к условиям невесомости. В результате было выявлено, что в специфических условиях космических шаттлов, растения поглощают больше фосфора и меньше таких компонентов, как: магний, цинк и железо. [2] Уже в 2000 году кандидат биологических наук Ю. Ц. Мартиросян разработал, на тот момент, универсальную аэропонную установку «Урожай-2000». С 2006 года методика воздушного выращивания культур стала использоваться сельскохозяйственными производителями во всем мире. [12]

В 80-х годах 20 века был создан микрочип для полива растений, который распыляет в воздух специальный «туман», состоящий из питательных веществ и воды. В отличие от гидропоники или обычного выращивания растений в почве, метод аэропонного выращивания подразумевает то, что корневая система остается подвешенной на специальных установках в «воздухе» и получает питание благодаря воздуху.

Так же, была изобретена специальная надувная система, испытания которой проходили в космосе. Она не требует к себе пристального внимания при эксплуатации и занимает минимум места в сложенном виде. Данная технология имеет неплохие перспективы в планах человечества по освоению Марса. [12]

Гидропоника и ее различные вариации выращивания растений обладают большими преимуществами по сравнению с классическим способом выращиванием в почве. На сегодняшний день, аэропонные установки- это уникальные системы, позволяющие получать большой объем экологически чистой продукции с минимальным использованием пространства.

## 2. Аэропонные установки

Ученые ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии разработали и сконструировали серию уни-

версальных аэрогидропонных и аэропонных установок. Эти установки используются для адаптации оздоровленных методом апикальных меристем пробирочных растений, для размножения и укоренения, а также последующего дорастивания различных растений, в том числе и сельскохозяйственного значения.

### Светодиодное освещение

Аэропонные установки состоят из нескольких стеллажей для выращивания растений и световых модулей на основе светодиодов различного спектрального состава, которые позволяют не только экономить до 70% электроэнергии, но и имитировать динамику суточного изменения спектрального состава солнечного света, а также воздействовать на растения таким образом, чтобы продлить или укоротить различные фазы их развития, например, максимально отодвинуть по времени начало цветения. Это очень важно именно для зеленных культур, что позволит максимально долго получать свежий урожай зелени круглый год в контролируемых условиях. [1]

### Одноярусные аэропонные установки

«Урожай»-самая простая в комплектации аэропонная установка (рис. 1). Ее основное предназначение- выращивание безвирусного семенного картофеля в производственной сфере, а также выращивание и размножение многих сельскохозяйственных культур и растений, применяемых для создания лекарственных и медикоментов.

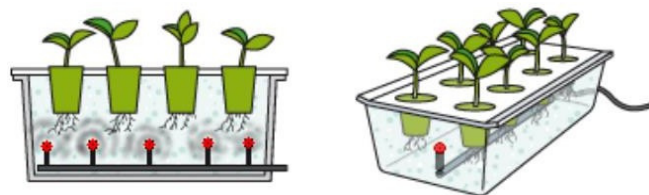


Рисунок 1. Одноярусная аэропонная установка.

Принцип действия данных установок заключается в том, растения выращиваются в специальной комнате. Ее оборудуют климатическим блоком для контроля созданной вокруг растений среды. Орошение корневой системы ростков происходит путем периодического впрыскивания питательного раствора, тем самым растение получает нужные минеральные вещества и воду. В интервалах между поливами корням дается время на то, чтобы «проветриться», т.е происходит аэрация- процесс насыщения кислородом.

Над всей рассадой устанавливаются лампы, которые можно регулировать в зависимости от этапа роста растения. Так образом дается возможность создания и поддержания оптимального уровня освещения по мере развития ростков. [1]

Управление всеми процессами (подача раствора, аэрация, длительность и цикличность светового периода, поддержание температуры и влажности) обеспечено системой автоматически.

### Универсальная многоярусная аэропонная установка

Обычно для разворачивания тепличных хозяйств приходится затрачивать огромные по площади пространства, а в высоте само сооружение не превышает 2,5 метров. Оранжереи, созданные на основе многоярусных установок, могут себе позволить задействовать и вертикальное пространство.

Универсальная многоярусная аэропонная установка имеет более обширную область применения, чем одноярусная система, а именно

применяется для создания новых технологий производства посадочного материала сельскохозяйственных и других ценных культур в сочетании с методом клонального размножения. [3]

Многоярусная система аэропонного выращивания растений достаточно компактна и не требует больших площадей, особенно если система вертикальная.

### 3. Технология

Аэропонная установка устроена достаточно просто и базируется на постоянном доступе корневой системы растения к кислороду и питательным веществам.

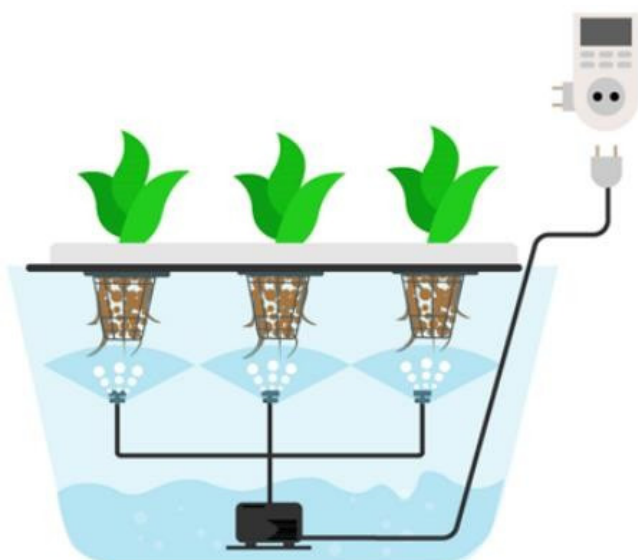


Рисунок 2. Устройство аэропонной установки.

Основной принцип такой системы выращивания – это аэрозольное распыление богатого минеральными веществами питательного раствора на основе воды в полузакрытых или закрытых средах. Само растение закрепляется платформой в воздухе, зеленая наземная часть которого остается над ней, а корни свисают снизу (рис. 2). Питательный раствор подается в окружающую среду через форсунки, установленные под корневой системой. Осуществляется такой аэрозольный полив периодически с небольшими перерывами или постоянно (в зависимости от культуры) с целью не дать корням растения высохнуть.

Использование аэропоники позволяет создавать полностью автоматические системы выращивания растений, которые значительно проще систем с использованием субстрата.

### Ультразвук и аэропоника.

Для большей эффективности в некоторых аэропонных установках используют ультразвук. Ультразвуковые волны, проходя сквозь водный раствор вызывают его "пузырькование". Данный процесс еще называют эффектом кавитации, когда жидкость как бы «расслаивается» на полости, заполненные паром. Лопнувшие пузырьки выбрасывают в воздух микрочастицы воды с питательными веществами, которые по составу напоминают туман. Температура микрокапель, полученных таким способом, не превышает 40 градусов, однако для растений благоприятная температура распыляемого раствора должна составлять 20 градусов Цельсия. Поэтому к аэропонным системам с ультразвуковой установкой требуется еще и специальная охлаждающая система, стоимость которой с основополагающей составляющей достаточно высокая.

Ультразвуковые генераторы тумана бывают различных форм и назначений. Их применяют в самых разных сферах: создания «тумана» или дыма в декоративных целях, разного рода фонтанов, для повышения уровня влажности в оранжереях и теплицах с тропическими растениями. Так же ультразвуковые генераторы можно заметить в домашних увлажнителях воздуха и ингаляторах.

Помимо своей дороговизны, у данной системы есть еще существенный недостаток - условия эксплуатации и уход. Ультразвуковые мембраны хорошо распыляют чистую воду, однако при распылении питательных растворов накапливается солевой осадок на мембране, который через некоторое время закупоривает ее. [4]

### Аэропоника с воздушным компрессором

Внешний воздушный компрессор подсоединяется к баку. Движущая сила, обеспечивает подачу раствора к корням. Составляющие этой системы (бак, шланг и все прочие соединения) должны быть строго герметичными, т.к задача компрессора – создание повышенного давления внутри резервуаров. Как и в любом другом устройстве, имеющем дело с повышенным давлением, необходим датчик, регистрирующий его изменения, а также электромагнитные клапаны, которые устанавливаются перед каждой форсункой. Технологию с воздушным компрессором удобно применять при создании маленькой, возможно даже комнатной, аэропонной установки, предназначенной для получения урожая зелени, такой как петрушка или укроп. [4]

### Что представляет из себя питательный раствор в аэропонике

Как выяснилось, нет такого питательного раствора, рецепт и состав которого был бы универсален. Ведь все зависит, прежде всего, от выращиваемой культуры и этапа развития растения.

В качестве базовых химических элементов выделили калий, азот и фосфор. Так же для питательного раствора возможно использовать специальные смеси, которые изготавливают для выращивания

растений методом гидропоники. Но растворы с такими смесями стоит предварительно фильтровать и очищать от крупных примесей.

Самое главное при аэрозольном поливе растений — это использование качественной воды, а лучше дистиллированной. Трубопроводную воду можно использовать, однако только после ее очистки и анализа.

#### 4. Основные преимущества и недостатки

Аэропонная технология выращивания растений является довольно прогрессивной и имеет массу положительных качеств.

##### Преимущества бессубстратной технологии

###### Экологичность

Без всякого сомнения, аэропонный метод выращивания растений можно считать наиболее безопасным и экологически чистым способом получения

«живых», здоровых сельскохозяйственных культур. Кроме того, аэропоника значительно экономит воду и энергию. В сравнении с традиционным выращиванием растений в почве, аэропоника предполагает меньший расход воды и энергетические затраты на единицу продукции. Также вест питательный раствор, который был использован при опрыскивании, не сливается в дренаж, а используется повторно в следующих циклах полива. Нет отходов отработанного субстрата. Поэтому аэропонный метод совершенно не оказывает влияния на экологию и окружающую среду.

###### Увеличенный доступ растения к воздуху.

Аэропонный метод выращивания позволяет корневой системе растений легко и быстро получать необходимый для роста и развития воздух, в отличие от методов с использованием субстрата. Как итог, урожай поспевает быстрее, потому как усвоение растением питательных элементов происходит активнее с участием кислорода.

###### Минимальный риск заражений

Метод аэропоники позволяет изолировать зараженное место, тем самым перекрывая доступ развития инфекции на соседних растениях. Это огромный плюс, потому что при почвенном выращивании болезнь с легкостью разойдется по корневой системе, заразив многие растения.

Более того, отпадает вероятность возникновения «болячек», связанных с большим количеством вредителей, обитающих в земле. [5]

###### Экономические плюсы

Для предприятий, главной проблемой которых является ограниченность в плане территории, аэропоника более чем подходящий выбор. Ведь данная методика выращивания продукции позволяет сооружать многоярусную систему в теплица, что очень компактно. Так же, аэропонные установки позволяют развернуть производство растительных культур в местах, непригодных для сельского хозяйства, таких как пустыня, северные широты и т.д. [1]

Итак, аэропонные технологии позволяют:

- не зависеть от любых факторов внешней среды;
- исключить сезонность в выращивании растений;

-получить до 6 и более урожаев в год в зависимости от культуры;

-повысить уровень производства и производительность труда;

-получить экологически чистую продукцию, обогащенную необходимыми микроэлементами (селен, кремний, цинк и др.)

-управлять накоплением вторичных метаболитов (биологически активных компонентов) при производстве лекарственных растений;

-исключить использование субстратов;

-сократить расход минеральных удобрений — до 40%;

-экономить воду, что даёт возможность применять данную технологию в засушливых (аридных) районах;

-исключить применение вредных химикатов и пестицидов;

##### Недостатки бессубстратной технологии

Однако при очевидном преимуществе и значительном количестве достоинств, у данной технологии выращивания растений все же есть минусы. Например, в случае прекращения подачи распылений из-за поломки оборудования или отключения электроэнергии, растения быстро погибнут в течение нескольких часов. Или оборудование может засориться, от чего будет недостаточное количество влаги поступать на корни растений. Однако в наше современное время не сложно заблаговременно просчитать возможные риски и предусмотреть наличие специальных датчиков и защитных приборов. [6]

Сейчас оборудование достаточно надежное, все показатели автоматически рассчитываются и контролируются компьютерными установками. Все принципы работы установки запрограммированы и достаточно надежны. А различные поломки или аварии оперативно ремонтируются, либо предохраняются дополнительными источниками питания.

#### 5. Применение аэропонных систем для выращивания растений

Аэропонные сады — это современная технология выращивания разного рода растений в воздухе с большим содержанием влаги, без использования грунта. Применяя аэропонный метод, получаем возможность выращивать культуры в закрытом помещении на протяжении всего года.

В домашних условиях аэропоники хорошо выращивать различные травы, салаты и корнеплоды. Также, отлично ведут себя зерновые культуры, которые дают прекрасный урожай несколько раз в году. Еще к выращиванию данным методом отлично подходят кукуруза и подсолнухи.

Также есть аэропонный метод высокого давления. Он отличается тем, что туман образовывается насосом высокого давления. Обычно данный метод используется для выращивания высокоценных культур и редких экземпляров растений. Это может компенсировать высокие затраты установки, связанные с этим методом садоводства. [7]

Данный метод превосходит для зелёных проектов, которые специализируются разведением деликатных растений и пытаются распространить редкие виды флоры.

### **Вертикальное озеленение**

С недавних пор аэропонные установки хорошо себя зарекомендовали в интерьерных решениях в виде вертикального озеленения. Это модно современно, экологично. Кроме того, вертикальное озеленение может решать проблемы людей-астматиков. Вертикальная зеленая установка с растениями прогоняет через себя воздух в помещении, очищая его, обеззараживая. И люди, находящиеся в этом помещении, начинают чувствовать себя намного лучше. За счет компактности и небольшого веса такую установку можно разместить даже на яхтах. Все это говорит о больших перспективах в направлении вертикального озеленения.

### **6. Хвоя в ландшафте**

Хвойные леса имеют большую пользу для климата нашей планеты. В ходе фотосинтеза поглощается большое количество углерода, что способствует снижению уровня опасности отравления оксидом углерода. Оксид углерода, как считается, является единственной наиболее распространенной причиной отравлений, как в промышленных условиях, так и в домашних.

Эти прекрасные, благоухающие и благородные растения часто применяют в формировании аллей, живых изгородей, миксбордеров во всех 13 районах планеты. Даже богатые зеленью южные сады не обходятся без хвойных культур, которые превосходно сочетаются и оттеняют экзотику.

### **7. Аэропоника как способ выращивания хвойных растений**

Процесс выращивания и размножения хвойных весьма трудоемкий и рискованный. Эти растения очень привередливы к почве, климату, воде и прочим факторам, остро влияющим на их жизнедеятельность.

Однако следует предполагать, что для проращивания семян или черенкования и дальнейшего выращивания хвойного дерева удачно подходит метод аэропоника. В этом случае отсутствует риск развития грибковых бактерий, губительных для семян. При этом автоматически контролируется правильное количество влаги и температурный режим.

#### **Аэропонный метод укоренения черенков**

Аэропоника всегда представляла значительный интерес в практическом использовании. Рассматриваемый метод подразумевает укоренение черенков в воздушной среде, без почвы и субстрата, что уже несет в себе экономические выгоды.

При аэропонном способе укоренения основания черенков находятся в пространстве, которое периодически насыщается питательным раствором с необходимыми элементами через распылители. Одновременно этим раствором опрыскивают и нижнюю часть черенков.

### **Синтетические ростовые вещества**

Для того, чтобы переместить черенки непосредственно в аэропонную установку для клонирования, необходимо применить синтетические ростовые вещества, оказывающие заметное действие на ростовые процессы. Это немного подпитывает черенки и простимулирует дать хорошие корни. При этом нет необходимости долго выдерживать черенки в растворе. Достаточно 50 57 50 14 окунуть минут на 10-20. После чего переместить их в установку. Далее уже сама система ухаживает, питает и возвращает растения, согласно заданной программе. [8]

### **Метод клонирования**

Клонированные растения способом аэропонии гораздо более устойчивее и жизнеспособны. Что дает большой плюс в дальнейшем уходе, который требует минимум затрат ресурсов и времени. Единственное, не следует забывать, что все хвойные растения боятся прямых солнечных лучей. И ожоги бывают губительными для растений. Поэтому необходимо позаботиться об укрытии их в весенний период, когда солнечные лучи особенно интенсивны.

Клонирование хвойных растений с использованием системы аэропонии практически полностью снижает риски неудач и способствует активному росту здорового и красивого растения. А они в свою очередь придадут шарм участку, создадут приятную атмосферу и самое главное сделают воздух чистым и насыщенным кислородом. [8]

### **8. Экологический проект «Флорариум» на территории России**

В настоящее время создается большое количество исследовательских институтов, целью которых является поиск наиболее эффективных способов выращивания растений. В России также растет популярность систем капельного полива.

В оранжерейном комплексе «Флорариум» в городе Москва показывают аэропонику – фантастическую технологию, разработанную Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственных биотехнологий (ВНИИСБ). Благодаря ей растения содержатся без почвы – питательный раствор подается к корням в виде мелкодисперсной взвеси.

Аэропоника – очень важная для города технология: благодаря ей можно на небольшой площади получать хорошие урожаи зелени, помидоров, огурцов, - отмечают ландшафтные инженеры. [9]

### **Вывод**

Аэропоника вполне может стать эффективным альтернативным методом выращивания растений в промышленном масштабе. Среди небольших сельских хозяйств метод аэропонии уже закрепил планку как наиболее эффективный способ получения урожая зелени и овощей круглый год с минимальными затратами.

В наше время очень тяжело получить экологически чистый растительный продукт, ведь проблема загрязнения окружающей среды с каждым годом

усугубляется все сильнее и сильнее. Почва также неизбежно попадает под влияние человеческого фактора, из-за чего выращивание растений в открытом грунте становится опасно для здоровья и растения, и человека. Именно по этой причине аэропоника – лучший способ получить безвредную, экологически чистую продукцию.

В ходе исследования было установлено, что хвойные растения не так просто вырастить в грунте. Они привередливы и неустойчивы ко многим факторам, в том числе и к погодным условиям. Поэтому процесс выращивания и размножения хвойных растений весьма трудоемкий и рискованный. Однако, для выращивания хвойного дерева удачно подходит метод аэропонии. В этом случае отсутствует риск развития грибковых бактерий, губительных для семян. При этом автоматически контролируется правильное количество влаги и температурный режим.

### Литература

1. <http://www.aeroponica.su/ult%D1%80%D0%B0k%D0%BEmp%D0%B0ktni%D0%B5/>
2. <https://dzagigrow.ru/blog/chto-takoe-aeroponika/>
3. <http://www.aeroponica.su/%D0%BCn%D0%BEg%D0%BEya%D1%80u%D1%81ni%D0%B5/%D0%BCn%D0%BEg%D0%BEya%D1%80u%D1%81ni%D0%B5>
4. <https://xn--e1aelkcia2b7d.xn--p1ai/stati/rastenievodstvo/ayeroponika-ilivyraschivanie-na-vozduhe.html>
5. [https://www.promgidronica.ru/vyrawivanie\\_salata](https://www.promgidronica.ru/vyrawivanie_salata)
6. <https://xn--e1aelkcia2b7d.xn--p1ai/stati/rastenievodstvo/ayeroponika-ilivyraschivanie-na-vozduhe.html>
7. Глубинное экологическое сопротивление: стратегия спасения планеты Арик МакБей, Льер Кит, Деррик Дженсен
8. <https://ru.qwe.wiki/wiki/Aeroponics>
9. <http://flower.onego.ru/conifer/book06.html>
10. <https://allergotop.com/allergoefir/karta-rastenij-parka-zaryade>
11. <https://glavagronom.ru/articles/aeroponika-istoriya-nastoyashchee-i-budushchee>
12. <https://gidronom.ru/uroki/uroki-nachinaiushchego/937-chto-takoe-aeroponika.html>
13. <https://growstuff.ru/blog/poleznaya-informatsiya/aeroponika-raznovidnosti-i-kak-sobrat-svoimi-rukami/>
14. Вахмистров Д. Растения без почвы. - Москва: Издательство «Детская литература», 1965.
15. Мураш И.Г. Аэропоника в теплицах. - Москва: Издательство «Московский рабочий», 1964.
16. Чесноков В.А., Базырина Е.Н., Бушуева Т.М., и Ильинская Н. Л. Выращивание растений без почвы. - Издательство Ленинградского университета, 1960.
17. Мартиросян Ю.Ц., Кособрюхов А.А., Мартиросян В.В. Аэропонные технологии в безвирусном семеноводстве - преимущества и перспективы. // cyberleninka [Электронный ресурс] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aeroponnye-tehnologii-v-bezvirusnom-semenovodstve-preimushchestva-i-perspektivy> (дата обращения 25.05.2023)

### Aeroponics or the method of growing coniferous plants in the air Gromenko I.V.

Pacific National University

One of the most important problems of our time was and remains the problem of climate change. Since it is completely impossible to solve it, people began to come up with ways to adapt various spheres of life to these changes.

This article examines in detail the innovation in the agricultural field, namely the methods of groundless growing crops – hydroponics and aeroponics. Aeroponic installations, which are now in great demand in the industrial production of plant products, are compact and economical. Thanks to aeroponics, it became possible to obtain a rich, environmentally friendly harvest all year round.

As technologies continue to develop, there are ways to grow "in the air" not only agricultural, but also ornamental crops. For example, coniferous plants.

Keywords: aeroponics, air, cultivation technology, coniferous plant.

### References

1. <http://www.aeroponica.su/ult%D1%80%D0%B0k%D0%BEmp%D0%B0ktni%D0%B5/>
2. <https://dzagigrow.ru/blog/chto-takoe-aeroponika/>
3. <http://www.aeroponica.su/%D0%BCn%D0%BEg%D0%BEya%D1%80u%D1%81ni%D0%B5/%D0%BCn%D0%BEg%D0%BEya%D1%80u%D1%81ni%D0%B5>
4. <https://xn--e1aelkcia2b7d.xn--p1ai/stati/rastenievodstvo/ayeroponika-ilivyraschivanie-na-vozduhe.html>
5. [https://www.promgidronica.ru/vyrawivanie\\_salata](https://www.promgidronica.ru/vyrawivanie_salata)
6. Deep Ecological Resistance: A Strategy to Save the Planet Arik McBay, Lier Keith, Derrick Jensen
7. <https://ru.qwe.wiki/wiki/Aeroponics>
8. <http://flower.onego.ru/conifer/book06.html>
9. <https://allergotop.com/allergoefir/karta-rastenij-parka-zaryade>
10. <https://glavagronom.ru/articles/aeroponika-istoriya-nastoyashchee-i-budushchee>
11. <https://gidronom.ru/uroki/uroki-nachinaiushchego/937-chto-takoe-aeroponika.html>
12. <https://growstuff.ru/blog/poleznaya-informatsiya/aeroponika-raznovidnosti-i-kak-sobrat-svoimi-rukami/>
13. Vakhmistrov D. Plants without soil. - Moscow: Children's Literature Publishing House, 1965.
14. Murash I.G. Aeroponics in greenhouses. - Moscow: Publishing house "Moscow worker", 1964.
15. Chesnokov V.A., Bazyrina E.N., Bushueva T.M., and Ilyinskaya N.L. Growing plants without soil. - Publishing house of the Leningrad University, 1960.
16. Martirosyan Yu.Ts., Kosobryukhov A.A., Martirosyan V.V. Aeroponic technologies in virus-free seed production - advantages and prospects. // cyberleninka [Electronic resource] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aeroponnye-tehnologii-v-bezvirusnom-semenovodstve-preimushchestva-i-perspektivy> (accessed 05/25/2023)



# Подходы к созданию интеллектуальных систем управления движением поездов

## Козлов Всеволод Ярославович

аспирант кафедры технологий искусственного интеллекта Института искусственного интеллекта, ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», vsevolodk97@mail.ru

## Куликов Александр Анатольевич

кандидат технических наук, доцент кафедры технологий искусственного интеллекта Института искусственного интеллекта, ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», доцент Департамента анализа данных и машинного обучения, Финансовый университет при правительстве РФ, tibult41@gmail.com

Статья посвящена рассмотрению подходов к созданию интеллектуальных систем для планирования движения поездов. Выделены основные области железнодорожного комплекса, в которых применение систем искусственного интеллекта является перспективным. Представлены результаты количественного анализа исследовательских публикаций на тему использования систем искусственного интеллекта в сфере железнодорожного транспорта в англоязычном сегменте. Определены основные подходы к планированию графика движения поездов и его корректировки для приведения к плановому состоянию в случае отклонения от расписания. Эффективное решение задачи оперативного перепланирования возможно лишь при поступлении обратной связи в виде данных, описывающих текущую ситуацию, в режиме реального времени. Приведены различные модели и алгоритмы искусственного интеллекта, применимые для решения задачи управления движением поездов, со ссылками на опубликованные исследования.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, график движения поездов, управление движением, диспетчерское управление, железнодорожный транспорт.

В настоящее время становится очевидным, что системы искусственного интеллекта (ИИ) применяются во многих областях науки и техники. Железные дороги не являются исключением и также развиваются в ногу со временем. Определить понятие ИИ можно как способность компьютеризированной системы принимать решения без явных инструкций человека. Он позволяет решать задачи, традиционно считающиеся интеллектуальными и требующими творческого подхода, а значит неподвластными алгоритмизации. Использование интеллектуальных систем позволяет добиться конкурентного преимущества в современном мире мультимодальных перевозок. Выделим основные области работы железнодорожного транспорта, имеющие потенциал для применения систем ИИ в области железнодорожного комплекса:

- Обнаружение сбоев и дефектов инфраструктуры;
- Управление движением поездов;
- Повышение качества обслуживания пассажиров;
- Техническое обслуживание подвижного состава;
- Управление подвижным составом (внедрение систем на основе ИИ для оптимизации алгоритмов автоведения);
- Уменьшение влияния человеческого фактора и повышение безопасности.

Основные исследовательские усилия в области ИИ направлены на инспекцию и техническое обслуживание железнодорожной инфраструктуры и технических средств, при этом внимание к комплексному управлению и финансовой стороне перевозок практически не уделяется. Все остальные области рассмотрены в разной степени. На рисунке 1 представлены количественные объемы публикаций работ по различным темам за период с 2010 г. по декабрь 2020 г. (всего рассмотрена 141 публикация).

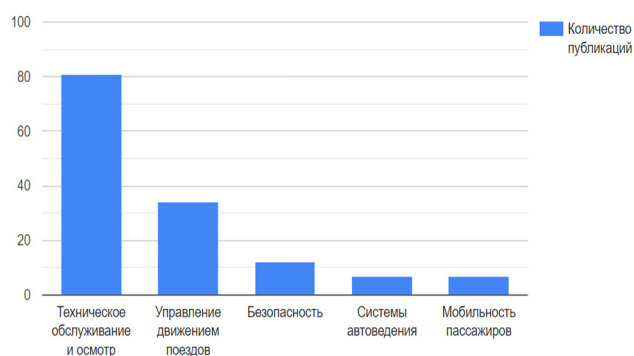


Рисунок 1. Количественное сравнение объемов публикаций в области применения ИИ на железнодорожном транспорте за 2010-2020 гг. в англоязычном сегменте.

Примечание: собственная разработка автора на основе [1]

Можно сделать вывод о нахождении исследований применения ИИ в области управления движением поездов на ранней стадии, однако развитие и распространение коммерческих проектов на этой основе является делом времени. На сегодняшний день имеется ряд разработок, находящихся в использовании или проходящих испытания. Компания группы Toshiba Digital & Consulting разработала систему улучшения расписания движения поездов для снижения риска задержек на этапе планирования. Её использует оператор железнодорожных перевозок в Великобритании Greater Anglia [2]. Разработанная в МФТИ интеллектуальная система управления движением поездов «Прогноз» является инструментом поддержки принятия оперативных решений и имеет интеллектуальный модуль построения прогнозных и плановых графиков движения [3].

Основной целью железнодорожного транспорта является предоставление надежных и своевременных услуг по перевозке грузов и пассажиров. График движения поездов является основой для организации деятельности всего комплекса подразделений железных дорог. Он представляет собой зависимость пройденного расстояния от времени нахождения в пути следования и составляется заранее на значительный промежуток времени (полгода, год) на всю железнодорожную сеть. Логика перевозочного процесса подчиняется нормативным документам и положениям. Планирование расписания движения и его точное выполнение представляет собой сложную задачу, требующую учета трудно формализуемых нечетких и стохастических факторов. Уровень выполнения графика движения поездов отражает качество многих показателей, таких как: эффективность использования пропускной и провозной способностей железных дорог, техническое состояние подвижного состава, реализацию технологии перевозочного процесса и т.д. Расписание составляется таким образом, чтобы иметь возможность справляться с возникающими проблемами без внесения серьезных изменений в режиме реального времени. Это называется устойчивостью к возмущениям со стохастическими переменными. При этом важно понимать, что планирование с учетом всех возможных негативных событий и минимизации их вероятностей неизбежно ведет к существенному ущербу эффективности.

Нарушение графика движения поездов приводит к сбою работы всех структурных подразделений ввиду увязки к нему не только планирования перемещения подвижного состава, но и технологических операций по текущему обслуживанию железнодорожной инфраструктуры. При возникновении помех, нарушающих составленный план, поездные диспетчеры в режиме реального времени корректируют расписание для поддержания выполнения запланированных работ и уменьшения отставания. Высокая взаимозависимость между поездами приводит к тому, что первичные задержки могут распространяться как вторичные задержки на всю сеть. Отклонение может быть вызвано множеством как прогнозируемых, так и непредвиденных причин [4]:

- Превышение продолжительности проведения ремонтно-путевых работ во время «окон»;

- Несвоевременная подача тягового подвижного состава под поезд на станциях ввиду отсутствия или невыполнения ремонтных работ в запланированный срок;

- Чрезвычайные ситуации;
- Сбои и отказы технических средств.

Основной задачей управления железнодорожным движением в случае возникновения отклонения от планового графика движения поездов является возврат к нему в кратчайший срок с минимизацией задержек от негативных непредвиденных событий. Данную проблему также возможно определить как задачу динамического управления движением на железной дороге.

Управление и контроль над процессами движения поездов осуществляется с использованием автоматизации путем внедрения систем диспетчерского управления перевозками. Используемые системы в наиболее сложных ситуациях не способны решать все задачи оперативного планирования движения, поэтому принятие решений поручается поездным диспетчерам и дежурным по станциям. В рабочих условиях ограниченного времени точное прогнозирование развития ситуации, оценка принимаемых решений и организация эффективного движения невозможны, поэтому разрабатываются различные интеллектуальные прогнозирующие модели для интерактивных систем диспетчерского управления [5]. Автоматизированное построение прогнозного графика движения поездов с использованием интеллектуальной системы диспетчерской централизации требует наличия строго определенных исходных данных, коими являются: параметры поездов (условная длина, вес, категория, технические параметры и характеристики подвижного состава), маршруты движения, планируемое время прибытия и отправления, планы и профили железнодорожных путей, оборудование сигнальных устройств и т.д.

Изменение графика движения поездов – процесс обновления расписания с учетом текущего положения и технических характеристик подвижного состава, отклонений от запланированного времени и многих других факторов. Подходы к изменению графика движения железнодорожного транспорта можно разделить на две категории: статические и динамические. Статический подход в свою очередь разделяется на краткосрочный и долгосрочный. На рисунке 2 представлено графическое отображение предложенной классификации.

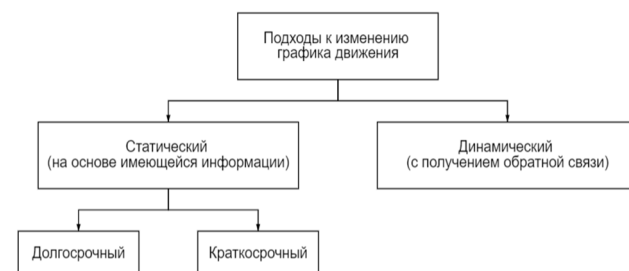


Рисунок 2. Классификация подходов к изменению графиков движения поездов

Примечание: собственная разработка автора

Долгосрочный статический подход характеризуется планированием на значительный промежуток времени заранее и представляет собой операцию, требующую больших вычислительных мощностей. Выполняется в «автономном» режиме и без периодического обновления информации, используется для составления графика движения поездов.

Остальные подходы (краткосрочный статический и динамический) требуют получения данных в реальном времени, а также постановку конкретных задач для приведения текущего состояния к запланированному графику движения. Их применение позволяет принимать решение в оперативном режиме и осуществляется за короткий промежуток времени вычислений (до нескольких минут). Краткосрочный статический подход представляет собой единоразовую корректировку на основе имеющейся информации о текущей ситуации, динамический в свою очередь является циклическим с поддержкой принятия решений путем постоянного получения фактических данных и повторяющегося анализа развития событий. Временной диапазон планирования, как правило, составляет не более 1 часа и распространяется на один район диспетчерского регулирования.

Проблемы оперативного перепланирования железнодорожного движения возможно эффективно решать только с применением динамических методов. В них можно закладывать учет перспектив возникновения возмущений и прогнозы будущих состояний сети, определяя ожидаемое время будущих событий. Стохастические параметры позволяют учитывать вероятности, однако точные данные будут известны лишь в момент наступления события. Несмотря на то, что управление сетью железных дорог зачастую обусловлено влиянием внешних случайных процессов, в большинстве случаев неопределенностью пренебрегают.

Утвержденные регламенты и правила движения железнодорожного транспорта, технические характеристики подвижного состава и параметры инфраструктуры накладывают свои ограничения на правила движения. Существующая система сигнализации, централизации и блокировки основывается на делении пути на блок-участки, не допускающих нахождение на одном участке нескольких поездов при нормальных условиях эксплуатации, а скорости движения на путях различных типов строго ограничены. Любая интеллектуальная система, ставящая перед собой задачу поддержки принятия решения при управлении движением поездов, обязана руководствоваться утвержденными правилами.

Перейдем к исследованиям в области разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений в рамках управления движением поездов и восстановления запланированного графика. Касательно планирования движения применение систем ИИ возможно для следующих задач:

- Автоматическая обработка данных – быстрый анализ больших объемов данных, связанных с железнодорожным движением, таких как время прибытия, отбытия и т.п.;

- Оптимизация графика движения – возможность использования тяговых параметров, количества поездов, их приоритета и т.п. для улучшения транспортных потоков и уменьшения задержек;

- Предотвращение аварий и задержек – анализ исторических данных для прогнозирования потенциальных происшествий и предложения вариантов решения возможной проблемы.

Одной из главных проблем при описании моделей ИИ является предоставление данных высокого качества. Несмотря на способность машинного обучения извлекать знания практически из любых данных, высокая производительность достижима лишь при наличии качественной исходной информации. При этом важно учесть, что большие по размеру наборы данных не всегда приводят к повышению качества обучения. Однако для исследования случаев критически важных или редких событий, таких как аварии и крушения, существующих исторических данных может быть недостаточно и потребуются генерация синтетических данных (имитирующих реальные события и используемые для подготовки моделей машинного обучения).

При создании интеллектуальных систем управления движением поездов используются различные модели и алгоритмы искусственного интеллекта, ниже приведено их перечисление с примером научной публикации.

- Деревья решений (Decision Trees). В работе [6] предлагается использовать апостериорные модели (полученные по результатам экспериментальных исследований) для описания системы диспетчерского управления. Выбор рациональных вариантов диспетчерских корректировок осуществляется путем формирования дерева решений.

- Случайный лес (Random Forest). На основе зарегистрированных данных отклонений от расписания движения грузовых и пассажирских поездов в Швеции в период 2017-2018 гг. была построена модель прогнозирования задержек [7].

- Алгоритм CLOPE (A Fast and Effective Clustering Algorithm for Transactional Data). Для формирования многослойного адаптивного графика движения поездов используется модифицированная версия этого алгоритма. Использование улучшенного алгоритма CLOPE приводит к упрощению классификации поездных заявок и обеспечивает реализацию приоритетных целей для перевозчика при планировании движения железнодорожного транспорта [8].

- Линейная регрессия (Linear Regression). Для прогнозирования времени работы и задержки в зависимости от отклонения от текущего времени отправления или прибытия использован метод линейной регрессии в исследовании [9].

- Сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks). Для повышения пропускной способности железнодорожного транспорта предлагается использовать метод оптимизации компоновки маршрута на основе глубокой сверточной нейронной сети [10].



- Метод k-средних (K-means algorithm). Для выявления повторяющихся моделей задержек на железнодорожной линии с интенсивным движением к северу от Копенгагена и идентификации закономерностей причин, возникающих на одних и тех же станциях, использован данный метод кластерного анализа [11].

- Нечеткая логика (Fuzzy Reasoning Approach). Построение экспертной системы диспетчерской поддержки для использования в системах управления железнодорожным транспортом. Использование нечеткой сети Петри (Petri Net) в системе поддержки принятия решений [12].

- Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning). Принципы формирования стоимостной оценки поезда, расположенного на участке и выбора очередности ввода поездов в график рассмотрены в работе [13].

- Генетические алгоритмы (Genetic Algorithms). Для построения плановых графиков движения поездов метрополитена с обеспечением равномерности процессов и учета существующих ограничений выполнена адаптация генетического алгоритма применительно к данной задаче [14].

- Метод роя частиц (Particle Swarm Optimization). Используется в исследовании динамического оперативного планирования движения поездов на примере высокоскоростной линии Пекин-Шанхай [15].

- Градиентный бустинг (Gradient Boosting Decision Tree algorithm), Сети долгой краткосрочной памяти (Long Short-Term Memory) и Роевой интеллект (Swarm Intelligence) являются перспективными методами для применения в области управления движением железнодорожного транспорта.

В процессе обучения интеллектуальной системы возможно применение подхода «обучение с учителем». Это ускоряет процесс достижения ожидаемой точности и повышает потолок производительности для моделей машинного обучения. Кроме того появляется возможность выбора наиболее подходящих данных и использования итеративной обратной связи для направления модели к оптимальному решению. Глубокое обучение и машинное обучение сами по себе не являются процессом принятия решений, но их можно использовать для поддержки оптимизации более сложных комбинаторных моделей [16]. Сочетание традиционного машинного обучения и глубокого обучения позволяет определить причинно-следственные связи и использовать данные из нескольких источников [17].

## Литература

1. A literature review of Artificial Intelligence applications in railway systems / R. Tang, Z. Lin, R. Liu [et al.] // *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. – 2022. – Vol. 140. – P. 103679. – DOI 10.1016/j.trc.2022.103679. – EDN LDMWUH.

2. Greater Anglia turns to Toshiba's AI solutions to enhance train timetabling and improve customer convenience // *Toshiba Digital Solutions Corporation* – 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.global.toshiba/ww/company/digitalsolution/news/2019/0910.html>. – Дата доступа: 30.05.2023.

3. Прогноз // Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет). – 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[https://mipt.ru/science/labs/wave\\_processes\\_and\\_controlling\\_systems\\_lab/proekty/prognoz.php](https://mipt.ru/science/labs/wave_processes_and_controlling_systems_lab/proekty/prognoz.php). – Дата доступа: 30.05.2023.

4. Семенцова, Т. М. Исследование задержек поездов на станциях и перегонах железнодорожных линий и участков / Т. М. Семенцова, И. А. Степанова, О. П. Ганеева // *Молодая наука Сибири*. – 2019. – № 4(6). – С. 19-23. – EDN WWDIZH.

5. Долгий, И. Д. Динамические модели прогнозирования движения поездов в интеллектуальных системах диспетчерского управления / И. Д. Долгий, С. В. Криволапов // *Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения*. – 2012. – № 4(48). – С. 75-81. – EDN MHUKOL.

6. Ерофеев, А. А. Апостериорная модель интеллектуальной диспетчерской корректировки графика движения поездов / А. А. Ерофеев // *Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов*. – 2021. – № 1(3). – С. 96-107. – EDN CGHTVN.

7. Jiang, S. Punctuality prediction: combined probability approach and random forest modelling with railway delay statistics in Sweden / S. Jiang, C. Persson, J. Akesson // *2019 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC)*. – 2019. – DOI 10.1109/ITSC48539.2019.9056000. – EDN ITSC.

8. Ерофеев, А. А. Использование алгоритма CLOPE в системе разработки нормативного графика движения поездов / А. А. Ерофеев // *Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт*. – 2021. – № 1(42). – С. 51-55. – EDN ICCPAO.

9. Kecman, P. Predictive modelling of running and dwell times in railway traffic / P. Kecman, R. M. P. Goverde // *Public Transport*. – 2015. – Vol. 7, No. 3. – P. 295-319. – DOI 10.1007/s12469-015-0106-7. – EDN TMFJYX.

10. Qiao, C. Layout optimization method of railway transportation route based on deep convolution neural network / C. Qiao, Q. Gao, H. Xing // *Journal of information processing systems*. – 2023. – Vol.19, No. 1. – P. 46-54. – DOI 10.3745/JIPS.04.0263.

11. Cerreto, F. Application of data clustering to railway delay pattern recognition / F. Cerreto, B. F. Nielsen, O. A. Nielsen, S. S. Harrod // *Journal of advanced transportation*. – 2018. – Vol. 2018. – DOI 10.1155/2018/6164534.

12. Fay, A. Fuzzy knowledge-based system for railway traffic control / A. Fay // *Engineering applications of artificial intelligence*. – 2000. – Vol. 13, No. 6 – P. 719-729. – DOI 10.1016/S0952-1976(00)00027-0.

13. Бадецкий, А. П. Регулирование движения поездов на основе методов обучения с подкреплением / А. П. Бадецкий, Т. А. Филатова // *Вестник транспорта Поволжья*. – 2015. – № 1(49). – С. 47-54. – EDN TQMDIL.

14. Сидоренко, В. Г. Применение генетических алгоритмов при решении задач планирования перевозочного процесса городской рельсовой транспортной системы / В. Г. Сидоренко, А. И. Сафронов // Автоматика на транспорте. – 2023. – Т. 9, № 1. – С. 49-62. – DOI 10.20295/2412-9186-2023-9-01-49-62. – EDN UFD PJG.

15. Wang, M. Genetic algorithm-based particle swarm optimization approach to reschedule high-speed railway timetables: a case study in China / M. Wang, L. Wang, X. Xu, Y. Qin, L. Qin // Journal of advanced transportation. – 2019. – Vol. 2019. – DOI 10.1155/2019/6090742.

16. Powell, W.B. Locomotive Planning at Norfolk Southern: An Optimizing Simulator Using Approximate Dynamic Programming / W.B. Powell, B. Bouzaïene-Ayari, C. Lawrence [et al] // Informs journal on applied analytics. – 2014. – Vol. 44, No. 6 – P. 567-578. – DOI 10.1287/inte.2014.0741.

17. Omta, W.A. Combining Supervised and Unsupervised Machine Learning Methods for Phenotypic Functional Genomics Screening / W. A. Omta, R. G. van Heesbeen, I. Shen [et al] // SLAS Discovery. – 2020. – Vol. 25, No. 6. – P. 655-664. – DOI 10.1177/2472555220919345.

#### Approaches to the creation of intelligent railway traffic control systems Kozlov V. Y., Kulikov A. A.

MIREA - Russian Technological University

The article is devoted to the consideration of approaches to the creation of intelligent systems for planning the movement of trains. The main areas of the railway complex are identified, in which the use of artificial intelligence systems is promising. The results of a quantitative analysis of research publications on the use of artificial intelligence systems in the field of railway transport in the English segment are presented. The main approaches to planning the train schedule and its adjustment to bring it to the planned state in case of deviation from the schedule are determined. An effective solution to the problem of operational rescheduling is possible only when feedback is received in the form of data describing the current situation in real time. Various models and algorithms of artificial intelligence applicable to solving the problem of train traffic control are presented, with links to published studies.

Keywords: artificial intelligence, train schedule, traffic control, dispatch control, railway transport

#### References

1. A literature review of Artificial Intelligence applications in railway systems / R. Tang, Z. Lin, R. Liu [et al.] // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. – 2022. – Vol. 140. – P. 103679. – DOI 10.1016/j.trc.2022.103679. – EDN LDMWUH.
2. Greater Anglia turns to Toshiba's AI solutions to enhance train timetabling and improve customer convenience // Toshiba Digital Solutions Corporation – 2019 [Electronic resource]. – Access: <https://www.global.toshiba/ww/company/digitalsolution/news/2019/0910.html>. – Access date: 30/05/2023.
3. Forecast // Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University). – 2021 [Electronic resource]. – Access: [https://mipt.ru/science/labs/wave\\_processes\\_and\\_controlling\\_systems\\_lab/proekty/prognoz.php](https://mipt.ru/science/labs/wave_processes_and_controlling_systems_lab/proekty/prognoz.php). – Access date: 30/05/2023.
4. Sementsova T. M. Research of the reasons of delays of trains at stations and lines of railway lines and sections / T. M. Sementsova, I. A. Stepanova, O. P. Ganeeva // Young science of Siberia. – 2019. – No. 4(6). – P. 19-23. – EDN WWDIZH.
5. Dolgiy I. D. Dynamic models for forecasting of movement of trains in intellectual systems of dispatching control / I. D. Dolgiy, S. V. Krivolapov // Vestnik RGUPS. – 2012. – No. 4(48). – P. 75-81. – EDN MHUKOL.
6. Erofeev, A. A. A posteriori model of intelligent dispatching adjustment of the train schedule / A. A. Erofeev // Problems of perspective development of railway stations and junctions. – 2021. – No. 1(3). – P. 96-107. – EDN CGHTVN.
7. Jiang, S. Punctuality prediction: combined probability approach and random forest modelling with railway delay statistics in Sweden / S. Jiang, C. Persson, J. Akesson // 2019 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC). – 2019. – DOI 10.1109/ITSC48539.2019.9000000.
8. Erofeev, A. A. Using the CLOPE algorithm in the development system standard train schedule / A. A. Erofeev // Bulletin of the Belarusian State University of Transport: science and transport. – 2021. – No. 1(42). – P. 51-55. – EDN ICCPAO.
9. Kecman, P. Predictive modelling of running and dwell times in railway traffic / P. Kecman, R. M. P. Goverde // Public Transport. – 2015. – Vol. 7, No. 3. – P. 295-319. – DOI 10.1007/s12469-015-0106-7. – EDN TMFJYX.
10. Qiao, C. Layout optimization method of railway transportation route based on deep convolution neural network / C. Qiao, Q. Gao, H. Xing // Journal of information processing systems. – 2023. – Vol. 19, No. 1. – P. 46-54. – DOI 10.3745/JIPS.04.0263.
11. Ceretto, F. Application of data clustering to railway delay pattern recognition / F. Ceretto, B. F. Nielsen, O. A. Nielsen, S. S. Harrod // Journal of advanced transportation. – 2018. – Vol. 2018. – DOI 10.1155/2018/6164534.
12. Fay, A. Fuzzy knowledge-based system for railway traffic control / A. Fay // Engineering applications of artificial intelligence. – 2000. – Vol. 13, No. 6 – P. 719-729. – DOI 10.1016/S0952-1976(00)00027-0.
13. Badeckij, A. P. Train traffic control based on reinforcement learning methods / A. P. Badeckij, T. A. Filatova // Bulletin of transport of the Volga region. – 2015. – No. 1(49). – P. 47-54. – EDN TQMDIL.
14. Sidorenko, V. G. Application of genetic algorithms at solution of tasks for transportation process planning of city rail transport system / V. G. Sidorenko, A. I. Safronov // Transport automation. – 2023. – No. 1(9). – P. 49-62. – DOI 10.20295/2412-9186-2023-9-01-49-62. – EDN UFD PJG.
15. Wang, M. Genetic algorithm-based particle swarm optimization approach to reschedule high-speed railway timetables: a case study in China / M. Wang, L. Wang, X. Xu, Y. Qin, L. Qin // Journal of advanced transportation. – 2019. – Vol. 2019. – DOI 10.1155/2019/6090742.
16. Powell, W. B. Locomotive Planning at Norfolk Southern: An Optimizing Simulator Using Approximate Dynamic Programming / W. B. Powell, B. Bouzaïene-Ayari, C. Lawrence [et al] // Informs journal on applied analytics. – 2014. – Vol. 44, No. 6 – P. 567-578. – DOI 10.1287/inte.2014.0741.
17. Omta, W. A. Combining Supervised and Unsupervised Machine Learning Methods for Phenotypic Functional Genomics Screening / W. A. Omta, R. G. van Heesbeen, I. Shen [et al] // SLAS Discovery. – 2020. – Vol. 25, No. 6. – P. 655-664. – DOI 10.1177/2472555220919345.

# Сравнительный анализ одно- и двухмассовой моделей автомобиля на основе автоколебательной системы двигателя внутреннего сгорания

**Маков Петр Владимирович**

к.т.н., доцент, Государственный университет «Дубна», филиал «Протвино», avtomak1@yandex.ru

Цель исследования – сравнение результатов по определению сил инерции и реактивного момента возникающих в двигателе внутреннего сгорания с учётом и без учёта непостоянства угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя и при использовании одно- и двухмассовой моделей автомобиля. Задача исследования – рассмотрение двигателя внутреннего сгорания как автоколебательной системы. В качестве методов исследования используются методы математического моделирования. Достигнутые результаты заключаются в определении целесообразности расчёта параметров автоколебаний с использованием двухмассовой модели вместо одномассовой

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, автоколебания, модуляция, одномассовая модель, двухмассовая модель

При расчёте сил инерции и реактивного момента возникающих при работе двигателя внутреннего сгорания (ДВС), угловую скорость вращения коленчатого вала двигателя на установившемся режиме работы нередко принимают постоянной. Но, как известно из теории ДВС, угловая скорость вращения коленчатого вала двигателя, даже при установившемся режиме работы, не остаётся постоянной величиной, а изменяется периодически, что определяется зависимостью  $\omega = \omega(t)$  [1]. Данная особенность объясняется как кинематическими свойствами кривошипно-шатунного механизма (КШМ), так и тем, что воспламенение рабочей смеси осуществляется в цилиндрах не одновременно, а последовательно, плюс каждое воспламенение происходит только на одном такте из четырёх (в данной статье речь идёт о четырёхтактных ДВС) [4]. В результате появляется неравномерность крутящего момента на коленчатом валу двигателя, и эта неравномерность передаётся в трансмиссию автомобиля и, в конечном счёте, на ведущее колесо. В итоге возникают крутильные колебания, которые увеличивают неравномерность вращения коленчатого вала двигателя [5]. Также надо иметь в виду, что и коленчатый вал и трансмиссия являются упругими, что вносит свой вклад в формирование колебаний.

Таким образом, двигатель и трансмиссию необходимо рассматривать в виде автоколебательной системы, а для её расчёта использовать различные модели [2].

В дальнейшем, совокупность двигателя и трансмиссии будем называть двигательно-трансмиссионной установкой (ДТУ).

Сравнительные анализы результатов расчёта сил инерции и реактивного момента проводятся по двум критериям. Анализ по первому критерию проводится с учётом и без учёта непостоянства угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя, по второму - на предмет использования того или иного вида схемы ДТУ.

Для проведения сравнительного анализа в качестве примера был взят четырёхтактный четырёхцилиндровый двигатель. В расчёте используется значение частоты вращения коленчатого вала  $\omega_0$  равное  $456,6 \text{ с}^{-1}$ .

Одномассовая модель ДТУ представлена на рис.1. В ней автомобиль рассматривается как материальная точка. На рисунке обозначены:  $J_a$  – момент инерции массы автомобиля приведённый к маховой массе ДВС ( $10,75 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ),  $M_T$  – момент на коленчатом валу (Нм),  $M_H$  – суммарный момент сопротивлений (Нм),  $r$  – радиус колеса ( $0,295 \text{ м}$ ). Эта

модель самая простая, а основной недостаток состоит в том, что модель не учитывает упругие связи, которые существуют в реальной ДТУ.

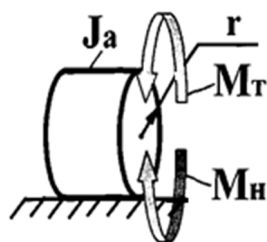


Рис.1. ДТУ автомобиля в виде одномассовой модели

После проведения расчётов выполняется построение зависимостей силы инерции и реактивного момента от времени по соответствующим критериям.

По критерию постоянства и непостоянства угловой скорости зависимости силы инерции от времени приведены на рис.2, 3 соответственно, а реактивного момента – на рис.4, 5 соответственно.

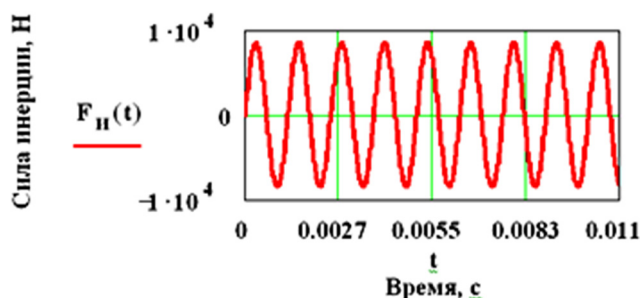


Рис.2. Сила инерции по критерию постоянства угловой скорости

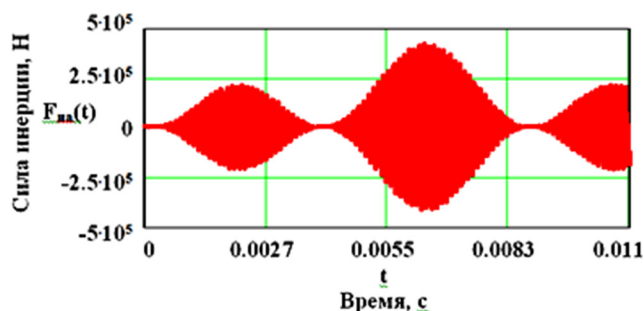


Рис.3. Сила инерции по критерию непостоянства угловой скорости

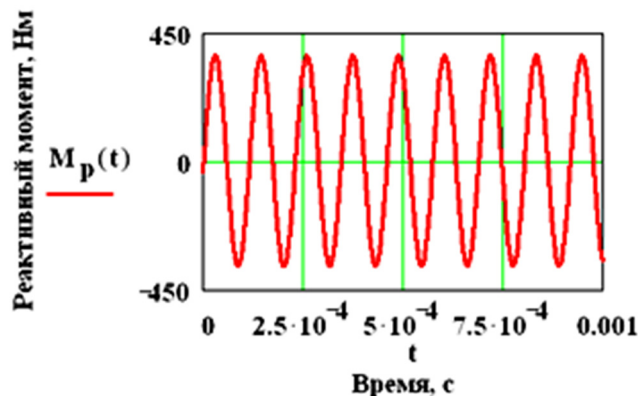


Рис.4. Реактивный момент по критерию постоянства угловой скорости

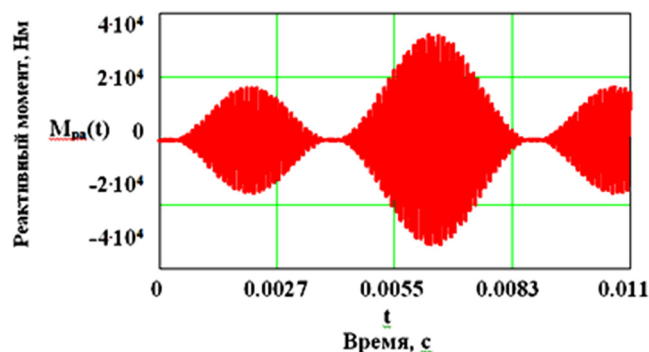


Рис.5. Реактивный момент по критерию непостоянства угловой скорости

Так как одномассовая модель ДТУ (рис.1) не учитывает упругие связи существующие в реальной ДТУ [3], необходимо рассматривать другие модели.

Одной из таких моделей является двухмассовая модель ДТУ, схема которой приведена на рис.6. Модель содержит упругую связь – муфту в виде сцепления. На рисунке обозначены:  $J_d$  - момент инерции маховых масс ДВС ( $0,25 \text{ кгм}^2$ ),  $M_c$  - крутящий момент в сцеплении (Нм),  $C_c$  - крутильная жёсткость сцепления ( $\text{кгм}^2/\text{с}^2$ ),  $b_c$  - коэффициент неупругого сопротивления ( $120 \text{ кгм}^2/\text{с}$ ).

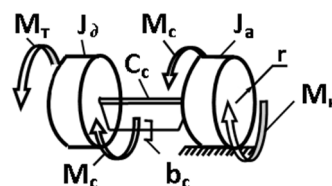


Рис.6. Двухмассовая модель ДТУ автомобиля

Зависимости сил инерции и реактивного момента от времени по критерию постоянства угловой скорости при использовании двухмассовой схемы ДТУ будут такими же, как и при использовании одномассовой схемы ДТУ (рис. 2, 4).

По критерию непостоянства угловой скорости зависимости силы инерции и реактивного момента от времени приведены на рис.7, 8 соответственно.

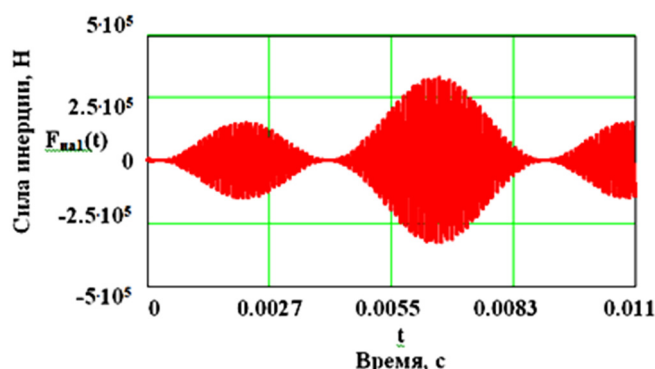


Рис.7. Сила инерции по критерию непостоянства угловой скорости

Результаты проведённых расчётов подтверждают, что для изучения процессов происходящих в ДТУ, необходимо ДТУ рассматривать как колебательную систему, а различные модели ДТУ использовать для определения параметров этой системы.

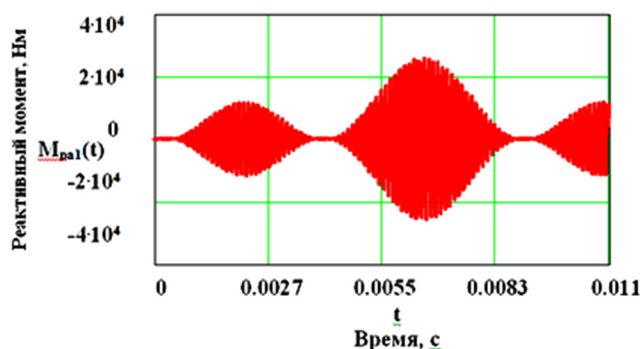


Рис.8. Реактивный момент по критерию непостоянства угловой скорости

Из анализа зависимостей (рис.2-8) следует, что расчёт сил инерции и реактивного момента по критерию непостоянства угловой скорости вращения коленчатого вала приводит к тому, что зависимости сил инерции и реактивного момента от времени носят модулированный характер.

Из анализа зависимостей (рис.3, 5, 7, 8) следует, что значения сил инерции и реактивного момента при использовании двухмассовой модели (рис.7, 8) меньше, чем при использовании одномассовой модели (рис.3, 5).

Главное состоит в том, что к процессу передачи энергии от ДВС к колесу необходимо использовать системный подход, состоящий в использовании такой модели ДТУ, где происходит учёт всех элементов входящих в состав ДТУ на пути от ДВС к колесу. Примером служат модель в собственных координатах [2] и модель в собственных координатах с распределёнными параметрами.

### Литература

1. Автомобильный справочник. Перевод с англ. Первое русское издание. – М.: Издательство «За рулём», 2000. – 456 с., ил.
2. Блинов Е. И. Основы динамической теории автомобиля: Учеб. для вузов. – М.: МГУПИ, 2007. 210 с.
3. Блинов Е.И. Тяговая динамика. Двигательно-трансмиссионная установка // Грузовик. – 2015. – №6. – С. 7-13.
4. Попык К.Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей. М., «Высшая школа», 1970, 327 с.
5. Тольский В.Е., Корчемный Л.В., Латышев Г.В., Минкин Л.М. Колебания силового агрегата автомобиля. М., «Машиностроение», 1976, 266 с., с ил.

### Comparative analysis of one- and two-mass models a car based on an auto-oscillating system internal combustion engine

Makov P.V.

Dubna State University, Protvino Branch

The purpose of the study is to compare the results of determining the forces of inertia and reactive torque arising in an internal combustion engine with and without taking into account the variability of the angular velocity of rotation of the engine crankshaft and when using one- and two-mass models of the car. The objective of the study is to consider the internal combustion engine as an auto-oscillatory system. Methods of mathematical modeling are used as research methods. The achieved results consist in determining the feasibility of calculating the parameters of self-oscillations using a two-mass model instead of a one-mass one

Keywords: internal combustion engines, self - oscillation, modulation, single-mass model, two-mass model

### References

1. Automobile directory. Translation from English. First Russian edition. - M.: Publishing house "Behind the wheel", 2000. - 456 p., ill.
2. Blinov E. I. Fundamentals of the dynamic theory of the car: Proc. for universities. – M.: MGUPI, 2007. 210 p.
3. Blinov E.I. Traction dynamics. Engine-transmission unit // Truck. - 2015. - No. 6. - P. 7-13.
4. Popyk K.G. Dynamics of automobile and tractor engines. M., Higher School, 1970, 327 p.
5. Tolsky V.E., Korchemny L.V., Latyshev G.V., Minkin L.M. Vibrations of the power unit of the car. M., "Engineering", 1976, 266 p., with ill.

# Применение технологии наземного лазерного сканирования при решении задач организации транспортного коридора в Арктической зоне

**Ярошутин Дмитрий Андреевич**

ассистент, кафедра Автомобильных дорог, мостов и тоннелей, ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)", yaroshutin.spbgasu@gmail.com

В статье рассмотрены особенности применения технологии наземного лазерного сканирования при решении задач обследования сооружений в составе транспортного коридора (мосты, теплотрассы, водопропускные трубы, коллекторы, автомобильные дороги), расположенных на территории Арктической зоны Российской Федерации.

Сложные условия доступа к конструкциям, требующие применения подмостей или использования канатного метода страховки (методов промышленного альпинизма) значительно повышают трудоёмкость и снижают безопасность труда при выполнении простых задач. В то же время, в условиях транспортной удалённости и короткого «окна» для производства работ в летнее время, характерного для сооружений, расположенных на территории Арктической зоны важной составляющей качественного выполнения обследовательских работ, является сокращение количества задействованного персонала и времени производства полевых работ. Существующие компактные модели наземных лазерных сканеров имеют компактные габариты и в то же время позволяют с требуемым уровнем качества выполнять сбор данных в отсутствии непосредственного доступа оператора к измеряемым объектам.

**Ключевые слова:** лазерное сканирование, Арктическая зона, транспортный коридор, наземные лазерные сканеры

## Введение

Технология трехмерного лазерного сканирования получила широкое распространение как инструмент сбора данных для построения BIM моделей и часто рассматривается с точки зрения построения сложных и протяжённых высокоточных трехмерных моделей при решении задач архитектурно-строительного проектирования, сохранения и восстановления архитектурного наследия, строительного контроля, мониторинга конструкций и т.д. В настоящее время, значительное удешевление и доступность технологии позволяют рассуждать о возможности (и необходимости) массового её применения при выполнении работ по обследованию искусственных сооружений, в том числе – мостовых сооружений, для которых характерны удалённое расположение, отсутствие доступа для прямого измерения из-за высоты или наличия водотока. При разработке нормативных документов, регулирующих цели и задачи, а также рекомендаций по лазерному сканированию в составе работ по обследованию сооружений на транспорте, полезным является опыт, полученный ранее на реальных объектах и в реальных условиях.

В статье приведены 3 примера успешного использования технологии наземного лазерного сканирования при решении задач обследования транспортных сооружений.

## Используемое оборудование и методы

### 1. Измерительное оборудование

В качестве основного средства сбора данных используется компактный наземный лазерный сканер Leica BLK 360 G1, дополнительно оснащённый планшетным компьютером для управления процессом сбора данных, предварительного просмотра результатов и предварительной сшивки модели. Установка прибора на поверхности земли или моста, как правило, выполняется с использованием штатного (компактного) или стандартного геодезического штатива, оборудованного трегером (в отдельных случаях удобным является использование элевационного штатива). Для производства работ в русловых пролётах возможно использование специальных штанг или кронштейнов, позволяющих зафиксировать прибор на опоре моста или под пролётным строением в положениях «вверх ногами» или «на боку». Управление работой сканера может осуществляться дистанционно (с планшета), что значительно упрощает работу в труднодоступных местах.

Данная модель сканера с полем обзора 360° (по вертикали – 300°) позволяет выполнять съёмку на

расстояниях до 60 метров с черновым, стандартным или высоким качеством, а также выполнять панорамную обычную, HDR и тепловизионную съемку. Помимо сведений о пространственном положении точек фиксируются значения отражающей способности (альbedo), а также цвета и температуры точек.

Время сканирования для одной станции (в зависимости от использования режима HDR съемки) составляет: в черновом режиме – от 40 до 190 секунд, в стандартном режиме – от 110 до 260 секунд, в режиме высокого качества – от 220 до 370 секунд.

## 2. Программное обеспечение

Для обработки результатов наземного лазерного сканирования использовано программное обеспечение Leica Cyclone 360, для обработки результатов сканирования и построения чертежей – Autodesk Civil 3D и Autodesk AutoCAD. Построение и анализ расчётных моделей сооружений выполнялись с использованием SOFiSTiK, последующее загрузление поверхностей влияния проектными и сверхнормативными нагрузками – в программе BridgeInfluenceAreas (автор – А. Уткин, АО «Трансмост»). Автоматизированная обработка массивов данных отметок, полученных по результатам лазерного сканирования, с последующим построением сводных таблиц и отчётов выполнялись с использованием Visual Basic.

## 3. Точность измерений

Параметры точности используемого компактного сканера Leica BLK 360 G1 в сравнении с требованиями Российских норм ОДМ 218.2.044-2014 к точности проводимых измерений, а также в сравнении с параметрами точности полноразмерного сканера Faro Focus S150 приведены в таблице. Из сравнения показателей видно, что при заявленной производителем точности сканер Leica Blk 360 G1 успешно может быть использован при обследовании мостовых сооружений с пролётами до 40м, при этом для металлических пролётных строений требуются дополнительные измерения провисания / строительного подъема балок, например с использованием тахеометра или оптического нивелира.

Таблица 1

Сопоставление точности сканера Leica BLK 360 с требованиями Российских норм ОДМ 218.2.044-2014 (приложение А)

| Измеряемый параметр                                                                                | Требуемая точность, м | Точность сканера, м / расстояние, м |                                               | Рекомендуемые пролёты (не более), м |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
|                                                                                                    |                       | Leica BLK 360 G1                    | FARO Focus S150                               | Leica BLK 360                       | FARO Focus S150 |
| Размеры элементов основных конструкций, высотные отметки, подмостовой габарит (для железных дорог) | 0,01                  | 0,006/10<br>0,008/20                | 0,002/10<br>0,0035/25<br>0,005/40<br>0,010/90 | <40                                 | <180            |
| Профиль земной поверхности, элементы подходов насыпей, размеры массивных                           | 0,10                  |                                     |                                               | <60 (по опытным данным)             | <300            |

|                                                           |       |  |  |     |      |
|-----------------------------------------------------------|-------|--|--|-----|------|
| частей опор, подмостовой габарит (для прочих препятствий) |       |  |  |     |      |
| Величина строительного подъема / провисания (железобетон) | 0,10  |  |  | <40 | <300 |
| Величина строительного подъема / провисания (металл)      | 0,005 |  |  | -   | <80  |

## Обследование транспортного коридора для перевозки тяжеловесного негабаритного груза.

### 1. Маршрут транспортировки

Для выбора маршрута и определения возможности провоза тяжеловесного негабаритного груза по автомобильной дороге, расположенной в Арктической зоне РФ было произведено обследование участков улично-дорожной сети общей протяжённостью более 100км, на которых выявлены: 55 точек пересечения электрических сетей и сетей связи, 14 точек пересечения газовых и тепловых сетей, 14 мостовых сооружений а также 4 подземных коллектора.

Альтернативный железнодорожный маршрут был исключён из рассмотрения ввиду наличия на пути следования груза моста с ограничением высоты и ширины габарита (пролётные строения в виде металлических ферм с ездой понизу).

Несмотря на наличие в непосредственной близости от рассматриваемого варианта автодорожного транспортного коридора железнодорожной линии, вариант транспортировки груза железнодорожным транспортом, содержащий значительно меньшее количество точек пересечения, не рассматривался, из-за наличия на пути движения моста с пролётными строениями в виде сквозных ферм с ездой понизу.

Сложность решаемой задачи была обусловлена суровыми условиями работы, а также необходимостью выполнения обследования в сжатые сроки (менее 2-х недель), обусловленной коротким временным окном для производства необходимых строительно-монтажных работ.

Рекогносцировочные работы выполнялись в феврале-марте 2021 года. Из-за экстремально-низких температур (-45... -47°C) в ходе рекогносцировки выполнялась фотофиксация сооружений, привязка положения каждого сооружения в виде геокоординат с занесением в геоинформационную систему, а также измерение основных геометрических параметров для доступных элементов. Основные работы по сканированию выполнены с наступлением относительно теплого периода (с устойчивыми положительными дневными температурами) в апреле-мае 2021 года.

Производство строительно-монтажных работ по отдельным сооружениям было начато одновременно с работами по сканированию, полный объем



проектных и строительно-монтажных работ был завершен к моменту транспортировки груза в ноябре-декабре 2021 года.

## 2. Обследование пересечений воздушных линий

Для каждого пересечения пути следования груза с воздушными линиями (связь, электрические сети с напряжением от 0,4кВ до 110кВ) требовалось определить отметки и величину провисания кабеля, а также отметки пересекаемой проезжей части (рис. 1).

Ввиду компактного расположения пересечений в большинстве случаев выполнялось по 1-2 установки лазерного сканера, при сканировании использовался стандартный режим съемки без фотофиксации, что позволило сократить время выполнения полевых работ до 10-15 минут на каждое из пересечений, при обеспечении достаточной детализации геометрии кабелей.

В большинстве случаев сканированием удавалось определять расположение кабеля и точек его подвеса с каждой из сторон. Для отдельных сооружений (ЛЭП 110кВ) с большими пролётами кабеля дополнительно выполнялась тахеометрическая съемка.

Таблица 2

Перечень рекомендуемых мероприятий по переустройству электрических сетей по результатам обследования

| Класс напряжения | Количество | Переустройство | Демонтаж | Временное отключение | Мероприятия не требуются |
|------------------|------------|----------------|----------|----------------------|--------------------------|
| 110кВ            | 15         | 1              | -        | -                    | 14                       |
| 0,4-10кВ         | 36         | 19             | 4        | 1                    | 12                       |
| Сети связи       | 4          | 1              | 1        | -                    | 2                        |
| <b>ИТОГО:</b>    | <b>55</b>  | <b>21</b>      | <b>5</b> | <b>1</b>             | <b>28</b>                |



Рис. 1. Пересекаемое препятствие – высоковольтная линия электропередач

По результатам выполненных полевых работ при камеральной обработке выполнялась сборка облаков точек (рис. 2) на основе данных о расположении характерных элементов конструкций или заранее заложенных геодезических марок с последующим выделением отдельных фрагментов для каждого из сооружений.

На основе полученных высотных отметок произведено определение высоты габаритов приближения каждого из пересечений (с учётом температуры) с выдачей рекомендаций (табл. 2) по проведению

технических мероприятий (строительно-монтажные работы, демонтаж или временное отключение на период проезда).

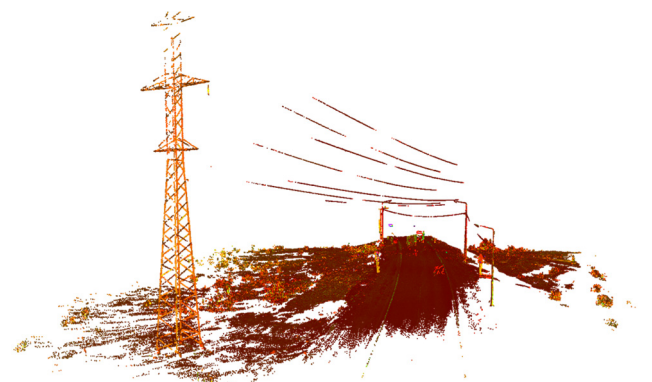


Рис. 2. Облако точек, полученное при сканировании пересечений линий электропередач

## 3. Обследование эстакад для пропуска тепловых сетей и газопроводов

Из-за расположения маршрута в зоне вечномёрзлых грунтов прокладка тепловых сетей и газопроводов выполнена в надземном исполнении (рис. 3). Целью обследования было как определение габарита приближения конструкций эстакад с оценкой возможности проезда под ними негабаритного груза, так и оценка объемов необходимых строительно-монтажных работ в случаях, требующих переустройства пересечений.



Рис. 3. Пересекаемая эстакада теплосети

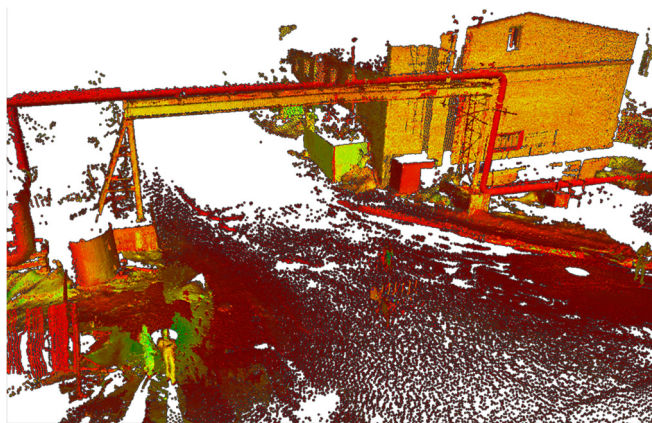


Рис. 4. Облако точек, полученное при сканировании пересечения эстакады теплосети



Сканирование пересечений выполнялось в стандартном качестве с использованием 1-2 установок лазерного сканера (рис. 4). В отдельных случаях для определения объемов работ выполнялось дополнительное сканирование узлов конструкций и необходимые обмерные работы (замер сечений металлических элементов).

Таблица 3

Мероприятия по изменению габарита пересечений тепловых сетей

| Тип препятствия | Мероприятия    |          |                                              |
|-----------------|----------------|----------|----------------------------------------------|
|                 | Переустройство | Демонтаж | Иное                                         |
| Эстакады        | 9              | 3        | 2 (1 – объезд; 1 – понижение уровня проезда) |

По построенным облакам точек строились разрезы, располагаемые в плоскости пересекаемого препятствия с построением по разрезам обмерных чертежей для определения объемов строительно-монтажных работ и определением отметок основных конструкций и пересекаемой проезжей части, а также продольные разрезы по створам проезда для оценки возможности проезда груза и учёта влияния продольного профиля автомобильной дороги на возможность проезда крупногабаритного автопоезда.

В зависимости от результатов сопоставления высоты автопоезда с величиной вертикального габарита был сформирован перечень необходимых технических мероприятий (табл. 3), в том числе для одного из сооружений был предложен вариант строительства нового объезда).

#### 4. Обследование мостов и путепроводов

Значительный вес и габариты перевозимого груза требовал не только решения задач обеспечения габарита проезда, но и точного определения показателей грузоподъемности мостовых сооружений на пути следования.

Окончательный вариант маршрута включал прохождение 13 из 14-ти мостовых сооружений, среди которых были представлены следующие типы конструкций пролётных строений: пролётные строения из типовых железобетонных ребристых балок длиной от 12,00 до 24,00м; типовые и индивидуально запроектированные сталежелезобетонные пролётные строения длиной от 22,70 до 42,00м.

Ввиду особенностей расположения и сложностью с организацией доступа к значительной части основных несущих конструкций (отсутствие мостовых подъемников, проездов под мостами, невозможность установки лестниц, высокая трудоёмкость использования канатного метода работ) сбор основных данных по расположению и сечениям железобетонных элементов осуществлялся методом наземного лазерного сканирования (рис. 5).

В среднем, для каждого из пролётов обследованных мостов выполнялось от 4 до 8 установок сканера под мостом и по 1-2 установки на проезжей части (рис. 6). В отдельных случаях для объединения сканов верхней и нижней части выполнялись допол-

нительные установки, позволяющие захватить крупные характерные особенности окружающей местности и отказаться от расстановки специальных марок.



Рис. 5. Железобетонный мост с типовым пролётным строением длиной 24,00м.

В случае обследования сталежелезобетонных пролётных строений важным являлось точно определить схему размещения и толщины листов нижнего и верхнего поясов стальных балок (рис. 7), конфигурацию железобетонной плиты проезжей части и схему продольных и поперечных связей для корректной идентификации типового проекта.

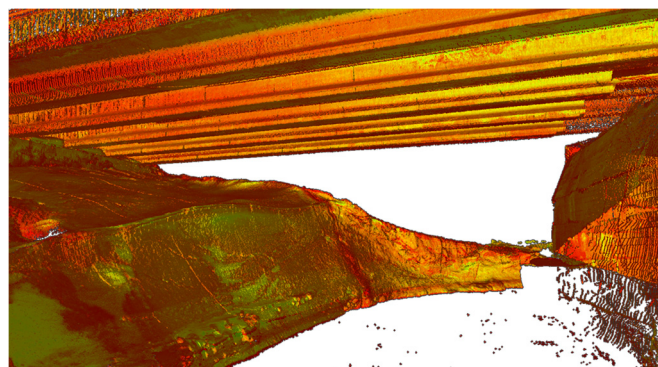


Рис. 6. Облако точек для типового железобетонного пролётного строения моста

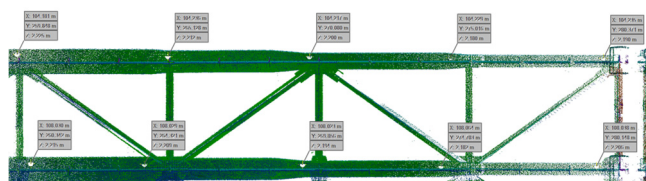


Рис. 7. Определение строительного подъёма и схемы расположения листов нижнего пояса для сталежелезобетонного пролётного строения

Как правило, при пролётах до 42,00м уже при использовании 2 установок прибора (приблизительно в 0,2 и 0,4 величины пролёта) удавалось получить достаточное количество сведений о ширине и длине листов нижнего и верхнего поясов сталежелезобетонных пролётных строений. При этом даже в случае, когда ошибка определения координат точек сканирования превышала требуемые показатели точности измерения для металлических конструкций, наличие значительного количества измерений

позволяло с высоким уровнем достоверности определять принадлежность конструкции к типовому проекту и назначать места для детального инструментального обследования с использованием классических методов.

Для железобетонных пролётных строений, состоящих, как правило, из однотипных элементов, для идентификации типового проекта и построения схемы сооружения часто достаточным оказывалось использование 1 установки прибора на пролёт (для ребристых конструкций желательными являются всё же как минимум 2 установки). С минимальным количеством установок прибора удавалось выявить незаметные особенности расположения балок в плане, отклонения балок от вертикали, провисания, смещения опорных узлов и т.д.

Выявлены, также, следующие, критические с точки зрения возможности пропуска крупногабаритного и тяжеловесного транспорта, особенности отдельных мостовых сооружений на маршруте, такие как: избыточная толщина дорожной одежды, наличие ненормативных углов перелома продольного профиля из-за оползневой деформации устоя с одновременным наличием силовых трещин в плите проезжей части и нарушением поперечного объединения главных балок.

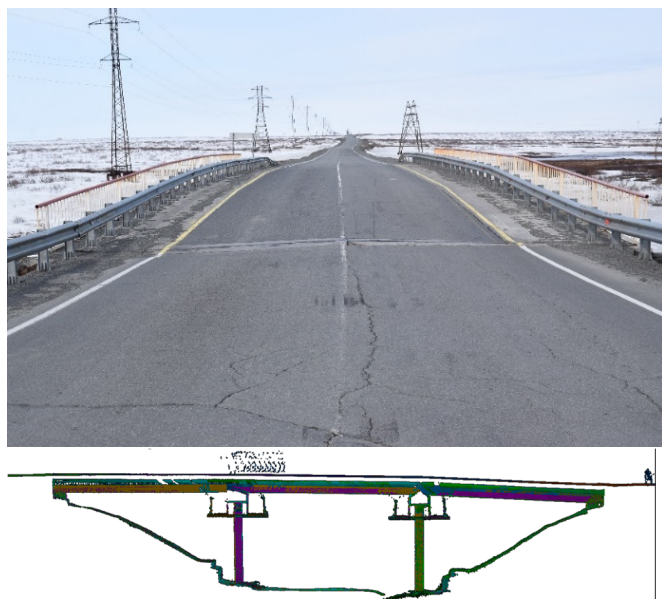


Рис. 8. Просадка покрытия на величину до 1,00м из-за оползневой деформации устоя и её изображение на срезе облака точек

По результатам выполненного сканирования выполнены чертежи и построены расчётные конечно-элементные модели железобетонных и сталежелезобетонных пролётных строений, с последующим определением грузоподъёмности пролётных строений и опор мостов и путепроводов с учётом фактического технического состояния их элементов.

По результатам произведённых расчётов пролётных строений и опор мостовых сооружений даны разработаны рекомендации по пропуску тяжеловесного крупногабаритного груза, включающие: выбор оптимальной траектории движения автопоезда в пределах моста, для отдельных сооружений удлинение модульного прицепа до 24-26 осей с целью

распределения общей и снижения осевой нагрузки, выполнение работ по фрезеровке избыточных слоёв асфальтобетонного покрытия.

#### 5. Практические результаты

На основании выданных рекомендаций в короткие (менее 10 месяцев) сроки были организованы и выполнены работы по обследованию маршрута перевозки, разработке проектных решений на переустройство пересечений, необходимые строительство-монтажные работы. В зимне-весенний период 2021-2022 года была осуществлена успешная транспортировка 15 единиц тяжеловесного крупногабаритного промышленного оборудования, при этом максимальный вес автопоезда достигал 307 тонн.

Использование технологии наземного лазерного сканирования в дополнение к классическим методам работ при обследовании транспортных пересечений позволило существенно сократить сроки выполнения работ и повысить достоверность результатов, что особенно важно ввиду удалённого расположения маршрута. Полученный экономический эффект от применения технологии оказался сопоставимым со стоимостью приобретения лазерного сканера низшей ценовой категории.

#### **Выводы и заключения**

На основании опыта, основанного на обследовании более 300 искусственных сооружений (малых, средних и больших мостов) на автомобильных дорогах можно сделать вывод об успешном применении компактного лазерного сканера типа Leica BLK 360 G1 в качестве основного или вспомогательного оборудования при проведении измерений.

При сравнительно невысокой точности указанной модели сканера (в сравнении с моделями высшего уровня) в качестве его основного преимущества следует выделить малые габариты и незначительный вес, а также простой пользовательский интерфейс и доступную стоимость, а следовательно – возможность дооснащения полевых бригад.

Во всех перечисленных случаях применение лазерного сканирования позволило существенным образом сократить затраты времени специалистов как на проведение полевых измерений, так и на последующую обработку полученных результатов. При этом в большинстве случаев избыточное количество полученной информации позволяло, помимо решения основных задач дополнительно контролировать и уточнять результаты обычных измерений, повышая качество отчётных данных.

Несмотря на то, что действующие сегодня отраслевые нормы не предусматривают накопления трехмерных облаков точек эксплуатируемых и вновь построенных мостовых сооружений очевидно, что в перспективе наличие таких данных, пока даже в виде разрозненных фрагментов, позволит существенно повысить наглядность и качество данных, используемых при оценке технического состояния и облегчить работу по разработке проектной документации ремонта или реконструкции мостовых сооружений.

## Литература

1. Козлов О.В. Применение лазерного сканирования при строительстве и ремонте автомобильных дорог и инженерных сооружений. Молодой исследователь: вызовы и перспективы. – 2022. - №15(257) – С. 223-230.
2. Скворцов А.В. BIM для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №1(2). С. 8-11.
3. Байгулов А.Н., Романескул М.А. Метод проектирования ремонтов автомобильных дорог на основе мобильного лазерного сканирования // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(2). С. 29-32.
4. Широкова Т.А., Середович В.А., Комиссаров А.В., Комиссаров Д.В. Наземное лазерное сканирование: монография. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 261с.
5. Atasoy G., Tang P., Zhang J., Akinci B. Visualizing laser scanner data for bridge inspection. 2012 Proceedings of 27th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2010). Bratislava, Slovakia, 2010 – p.p.390-399.
6. Tysiac P., Miskiewicz M., Bruski D. Bridge Non-Destructive Measurements Using a Laser Scanning during Acceptance Testing: Case Study. Materials 2022, 15(23), 8533.

## Application of ground-based laser scanning technology in solving the problems of organizing a transport corridor in the Arctic zone

Yaroshutin D.A.

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)

The article discusses the features of the use of ground-based laser scanning technology in solving the problems of surveying structures as part of a transport corridor (bridges, overpasses, culverts, collectors, roads) located on the territory of the Arctic zone of the Russian Federation.

Difficult conditions for access to structures that require the use of scaffolds or the use of a rope method of insurance (methods of industrial mountaineering) significantly increase labor intensity and reduce labor safety when performing simple tasks. At the same time, in the conditions of transport remoteness and a short "window" for work in the summer, typical for structures located in the Arctic zone, an important component of the high-quality performance of survey work is to reduce the number of personnel involved and the time of field work. The existing compact models of terrestrial laser scanners have compact dimensions and at the same time allow data collection with the required quality level in the absence of direct operator access to the measured objects.

Keywords: laser scanning, Arctic zone, transport corridor, ground-based laser scanners

## References

1. Kozlov O.V. The use of laser scanning in the construction and repair of roads and engineering structures. Young Researcher: Challenges and Prospects. - 2022. - No. 15 (257) - S. 223-230.
2. Skvortsov A.V. BIM for the road industry: something new or are we already doing this? // CAD and GIS of highways. 2014. No. 1(2). pp. 8-11.
3. Baigulov A.N., Romaneskul M.A. A method for designing road repairs based on mobile laser scanning // CAD and GIS of highways. 2013. No. 1(2). pp. 29-32.
4. Shirokova T.A., Seredovich V.A., Komissarov A.V., Komissarov D.V. Terrestrial laser scanning: monograph. - Novosibirsk: SGGA, 2009. - 261p.
5. Atasoy G., Tang P., Zhang J., Akinci B. Visualizing laser scanner data for bridge inspection. 2012 Proceedings of 27th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2010). Bratislava, Slovakia, 2010 - p.p.390-399.
6. Tysiac P., Miskiewicz M., Bruski D. Bridge Non-Destructive Measurements Using a Laser Scanning during Acceptance Testing: Case Study. Materials 2022, 15(23), 8533.

# Особенности противодействия недобросовестной практике продаж финансовых инструментов (подмене продукта)

**Рыжов Валентин Владимирович**

магистрант кафедры экономики инновационного развития, Факультет государственного управления, Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, RyzhovVV@spa.msu.ru

Статья посвящена актуальным методам противодействия недобросовестным практикам продаж финансовых продуктов и услуг со стороны государственных регуляторов по отношению к участникам отечественного финансового рынка. В статье проанализирована специфика данных о нарушениях, поступающих в Банк России, на основе жалоб от участников финансового рынка. Проанализированы основные направления и методы политики Банка России в отношении противодействия недобросовестным практикам продаж финансовых услуг и продуктов. На основании анализа тематики жалоб, поступающих в банк России от потребителей финансовых услуг и участников финансового рынка определены основные рекомендации, направленные на совершенствование механизмов противодействия продажи недобросовестных финансовых услуг и продукт, что в свою очередь сможет способствовать развитию инвестиционной среды Российской Федерации и снижению уровня недоверия к отечественному фондовому рынку у рядовых инвесторов в целом.

**Ключевые слова:** мисселинг, Банк России, финансовая культура, инвестиции, финансовый рынок, инвестиционная среда, сложные финансовые продукты, финансовая политика, меры государственного регулирования.

Одним из видов деятельности Банка России, согласно Федеральному закону «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)» от 10.07.2002 № 86-ФЗ является развитие финансового рынка [1]. Важным фактором, тормозящим данный процесс, снижающим комфортность инвестиционной среды и доверие к ней, являются недобросовестные практики со стороны участников рынка. В новых условиях функционирования финансовых институтов многие инвесторы изменили свое отношение к вложению собственных средств в негативную сторону, недобросовестные практики представляют существенную угрозу для развития инвестиционной среды ввиду и без того снизившего уровня доверия к инвестициям в фондовый рынок у граждан. Еще большее распространение недобросовестных практик продаж со стороны участников финансового рынка может нанести значительный удар по доверию к инвестициям у частных лиц, принудив их искать другие формы вложения собственных средств, а в худшем случае - использовать «серые» схемы для покупки иностранных финансовых инструментов [5].

Под недобросовестной практикой, в данном случае, понимается продажа финансовой услуги клиенту с умышленным искажением данных о продукте для получения выгоды профессиональным участником финансового рынка. Недобросовестные практики, согласно разъяснению Банка России, подразделяют на 5 основных видов, к которым можно отнести [2]:

- подмену продукта (misselling) - продажа одного финансового продукта под видом другого. Например, инвестиционных облигаций (доход, по которым зависит от поведения базового актива) под видом вклада, только более выгодного;
- непрозрачное ценообразование (mispricing) - введение в заблуждение относительно размера комиссий или справедливой стоимости: от сложных тарифов, в которых скрыта переплата, до случаев, когда клиент платит за дешевую услугу по цене дорогой;
- связанную продажу (tied selling) - ее классическим проявлением стало навязывание страховки при выдаче кредита, хотя банк в любом случае должен предложить вариант на сопоставимых по сроку и сумме условиях без страхования;
- недобросовестное информирование (misinforming) - например, обещание гарантированного дохода по продуктам, не являющимся вкладом с фиксированным процентом;



– продажу неподходящих продуктов (unsuitable selling) – отказ от учета знаний, склонности к риску, возраста и других особенностей человека.

По статистике Банка России, острой остается проблема мисселинга - недобросовестной продажи финансовых продуктов и услуг, поэтому с февраля 2019 года регулятор выделил ее в отдельную категорию жалоб и распределил по двум критериям: по типу поднадзорной организации и по тематикам. Всего за январь-декабрь 2021 года было зафиксировано 185,2 тыс. жалоб от потребителей финансовых услуг. Лидирующую позицию занимают жалобы в отношении кредитных организаций (44,5%), а остальные 55,5% жалоб фиксируются в отношении профессиональных участников рынка ценных бумаг, управляющих компаний инвестиционных фондов, паевых инвестиционных фондов (ПИФ) и негосударственных пенсионных фондов, а также микрофинансовых организаций (МФО) [6].

Благодаря подобному подходу удается отследить наиболее часто встречающиеся категории жалоб. Так, 44,5% жалоб приходится на реализацию инвестиционного страхования жизни, 13,7% - на продажу векселя, 11,4% - на реализацию продуктов/услуг доверительного управляющего, 11,8% - на реализацию продуктов и услуг брокеров, 11,1% - на продажи прочих страховых продуктов и услуг. Встречаются жалобы на реализацию кредитных продуктов НФО, инвестиционных паев ПИФ и т.д., как показано на рисунке 1 [6].



Рис.1 Группировка тематики жалоб [6]

Тематика жалоб разнообразна. Если проанализировать жалобы, поступившие в Банк России за 2022 год, можно увидеть, что большая часть жалоб связана с продуктами инвестиционного страхования жизни – 48%. Также жалобы встречаются в сфере продуктов по доверительному управлению, в реализации услуг доверительного управляющего и накопительном страховании жизни.

Анализ представленных статистических данных доказывает, что недобросовестные практики продаж глубоко укоренились среди рынка финансовых услуг и негативно влияют на всю финансовую систему страны. Отсутствие надлежащей квалификации у розничного инвестора и низкий уровень его финансовой грамотности приводят к тому, что последний не замечает применения в отношении него недобросовестной практики продажи, осознавая,

что его обманули лишь через некоторое время. Эксперты отмечают, что недобросовестные практики проблематично определить без надлежащего уровня подготовки, что в свою очередь, затрудняет выработку методов по противодействию им [3].

Применение недобросовестных практик на финансовом рынке противоправно и преступно, как отмечает Банк России. Вместе с тем, регулятор не исключает определенных ситуаций, при которых определенные виды недобросовестных практик не будут подлежать юридической ответственности [4]. Отсюда возникает противоречие, которое связано с методами определения и признания определенных видов действий недобросовестными практиками продажи финансовых услуг.

В связи с постоянным изменением и обновлением видов и форм недобросовестных практик продаж финансовых услуг появляется необходимость разделения их по подгруппам для более эффективного принятия управленческих решений по противодействию им и работе по предотвращению таких практик. Жертвой противоправных действий становится не только непрофессиональные инвесторы, но и профессиональные участники рынка, в связи с чем необходима работа по повышению бдительности потребителей за счет постоянного повышения их уровня финансовой грамотности.

Затруднения при выявлении недобросовестных практик проявляются в их рассредоточении во времени и пространстве. Если одни случаи недобросовестной продажи финансовых продуктов выявляются в момент предложения данного продукта, то другие выявляются либо через время при наступлении момента, когда ситуация уже необратима и клиент получил определенный финансовый ущерб от предоставления ему данной услуги. Развитие интернет-банкинга также дает простор для распространения данных практик за счет нетривиальных способов и охвата количества пользователей.

По своей природе российский финансовый рынок сегментарен. Ввиду данной особенности специфика недобросовестных практик разделится на применимые в отдельных сегментах рынка и совершаемые на всем рынке финансовых услуг. Разделить по специфике факты недобросовестных практик можно по критериям (см. Таблица 1).

Органы государственной власти активно противодействуют развитию недобросовестных практик, используя следующие способы противодействия [5]:

- выявление и устранение недостатков нормативного правового регулирования деятельности участников финансового рынка;
- устранение проблемы недостоверности и необъективности информации, используемой для принятия решений, недостаточного информационного обмена;
- повышение уровня финансовой грамотности потребителей финансовых услуг;
- содействие деятельности правоохранительных органов по предупреждению, расследованию, пресечению преступлений на финансовом рынке;

- совершенствование инструментов выявления в ходе надзорной деятельности практик,
- связанных с продажами финансовых продуктов и услуг потребителям.

Таблица 1

Классификация недобросовестных практик на рынке финансовых услуг [7]

| Квалификационный признак                      | Вид недобросовестной практики                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| По видам ответственности                      | подлежащие юридической ответственности (уголовной, административной, гражданско-правовой, дисциплинарной)<br>не подлежащие юридической ответственности |
| По статусу субъекта недобросовестной практики | совершаемые сотрудниками финансовых организаций<br>совершаемые физическими лицами (потребителями)<br>совершаемые третьими лицами                       |
| По объекту нанесения вреда                    | наносящие вред физическому лицу<br>наносящие вред финансовым организациям<br>наносящие вред государству                                                |
| По способу реализации                         | посредством личного контакта<br>с использованием технических средств, сети Интернет                                                                    |
| По масштабности распространения               | распространенные<br>нераспространенные                                                                                                                 |
| По сроку выявления                            | выявляемые в момент совершения недобросовестной практики<br>выявляемые после реализации недобросовестной практики                                      |
| По уровню скрытности                          | открытые<br>латентные                                                                                                                                  |
| По размеру причиненного ущерба                | не причиняющие ущерб<br>причиняющие незначительный ущерб<br>причиняющие средний ущерб<br>причиняющие крупный ущерб<br>причиняющие особо крупный ущерб  |

В 2022 году в Банк России на рассмотрение поступило 368,1 тыс. жалоб от потребителей финансовых услуг и инвесторов, что на 18,4% больше, чем за 2021 год. Основной фактор роста – введение санкций в отношении Российской Федерации. На жалобы, связанные с введением санкций, пришлось 12,5% от общего количества, большинство из них поступило в отношении кредитных организаций и субъектов рынка ценных бумаг и товарного рынка. Подобные практики наносят существенный ущерб инвестиционной среде Российской Федерации.

В свою очередь, Банк России в период за январь – декабрь 2022 года в отношении участников финансового рынка принял следующие меры [6]:

- в отношении кредитных организаций было выдано 4 предписания об устранении/недопущении нарушений, составлено 130 протоколов об административном правонарушении, выдано 333 рекомендации/ надзорных письма, направленных поднадзорным организациям;
- в отношении профучастников, субъектов коллективных инвестиций выдано 199 предписаний об устранении/ недопущении нарушений, составлено 1108 протоколов об административном правонарушении: выдано 926 рекомендаций / надзорных писем, направленных поднадзорным организациям.

Представленные данные свидетельствуют, что рынок финансовых услуг подвержен существенному

влиянию недобросовестных практик. С точки зрения развития инвестиционной среды, такие практики наносят существенный ущерб доверию инвесторов к отечественному финансовому рынку, замедляя инвестиционные процессы и привлечение большего объема средств в экономику.

Одним из методов минимизации недобросовестных может стать совершенствование взаимодействия между клиентами и участниками финансового рынка – повышение доверия между рядовым инвестором и брокером, повышения уровня осведомленности инвестора о финансовых продуктах и услугах. Все это может повысить доверие к отечественному фондовому рынку со стороны неквалифицированных инвесторов и направить их средства в отечественную экономику.

Целесообразно предложить ряд мер, которые смогут стабилизировать отечественный финансовый рынок и обезопасить частных инвесторов [5]:

- принятие мер по стимулированию частных инвесторов к повышению собственного уровня финансовой культуры и осведомленности о свойствах и рисках предлагаемых на рынке финансовых продуктов и услуг;
- запрет на маржинальную торговлю ценными бумагами недружественных государств;
- ограничение, а не исключение возможности покупки ценных бумаг эмитентов из недружественных стран для неквалифицированных инвесторов;
- дополнительное предупреждение для частных инвесторов о рисках, связанных с покупкой определенных финансовых услуг и продуктов.

Предложенные меры требуют осторожного и постепенного внедрения для адаптации частных инвесторов, а также работы по их информированию. Сегодня, для успешного продолжения перехода в новые условия, необходимо дать возможность диверсифицировать свои портфели, а рынку приспособиться к замещению иностранных бумаг на отечественные, сопровождая данные процессы введением налоговых послаблений для частных лиц, что в свою очередь поспособствует снижению числа недобросовестных практик.

Стоит признать, что розничные инвесторы, несмотря на своевременные действия регулятора, находится в непростом положении и далеко не каждый из представленных методов может обеспечить защиту их интересов. Также необходима работа по повышению финансовой грамотности и повышению доверия к отечественному финансовому рынку. Вместе с тем, самые острые проблемы находятся под контролем регулятора, что, безусловно, может повлечь за собой необходимый результат.

## Литература

1. Федеральный закон от 10.07.2002 N 86-ФЗ "О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)" (действующая редакция). Консультант плюс. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_37570/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37570/)
2. Виды недобросовестного поведения участников финансового рынка. [Электронный ресурс]. URL:

[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_37570/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37570/) (дата обращения: 16.01.23).

3. Итоги реализации первого этапа проекта «Мониторинг кредитных организаций» // Ассоциация развития финансовой грамотности. [Электронный ресурс]. URL:

<https://fincubator.ru/company/docs/research/> (дата обращения: 21.02.22).

4. Концепция по совершенствованию защиты розничных инвесторов // Банк России. [Электронный ресурс]. URL:

[https://cbr.ru/StaticHtml/File/41186/20220720\\_concept.pdf](https://cbr.ru/StaticHtml/File/41186/20220720_concept.pdf) (дата обращения: 16.01.23).

5. Концепция противодействия недобросовестным действиям на финансовом рынке // Банк России. [Электронный ресурс]. URL:

[https://cbr.ru/Content/Document/File/48603/concept\\_countering\\_unfair\\_actions.pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/48603/concept_countering_unfair_actions.pdf)

6. НАУФОР раскритиковала жесткую "розничную" концепцию ЦБ - Интерфакс, 2 августа 2022 // НАУФОР. [Электронный ресурс]. URL: <https://naufor.ru/tree.asp?n=24190> (дата обращения: 16.01.23).

7. Отчет о работе с обращениями январь-декабрь 2022 года 2023 Служба по защите прав потребителей и обеспечению доступности финансовых услуг // Банк России. [Электронный ресурс]. URL: [https://cbr.ru/Collection/Collection/File/43709/2022\\_4.pdf](https://cbr.ru/Collection/Collection/File/43709/2022_4.pdf) (дата обращения: 21.02.22).

7. Некрасова Татьяна Николаевна Анализ влияния недобросовестных практик на рынок финансовых услуг // Известия СПбГЭУ. 2020. №1 (121). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-nedobrosovestnyh-praktik-na-rynok-finansovyh-uslug> (дата обращения: 01.05.2023).

8. Решение Совета директоров Банка России об установлении режима счетов типа «С» для проведения расчетов и осуществления (исполнения) сделок (операций), на которые распространяется порядок исполнения обязательств, предусмотренный Указом Президента Российской Федерации от 5 марта 2022 года № 95 «О временном порядке исполнения обязательств перед некоторыми иностранными кредиторами» // Банк России. [Электронный ресурс]. URL: [https://cbr.ru/about\\_br/dir/rsd\\_2022-11-21\\_31-4-1/](https://cbr.ru/about_br/dir/rsd_2022-11-21_31-4-1/) (дата обращения: 18.01.23).

#### **Peculiarities of counteraction to unfair sales practices of financial instruments (product substitution)**

**Ryzhov V.V.**

Lomonosov Moscow State University

The article is devoted to current methods of counteracting unfair practices of sales of financial products and services by state regulators in relation to domestic financial market participants. The article analyzes the specifics of data on violations received by the Bank of Russia on the basis of complaints from financial market participants. The main directions and methods of the policy of the Bank of Russia in relation to counteracting unfair twigs of sales of financial services and products are analyzed. On the basis of the analysis of the topics of complaints received by the Bank of Russia from consumers of financial services and financial market participants the main recommendations aimed at improving the mechanisms to counteract the sale of unscrupulous financial services and products are defined, which in turn will be able to contribute to the development of the investment environment of the Russian Federation and reduce the level of distrust of ordinary investors to the domestic stock market as a whole.

**Keywords:** misselling, Bank of Russia, financial culture, investments, financial market, investment environment, complex financial products, financial policy, state regulation measures.

#### **References**

1. Federal Law of 10.07.2002 N 86-FZ "On the Central Bank of the Russian Federation (Bank of Russia)" (current edition). Consultant plus. [Electronic resource]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_37570/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37570/)
2. Types of dishonest behavior of financial market participants. [Electronic resource]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_37570/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37570/) (date of reference: 16.01.23).
- Results of implementation of the first phase of the project "Monitoring of credit institutions" // Association for Development of Financial Literacy. [Electronic resource]. URL: <https://fincubator.ru/company/docs/research/> (date of reference: 21.02.22).
4. Concept to improve the protection of retail investors // Bank of Russia. [Electronic resource]. URL: [https://cbr.ru/StaticHtml/File/41186/20220720\\_concept.pdf](https://cbr.ru/StaticHtml/File/41186/20220720_concept.pdf) (date of reference: 16.01.23).
5. Concept of Counteraction to Unfair Actions on the Financial Market // Bank of Russia. [Electronic resource]. URL: [https://cbr.ru/Content/Document/File/48603/concept\\_countering\\_unfair\\_actions.pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/48603/concept_countering_unfair_actions.pdf).
5. NAUFOR criticized the Central Bank's tough "retail" concept - Interfax, August 2, 2022 // NAUFOR. [Electronic resource]. URL: <https://naufor.ru/tree.asp?n=24190> (date of reference: 16.01.23).
6. Report on the work with appeals January-December 2022 2023 Service for the protection of consumer rights and accessibility of financial services // Bank of Russia. [Electronic resource]. URL: [https://cbr.ru/Collection/Collection/File/43709/2022\\_4.pdf](https://cbr.ru/Collection/Collection/File/43709/2022_4.pdf) (date of reference: 21.02.22).
7. Nekrasova Tatiana Nikolaevna Analysis of the influence of unfair practices on the market of financial services // Izvestia SPbSEU. 2020. №1 (121). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-nedobrosovestnyh-praktik-na-rynok-finansovyh-uslug> (date of reference: 01.05.2023).
8. Decision of the Board of Directors of the Bank of Russia on the establishment of the "C" type accounts regime for settlements and the execution (performance) of transactions (operations), which are subject to the procedure of fulfillment of obligations stipulated by Presidential Decree No. 95 of March 5, 2022 "On Temporary Order of Obligations to Certain Foreign Creditors" // Bank of Russia. [Electronic resource]. URL: [https://cbr.ru/about\\_br/dir/rsd\\_2022-11-21\\_31-4-1/](https://cbr.ru/about_br/dir/rsd_2022-11-21_31-4-1/) (date of reference: 18.01.23).

# Анализ и оценка пожарной опасности объекта хранения нефтепродуктов

**Вагапова Аделина Маратовна**

магистрант, Уфимский университет науки и технологий,  
adelina\_vagapova98@mail.ru

**Аксенов Сергей Геннадьевич**

д-р экон. наук, профессор, Уфимский университет науки и технологий

**Синагатуллин Фанус Канзелханович**

преподаватель, Уфимский университет науки и технологий

В данной статье рассмотрена пожарная опасность объектов хранения нефтепродуктов. Объекты хранения нефтепродуктов относятся к объектам повышенной пожарной опасности. Актуальной проблемой хранения нефтепродуктов является увеличение аварий и катастроф, которые приводят к значительным социальным и материальным ущербам. Анализ аварий на данных объектах показал, что в России произошло немалое количество аварий. Наибольший процент аварий происходит на резервуарных парках нефтебаз. Основными причинами аварий являлись: свищи и трещины сварных соединений в стенках резервуаров и трубопроводов, неплотность запорной аппаратуры, негерметичность разъемных соединений, износ оборудования. Пожары происходят, в основном, на действующих вертикальных стальных резервуарах с хранением бензина. Для резервуарного парка хранения бензина произведен анализ пожарного риска, в качестве расчетных величин определен индивидуальный и потенциальный риск. В качестве расчетных величин определен пожарный риск территории резервуарного парка. Анализ полученных результатов показал, что индивидуальный риск в результате воздействия опасных факторов аварий на территории резервуарного парка не превышает нормативное значение индивидуального пожарного риска для производственных объектов, что говорит об обеспеченности пожарной безопасности рассматриваемого объекта.

**Ключевые слова:** авария, резервуарный парк, нефтепродукты, бензин, пожар, взрыв, огненный шар, эффект домино, пожарный риск, индивидуальный и потенциальный риск.

В настоящее время происходит увеличение объектов хранения нефтепродуктов (в том числе резервуарных парков хранения нефти и нефтепродуктов) в связи со значительным потреблением нефтепродуктов в повседневной жизни. Объекты хранения нефтепродуктов относятся к объектам повышенной пожарной опасности, так как на данных объектах обрабатываются, хранятся и используются пожаро-взрывоопасные вещества (бензин, нефть, дизельное топливо и прочие вещества). Одной из актуальной проблем резервуарных парков является увеличение аварий и катастроф, которые вызваны пожарами и взрывами. Пожары и взрывы приводят к значительным социальным и материальным ущербам [1, 2].

Для оценки аварийности на объектах хранения нефтепродуктов был произведен анализ аварий на основе литературных данных, сводок Ростехнадзора, а также докладов «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

На рисунке 1 представлено распределение количества аварий на резервуарных парках за период 2017-2021 г. [3, 4].

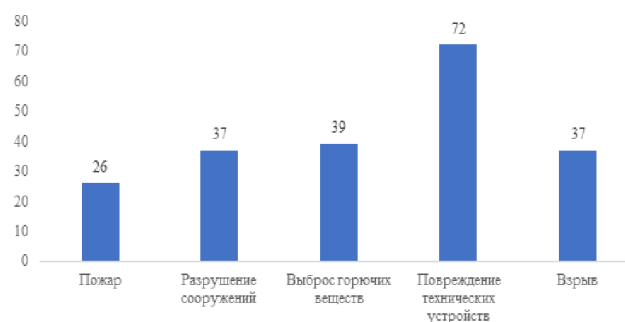
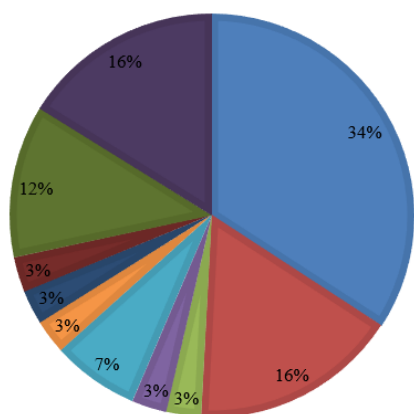


Рисунок 1 – Распределение аварий на резервуарных парках за последние 5 лет

Анализ показал, что за период исследования в РФ произошло немалое количество случаев аварийных ситуаций с пожарами и взрывами на объектах хранения нефтепродуктов, которые привели к человеческим жертвам, а также к крупному материальному и экологическим ущербам.

Распределение пожаров по месту возникновения за последние 5 лет приведены на рисунке 2 [3-6].





- резервуарные парки нефтебаз
- резервуарные парки нефтеперерабатывающих заводов
- резервуары для хранения нефтепродуктов, расположенные на территории промышленных предприятий
- трубопроводы, расположенные на территории нефтебаз
- автоцистерны для перевозки нефтепродуктов
- железнодорожные цистерны для перевозки нефтепродуктов
- сливо-наливные эстакады
- склады ГСМ
- автозаправочные станции

Рисунок 2 – Распределение пожаров по месту возникновения

Из рисунка 2 видно, что наибольший процент аварий происходит на резервуарных парках нефтебаз.

На наземных резервуарах с хранением нефтепродуктов происходит 94 % пожаров и аварий из общего их числа. По характеру хранимых нефтепродуктов эти пожары распределяются следующим образом: 54 % – на резервуарах с бензином; 32 % – на резервуарах с сырой нефтью; 14 % – на резервуарах с другими видами нефтепродуктов (мазут, керосин, дизельное топливо, масло и др.). Пожары происходят, в основном, на действующих резервуарах типа РВС (резервуар вертикальный стальной) [3, 4, 7].

Причинами утечек из технологического оборудования нефтебаз чаще всего являлись: свищи и трещины сварных соединений в стенках резервуаров и трубопроводов, возникающие в результате коррозии; неплотность запорной аппаратуры (особенно сливных магистралей); негерметичность разъемных соединений; износ рабочих органов вентиля и задвижек технологической обвязки, уплотнений насосов, валов привода магистральных задвижек [8].

Причинами же аварийных выбросов нефтепродуктов обычно являются повреждения резервуаров и другого технологического оборудования при эксплуатации, создание сверхдопустимых избыточных давлений или вакуума внутри резервуаров, увеличение напряжений в металлоизделиях из-за неравномерной осадки или усиления вибрации корпуса резервуара, коррозия металла в результате хранения нефтепродуктов с повышенным содержанием серы и других агрессивных сред, отстойной воды [8].

В связи с тем, что наибольшее количество пожаров возникает на резервуарах хранения бензина цель исследования являлся анализ пожарной опасности резервуарного парка хранения бензина.

В качестве объекта исследования был выбран резервуарный парк хранения бензина, состоящий из 6 вертикальных резервуаров объемом 2000 м<sup>3</sup> каждый, расположение резервуаров приведено на рисунке 4.

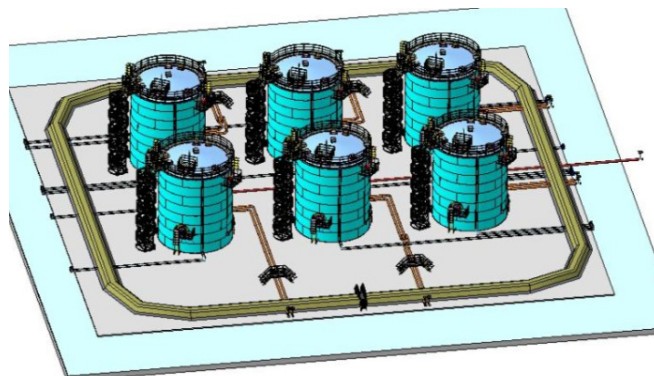


Рисунок 4 – Схема расположения резервуаров [9]

Анализ пожарного риска производился согласно методике [10].

В качестве расчетных величин пожарного риска определялся индивидуальный и потенциальный риск территории резервуарного парка.

Анализ условий развития аварийных ситуаций производился на основе анализа «дерева событий» [10-12].

В таблице 1 приведены исходные данные для расчета пожарного риска.

Таблица 1  
Исходные данные

| Параметр                             | Величина              |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Объем                                | 2000 м <sup>3</sup>   |
| Степень заполнения                   | 90 %                  |
| Плотность бензина [13]               | 760 кг/м <sup>3</sup> |
| Площадь обвалования                  | 5456 м <sup>2</sup>   |
| Низшая рабочая теплота сгорания [13] | 44000 кДж/кг          |
| Молярная масса бензина [13]          | 95,3 кг/кмоль         |
| Расчетная температура                | 22 °С                 |

Масса жидкости, поступившей в окружающую среду, определялась по формуле (ПЗ.23) методики [10].

Распределение опасного вещества представлено в таблице 2.

Таблица 2  
Распределение опасного вещества

| Наименование объекта | Объем жидкости, поступившей в окружающую среду, м <sup>3</sup> | Масса опасного вещества, т | Площадь пролития, м <sup>2</sup> |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Резервуар с бензином | 1800                                                           | 1368                       | 5456*                            |

Примечание:  
\* Площадь пролития равна площади обвалования.

Расчет вероятности возникновения аварий выполнен с использованием методики [10] и анализа «дерева событий», который используется для анализа условий развития аварийных ситуаций [11, 12].

На рисунке 5 представлено «Дерево событий».



Рисунок 5 – Дерево событий при разгерметизации резервуара с бензином

В таблице 3 представлены вероятности реализации наиболее опасных сценариев.

Таблица 3  
Результаты вероятности реализации аварий при разгерметизации резервуара

| Наименование сценария                                                      | Вероятность          |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Пожар-пролива                                                              | $3,6 \cdot 10^{-8}$  |
| Огненный шар с «эффектом домино»                                           | $3,0 \cdot 10^{-11}$ |
| Огненный шар без «эффекта домино»                                          | $2,7 \cdot 10^{-10}$ |
| Взрыв                                                                      | $1,8 \cdot 10^{-8}$  |
| Частота разгерметизации принята согласно [10] резервуара $3 \cdot 10^{-7}$ |                      |

В таблице 4 представлены зоны, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР).

Таблица 4  
Зоны НКПР

| Параметр                                                  | Величина          |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|
| $R_{НКПР}, м$                                             | 522,79<br>657,15* |
| $Z_{НКПР}, м$                                             | 17,43<br>21,90*   |
| Примечание:<br>* расчетные значения при «эффекте домино». |                   |

Условная вероятность поражения человека при реализации рассматриваемых сценариев определялась на расстояние 30 м от резервуара.

Интенсивность теплового излучения при пожар проливе и «огненном шаре» определялась согласно формуле (ПЗ.52) методики [10].

Расчет максимального избыточного давления определялся по формулам (ПЗ.42, ПЗ.43) методики [10].

В таблице 5 представлены результаты поражающих факторов при рассматриваемых сценариях и вероятности поражения человека.

Анализ полученных результатов показывает, что индивидуальный риск в результате воздействия опасных факторов аварий на территории резервуарного парка не превышает нормативное значение индивидуального пожарного риска для производственных объектов [14]. Следовательно, можно сделать вывод о том, что пожарная безопасность исследуемого объекта считается обеспеченной.

При реализации рассматриваемых аварий существует вероятность повреждений и разрушения

соседних зданий и поражения производственного персонала, находящихся вблизи от места аварии.

Для обеспечения пожарной безопасности и предотвращения возникновения аварий на исследуемом объекте, необходимо поддерживать в готовности силы и средства к их локализации и ликвидации, своевременно обучать персонала способам защиты и действиям в чрезвычайных ситуациях, поддерживать в постоянной готовности к применению технических средств по локализации и ликвидации последствий аварий, а также обеспечивать нормальное функционирование систем предупредительной сигнализации, оповещения о пожаре, пожаротушении, систем предохранительных блокировок, систем оповещения о чрезвычайных ситуациях.

Таблица 5  
Результаты расчеты

| Параметр                                                                                         | Величина              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Пожар пролива</b>                                                                             |                       |
| Интенсивность теплового излучения, кВт/м <sup>2</sup>                                            | 27,82                 |
| Пробит функция                                                                                   | 12,63                 |
| Условная вероятность поражения человека                                                          | 1                     |
| Вероятность присутствия человека в радиусе 30 м от резервуара                                    | 0,05                  |
| Вероятность согласно «дереву событий»                                                            | $3,6 \cdot 10^{-8}$   |
| Потенциальный риск, год <sup>-1</sup>                                                            | $3,6 \cdot 10^{-8}$   |
| Индивидуальный риск, год <sup>-1</sup>                                                           | $1,8 \cdot 10^{-9}$   |
| <b>«Огненный шар» с эффектом «домино»</b>                                                        |                       |
| Интенсивность теплового излучения, кВт/м <sup>2</sup>                                            | 4,71                  |
| Пробит функция                                                                                   | 3,77                  |
| Условная вероятность поражения человека                                                          | 0,11                  |
| Вероятность присутствия человека в радиусе 30 м от резервуара                                    | 0,05                  |
| Вероятность согласно «дереву событий»                                                            | $3,0 \cdot 10^{-11}$  |
| Потенциальный риск, год <sup>-1</sup>                                                            | $3,3 \cdot 10^{-12}$  |
| Индивидуальный риск, год <sup>-1</sup>                                                           | $1,65 \cdot 10^{-13}$ |
| <b>«Огненный шар» без эффекта «домино»</b>                                                       |                       |
| Интенсивность теплового излучения, кВт/м <sup>2</sup>                                            | 4,98                  |
| Пробит функция                                                                                   | 3,43                  |
| Условная вероятность поражения человека                                                          | 0,09                  |
| Вероятность присутствия человека в радиусе 30 м от резервуара                                    | 0,05                  |
| Вероятность согласно «дереву событий»                                                            | $2,7 \cdot 10^{-10}$  |
| Потенциальный риск, год <sup>-1</sup>                                                            | $2,43 \cdot 10^{-11}$ |
| Индивидуальный риск, год <sup>-1</sup>                                                           | $1,22 \cdot 10^{-12}$ |
| <b>Взрыв</b>                                                                                     |                       |
| Избыточное давление, кПа                                                                         | 57,76                 |
| Пробит функция                                                                                   | 7,61                  |
| Условная вероятность поражения человека                                                          | 0,99                  |
| Вероятность присутствия человека в радиусе 30 м от резервуара                                    | 0,05                  |
| Вероятность согласно «дереву событий»                                                            | $1,8 \cdot 10^{-8}$   |
| Потенциальный риск, год <sup>-1</sup>                                                            | $1,78 \cdot 10^{-8}$  |
| Индивидуальный риск, год <sup>-1</sup>                                                           | $8,91 \cdot 10^{-10}$ |
| Общий потенциальный риск, год <sup>-1</sup>                                                      | $5,38 \cdot 10^{-8}$  |
| Общий индивидуальный риск, год <sup>-1</sup>                                                     | $2,69 \cdot 10^{-9}$  |
| Нормативное значение индивидуального риска для производственных объектов, год <sup>-1</sup> [14] | $1 \cdot 10^{-6}$     |

## Литература

1. Гималетдинова А.Р., Аксенов С.Г. Анализ пожарной безопасности в резервуарах для хранения углеводородов // Наука в XXI веке: инновационный потенциал развития. – Уфа, 2022. С.37-41.
2. Аксенов С. Г., Салихов Р. М., Саитава К.А. Анализ пожаров на объектах нефтяной промышленно-

сти на примере Республики Башкортостан // Международный журнал гуманитарных наук. – Новосибирск. 2022. №11-2. С.78-82.

3. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного в 2020 году». М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021. 264 с.

4. Статистика аварий [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/) Дата обращения 15.01.2023.

5. Дупляков Г.С., Горбунов А.С., Елфимова М.В., Надейкин И.В. Анализ и обобщение статистических данных по опасным техногенным явлениям на объектах нефтяной промышленности РФ //Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2019. №3. С7-12.

6. Аксенов С.Г., Вильданов И.А. К вопросу обеспечения пожарной безопасности на нефтяных объектах в Российской Федерации // Современные материалы, техника и технология. – Курск, 2022. С.55-88.

7. Анализ аварий в нефтегазовой отрасли [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/>. Дата обращения 19.01.2023.

8. Самигуллин Г.Х., Кадочникова Е.Н., Тепляков Д.Э. Проблемы обеспечения пожарной безопасности на резервуарах и резервуарных парках// Пожарная безопасность: современные вызовы, проблемы и пути решения. 2020. С.12-15.

9. План резервуаров [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://best.ascon.ru/gallery/19121/> Дата обращения 19.01.2023.

10. Приказ МЧС России от 10.07.2009 №404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (с изменениями на 14 декабря 2010 года) // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/196118/> (дата обращения: 19.01.2023).

11. ГОСТ 54142-2010 «Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Методология построения универсального дерева событий». М.: Стандартинформ, 2012. 39 с.

12. ГОСТ Р МЭК 62502-2014 «Менеджмент риска. Анализ дерева событий». М.: Стандартинформ, 2015. 35 с.

13. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов и средства тушения. Справочник: в 2-х ч.. М.: «Пожнаука», 2004. Ч.1. 713 с.

14. Федеральный закон от 22.07.2008 № ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями на 14 июля 2022 года) // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения: 19.01.2023).

#### Analysis and assessment of fire hazard of petroleum products storage facility

Vagapova A.M., Aksenov S.G., Sinagatullin F.K.

Ufa University of Science and Technology

This article discusses the fire hazard of petroleum products storage facilities. Oil products storage facilities are classified as objects of increased fire danger. An urgent problem of storing petroleum products is an increase in accidents and catastrophes that lead to significant social and material damage. The analysis of accidents at these facilities showed that a considerable number of accidents occurred in Russia. The largest percentage of accidents occurs at tank farms. The main causes of accidents were: fistulas and cracks of welded joints in the walls of tanks and pipelines, leakiness of shut-off equipment, leakiness of detachable joints, wear of equipment. Fires occur mainly on operating vertical steel tanks with gasoline storage. For a gasoline storage tank farm, a fire risk analysis was performed, individual and potential risk were determined as calculated values. The fire risk of the territory of the tank farm is determined as the calculated values. The analysis of the results showed that the individual risk as a result of exposure to hazardous factors of accidents on the territory of the tank farm does not exceed the normative value of the individual fire risk for production facilities, which indicates the fire safety of the object in question.

Keywords: accident, tank farm, petroleum products, gasoline, fire, explosion, fireball, domino effect, fire risk, individual and potential risk.

#### References

1. Gimaletdinova A.R., Aksenov S.G. Analysis of fire safety in hydrocarbon storage tanks // Science in the XXI century: the innovative potential of development. - Ufa, 2022. С.37-41.
2. Aksenov S. G., Salikhov R.M., Saitava K.A. Analysis of fires at oil industry facilities by the example of the Republic of Bashkortostan // International Journal of the Humanities. - Novosibirsk. 2022. №11-2. С.78-82.
3. State report "On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2020". Moscow: Ministry of Emergency Situations of Russia. FGBU VNI GOSCHS (FC), 2021. 264 с.
4. Statistics of accidents [Electronic resource]. Access mode: [https://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/) Date of reference 15.01.2023.
5. Dulyakov G.S., Gorbunov A.S., Elfimova M.V., Nadeikin I.V. Analysis and generalization of statistical data on dangerous man-made phenomena at the facilities of the oil industry in Russia // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2019. №3. С7-12.
6. Aksenov S.G., Vildanov I.A. To the issue of fire safety at oil facilities in the Russian Federation // Modern materials, equipment and technology. - Kursk, 2022. С.55-88.
7. Analysis of accidents in oil and gas industry [Electronic resource]. Access mode: <https://minenergo.gov.ru/>. Date of reference 19.01.2023.
8. Samigullin G.H., Kadochnikova E.N., Teplyakov D.E. Problems of ensuring fire safety in tanks and tank farms // Fire safety: contemporary challenges, problems and solutions. 2020. С.12-15.
9. Tank plan [Electronic resource]. Access mode: <https://best.ascon.ru/gallery/19121/> Date of reference 19.01.2023.
10. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia of 10.07.2009 № 404 "On approval of the methodology for determining the calculated values of fire risk at production facilities" (as amended on December 14, 2010) // Information and legal support "Garant". URL: <https://base.garant.ru/196118/> (date of reference: 19.01.2023).
11. GOST 54142-2010 "Guidance on the application of organizational security measures and risk assessment. Methodology of constructing a universal event tree". Moscow: Standartinform, 2012. 39 с.
12. GOST R IEC 62502-2014 "Risk management. Event tree analysis". Moscow: Standartinform, 2015. 35 с.
13. Korolchenko A.Ya., Korolchenko D.A. Fire and explosion hazard of substances and materials and extinguishing agents. Handbook: in 2 parts. Moscow: Pojnauka, 2004. P.1. 713 p.
14. Federal Law of 22.07.2008 № FZ-123 "Technical Regulations on requirements of fire safety" (as amended on July 14, 2022) // Information and Legal Software "Guarant". URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (date of reference: 19.01.2023).

# Перспективы применения полимерно-армированных труб в системе подслоного пожаротушения резервуаров

## Валитов Булат Ринатович

магистрант группы МСТ33-21-01 кафедры "Проектирование и строительство объектов нефтяной и газовой промышленности", УГНТУ, Bulat21486@mail.ru

## Сагитов Наиль Джалилевич

бакалавр группы БТП-19-01 кафедры "Технология нефти и газа", УГНТУ, yf.yfs@mail.ru

## Гриднев Юрий Александрович

бакалавр группы БТП-19-01 кафедры "Технология нефти и газа", УГНТУ, yura.gridnev@inbox.ru

Борьба с пожарами в резервуарах с нефтью и нефтепродуктами имеет огромное значение для безопасности производственных и экологических условий. Пожары в таких резервуарах могут привести к серьезным последствиям, таким как загрязнение окружающей среды, потеря жизней и материальных ценностей. В статье рассматриваются перспективы замены стальных труб полимерно-армированными в системе подслоного пожаротушения резервуаров ввиду преимуществ вторых перед первыми (высокая степень инертности к таким агрессивным средам, как нефть, нефтепродукты и пенообразователи). Использование полимерно-армированных труб в подслоном пожаротушении резервуаров увеличит ее надежность и долговечность.

**Ключевые слова:** полимерно-армированные трубы; система подслоного пожаротушения.

В последнее время вопросы пожарной безопасности нашли особое место в повестке дня, как в жилых зданиях и офисах, так и в нефтегазовой промышленности. Борьба с пожарами в резервуарах с нефтью и нефтепродуктами имеет огромное значение для безопасности производственных и экологических условий. Пожары в таких резервуарах могут привести к серьезным последствиям, таким как загрязнение окружающей среды, потеря жизней и материальных ценностей.

Для тушения пожаров в резервуарах используются виды систем автоматической подачи пены в резервуар. Это подача низко- или среднечрезной пены над поверхностью продукта из пеногенераторов, установленных в верхнем поясе резервуара, и подслоная подача низкочрезной пены в основании резервуара.

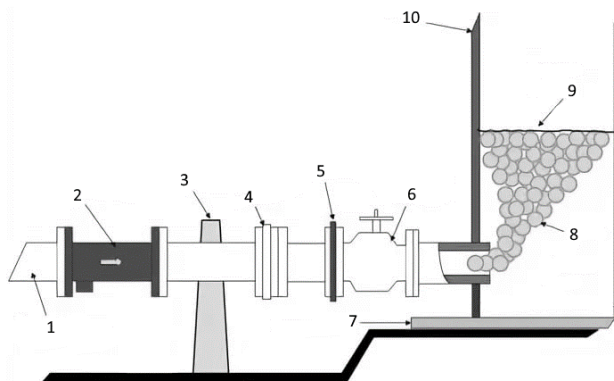
Практика показала, что в большинстве случаев пожар в резервуарах начинается со взрыва смеси паров углеводородов. В этом случае происходит подрыв крыши и выход из строя пеногенераторов для надслоного пожаротушения [1]. Также при низком уровне разлива резервуара уменьшается эффективность надслоного пожаротушения вследствие влияния конвективных потоков на скорость попадания пены на горящую поверхность. В связи с этим наиболее эффективной является система подслоного тушения, которая защищена от разрушения вследствие взрыва [2].

При возникновении пожара и получения сигнала с термочувствительного кабеля по сухотрубу системы подслоного пожаротушения под напором подаются раствор пенообразователя. Поднимаясь вверх, пена растекается по поверхности горячей жидкости, тем самым изолируя зону горения от кислорода. Также пена, улавливая за собой «холодные массы» продукта с нижних слоев, смешивает их с уже нагретыми из-за горения верхними слоями, тем самым охлаждая их (рис. 1).

Для подслоного пожаротушения используются растворы фторсодержащих пенообразователей ввиду их преимуществ перед углеводородными. Во-первых, пена, получаемая из фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей более стойкая к разрушению, а во-вторых менее подвержена насыщению парами углеводородов [3].

Однако, фторсодержащие пенообразователи способны негативно влиять на целостность стальных труб. Фториды, содержащиеся в составе пенообразователей, обладают агрессивными свойствами и могут вызывать коррозию металлических поверхностей. Стальные трубы, которые подверга-

ются действию фторсодержащих пенообразователей, могут страдать от коррозии и образования коррозионных отложений на своей поверхности. Это может привести к снижению прочности и долговечности труб, а также к возможности протечек и небезопасных ситуаций на предприятии.



1 – подача раствора пенообразователя; 2 – пеногенератор высоконапорный; 3 – обвалование резервуара; 4 – клапан обратный; 5 – разрывная предохранительная мембрана; 6 – корневая задвижка; 7 – дно резервуара; 8 – пена; 9 – уровень жидкости; 10 – стенка резервуара  
Рисунок 1 – Схема подслойной пожаротушения резервуара

Чтобы предотвратить негативное воздействие фторсодержащих пенообразователей на стальные трубы, необходимо использовать специальные методы защиты металлических поверхностей, такие как нанесение на поверхность силикатно-эмалевых покрытий, либо полимерного, способного обеспечить устойчивость к воздействию раствора [4].

В качестве альтернативы стальным трубам в системе подслойной пожаротушения могут быть использованы полимерно-армированные трубы (ПАТ), которые обладают высокой кислото- и коррозионной стойкостью, что способно увеличить срок службы системы. Подслойная система пожаротушения будет защищена от негативного воздействия раствора пенообразователя изнутри и хранимых в резервуаре углеводородов снаружи.

ПАТ состоят из полимерного композита (полиэтилена), армированного каркасом из таких материалов как стальная проволока, лента или стекловолокно. Благодаря данной конструкции, полимерно-армированные трубы имеют меньший вес и более удобны при монтаже и транспортировке, по сравнению со стальными трубами того же диаметра [5].

При производстве полимерно-армированных труб оказывается меньшее воздействие на окружающую среду, что в условиях все большего интереса к мировой экологии является весомым аргументом в пользу использования композитных труб. В частности, полимерно-армированные трубы обладают меньшим "углеродным следом" по сравнению со стальными трубами, что делает их более экологически чистыми.

Однако, высокие температуры, возникающие при пожаре, могут повлиять на структуру полиэтилена. При нагреве полимеров они начинают размягчаться и расплавляться, что снижает их механические свойства. Следственно, полимерно-армированная

труба может разрушиться. Это затрудняет внедрение полимерных труб в систему подслойной пожаротушения. Для решения данной проблемы необходимо предусмотреть использование огнестойкой теплоизоляции в местах, где трубы могут быть подвержены действию высоких температур.

Таким образом, замена стальных труб полимерно-армированными в системе подслойной пожаротушения перспективна в том случае, если удастся предусмотреть меры по их защите от влияния высоких температур, способных привести к выходу из строя трубопровода. Использование полимерно-армированных труб в подслойном пожаротушении резервуаров увеличит ее надежность и долговечность.

## Литература

1. Молчанов В.П., Сучков В.П. Варианты развития пожара в хранилищах нефтепродуктов // Пожарное дело. – 1994. – № 11. – С. 40–44.
2. Мамонтов А.С., Голик А.С. Система тушения пожаров в нефтехранилищах подслойной подачей пены // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2013. – № 2. – С. 73–76.
3. Смиловенко О.О., Малашенко С.М., Абрамович А.О. Модель движения огнетушащей пены в слое нефтепродукта // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2023. – № 1. – С. 64–72.
4. РД-13.220.00-КТН-142-15 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Системы пенного пожаротушения и водяного охлаждения. Нормы проектирования. – Введ. 12.03.2015. – М.: ОАО «АК «Транснефть», 2015. 228 с.
5. Валитов Б.Р., Юнусова А.Ф., Исмагилов И.Р. Перспективы применения полимерных армированных труб в нефтяной и газовой промышленности // Экономика строительства. – 2022. № 6. – С. 116–118.

## Prospects for the use of polymer-reinforced pipes in the system of under-layer fire extinguishing of tanks

Valitov B.R., Sagitov N.D., Gridnev Yu.A.  
UGNTU

Fighting fires in tanks with oil and oil products is of great importance for the safety of industrial and environmental conditions. Fires in such tanks can lead to serious consequences, such as environmental pollution, loss of life and property. The article discusses the prospects for replacing steel pipes with polymer-reinforced ones in the system of under-layer fire extinguishing of tanks due to the advantages of the latter over the former (a high degree of inertness to such aggressive environments as oil, oil products and foam concentrates). The use of polymer-reinforced pipes in the under-layer fire extinguishing of tanks will increase its reliability and durability.

Keywords: polymer-reinforced pipes; subsurface fire extinguishing system.

## References

1. Molchanov V.P., Suchkov V.P. Options for the development of a fire in storage facilities for petroleum products. Pozharnoe delo. - 1994. - No. 11. - P. 40–44.
2. Mamontov A.S., Golik A.S. The system of extinguishing fires in oil storage facilities with under-layer foam supply // Bulletin of the scientific center for the safety of work in the coal industry. - 2013. - No. 2. - P. 73–76.
3. Smilovenko O.O., Malashenko S.M., Abramovich A.O. Model of movement of fire-extinguishing foam in a layer of oil product // Bulletin of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus. - 2023. - No. 1. - P. 64–72.
4. RD-13.220.00-КТН-142-15 Main pipeline transportation of oil and oil products. Foam fire extinguishing and water cooling systems. Design standards. - Input. 03/12/2015. - М.: ОАО АК Transneft, 2015. 228 p.
5. Valitov B.R., Yunusova A.F., Ismagilov I.R. Prospects for the use of polymer reinforced pipes in the oil and gas industry // Construction Economics. - 2022. No. 6. - P. 116–118.

# Повышение эффективности работы очистных сооружений канализации МУП г. Хабаровска «Водоканал»

**Волосникова Галина Александровна,**

канд. техн. наук, доц., доцент кафедры экологии, ресурсопользования и безопасности жизнедеятельности, Тихоокеанский государственный университет, 004181@pnu.edu.ru

**Чернобровкина Ольга Евгеньевна,**

магистрант кафедры экологии, ресурсопользования и безопасности жизнедеятельности, Тихоокеанский государственный университет, 2015101951@pnu.edu.ru

Очистные сооружения канализации, запроектированные по классической схеме полной биологической очистки сточных вод, не обеспечивают соблюдения нормативных требований по сбросам в водный объект ряда загрязняющих веществ, в том числе соединений азота и фосфора. Технологические показатели качества очищенных сточных вод также не достигаются. Обеспечить требуемую эффективность очистки возможно путем плановой модернизации очистных сооружений. Выполнен анализ наилучших доступных технологий и оборудования для глубокой очистки городских сточных вод. Выявлены преимущества и недостатки современных технологических схем нитри-денитрификации и дефосфотации. Для выбора оптимального решения по интенсификации процессов удаления соединений азота из сточных вод проведена оценка их нитрификационного и денитрификационного потенциалов. Проектом реконструкции очистных сооружений предлагается внедрение процесса биологической очистки в аэротенках от органических веществ и азота с биологическим удалением фосфора по схеме  $A^2O$  с последующей доочисткой воды на дисковых микрофильтрах. Для обоснования выбора предлагаемой технологической схемы выполнен поверочный расчет объемов зон нитрификации и денитрификации аэротенков с учетом баланса форм азота в составе модернизированной технологической схемы. Прогноз эффективности работы очистных сооружений после модернизации свидетельствует о возможности достижения технологических показателей. Предлагаемая технология позволит реконструировать очистные сооружения без дополнительного увеличения их объемов и с минимальными капитальными затратами.

**Ключевые слова:** городские сточные воды, очистные сооружения канализации, технологическая схема очистки, аэротенк, глубокая биологическая очистка, биогенные элементы, нитрификация, денитрификация, дефосфотация, наилучшие доступные технологии, технологические нормативы, оценка эффективности.

**Введение и постановка проблемы.** Ввиду ужесточения требований к качеству сбрасываемых в поверхностные водоемы сточных вод оптимизация работы городских очистных сооружений канализации становится одним из приоритетных направлений исследования, при этом интенсификация биологической стадии очистки является важнейшим аспектом их проектирования и эксплуатации. В последние десятилетия в области очистки городских сточных вод наметились новые тенденции и подходы, образующие понятие «техника и технологии XXI века», направленные на решение проблем, существование которых ранее не принималось во внимание. Растущая угроза массового развития процессов эвтрофикации водных объектов потребовала снижения биогенной нагрузки по азоту и фосфору, создаваемой сбросами в водные объекты недостаточно очищенных сточных вод.

В традиционных системах биологической очистки, работающих в режиме нитрификации, азот удаляется на 10–30 %, что не позволяет обеспечить требования к нормативам допустимого сброса. Увеличения эффективности очистки по общему азоту до 50–90 % можно добиться путем использования биотехнологии нитри-денитрификации, которая позволяет эффективно удалять органические вещества и соединения азота из бытовых, городских и промышленных сточных вод [1]. Основным направлением модернизации городских очистных сооружений является переход на наилучшие доступные технологии (НДТ), обеспечивающие глубокое удаление из сточных вод соединений азота и фосфора. В качестве основного технического решения по достижению технологических показателей НДТ рассматривается реконструкция аэротенков путем разделения объема сооружений на отдельные зоны для обеспечения процессов нитри-денитрификации и дефосфотации.

Проблема повышения эффективности работы становится все более актуальной для очистных сооружений канализации (ОСК) МУП города Хабаровска «Водоканал». Первый комплекс ОСК был запущен в 1983 г., второй – в 1987 г., общая проектная мощность сооружений составляет 220 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, или 80300 тыс. м<sup>3</sup>/год. Очистка сточных вод осуществляется по классической технологической схеме: механическая (с использованием решеток, песколовков и первичных отстойников), полная биологическая (в аэротенках), отделение сточной воды от активного ила во вторичных отстойниках, обеззараживание воды. В 2016 г. в рамках проекта расширения и реконструкции канализации г. Хабаровска была построена и успешно эксплуатируется станция



УФ-обеззараживания, оборудованная модулями канального типа с УФ-лампами низкого давления НПО ЛИТ. Это позволило предприятию отказаться от опасного производственного объекта – хлораторной со складом хлора.

Сточные воды, прошедшие очистку на городских ОСК, сбрасываются в реку Амур, являющуюся водным объектом рыбохозяйственного водопользования высшей категории, через рассеивающий выпуск № 1 с трубчатыми насадками, обеспечивающими высокую степень разбавления с водой водного объекта. Суммарный расход городских сточных вод составляет 9167 м<sup>3</sup>/ч; количество выпускных отверстий рассеивающего выпуска – 36; расстояние между оголовками выпуска – 7 м; диаметр выпускного отверстия оголовка – 150 мм. Кратность начального разбавления сточных вод с водой водного объекта составляет 12,47, основного разбавления – 4,69, общего разбавления в контрольном створе – 58,89. В табл. 1 представлены расчетные величины допустимых концентраций загрязняющих веществ в очищенных сточных водах (С<sub>ндс</sub>) и фактическое содержание ингредиентов на выходе из очистных сооружений (С<sub>ст</sub>), принятое по данным протоколов результатов анализов, выполненных в испытательной химической лаборатории сточных вод (ИХЛСВ) ОСК МУП г. Хабаровска «Водоканал».

Таблица 1  
Значения фактических и допустимых концентраций загрязняющих веществ в очищенных сточных водах

| Ингредиенты                                    | Концентрация, мг/дм <sup>3</sup> |                                |
|------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
|                                                | фактическая (С <sub>ст</sub> )   | допустимая (С <sub>ндс</sub> ) |
| Взвешенные вещества                            | 20,0                             | 15,0                           |
| БПК <sub>5</sub>                               | 14,0                             | 15,0                           |
| Аммоний-ион (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )    | 5,5                              | 0,5                            |
| Нитрит-анион (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )   | 1,72                             | 0,08                           |
| Нитрат-анион (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )   | 44,8                             | 40,0                           |
| Фенолы                                         | 0,0078                           | 0,0016                         |
| Нефтепродукты                                  | 0,158                            | 0,062                          |
| СПАВ                                           | 0,3                              | 0,1                            |
| Хлорид-анион (Cl <sup>-</sup> )                | 49,6                             | 300                            |
| Фосфаты (по Р)                                 | 7,95                             | 0,2                            |
| Сульфат-анион (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) | 37,4                             | 100                            |
| Железо общее                                   | 0,28                             | 1,7                            |
| Хром (6+)                                      | 0,0069                           | 0,2                            |
| Медь                                           | 0,0101                           | 0,0068                         |
| Цинк                                           | 0,134                            | 0,04                           |
| Свинец                                         | 0,0047                           | 0,006                          |
| Алюминий                                       | 0,158                            | 0,85                           |
| Никель                                         | 0,0039                           | 0,01                           |
| Марганец                                       | 0,275                            | 0,063                          |

Классическая технологическая схема полной биологической очистки сточных вод с нитрификацией в аэротенках наряду с изъятием органических загрязнений позволяет удалить значительную часть тяжелых металлов, обеспечивает окисление специфических техногенных загрязнителей (нефтепродуктов, СПАВ). Частично (в количествах, необходимых для прироста активного ила) происходит удаление (поглощение) соединений азота и фосфора. Эффект очистки по азоту аммонийному достигает 90 %, что является хорошим показателем, но не поз-

воляет обеспечить требования к нормативу допустимого сброса. При окислении аммонийного азота происходит вторичное загрязнение нитратами, а эффективность очистки от фосфатов в среднем составляет лишь 27 %. В целом фиксируется недостаточная эффективность очистки по взвешенным веществам, нитратам и нитритам, азоту аммонийному, фосфатам, фенолам, нефтепродуктам, меди, цинку. Очистные сооружения, запроектированные в соответствии с требованиями к полной биологической очистке сточных вод 80-х гг. XX столетия, не обеспечивают соблюдения нормативных требований по сбросу в водный объект загрязняющих веществ со сточными водами.

Проводимая в Российской Федерации с 2019 г. реформа системы экологического нормирования потребовала перехода канализационных очистных сооружений, на которые поступает свыше 20 тыс. м<sup>3</sup>/сутки сточных вод, на технологические нормативы. Большинство технологических показателей, приведенных в ИТС 10–2019 [2], значительно мягче рыбохозяйственных ПДК и рассчитанных на их основе С<sub>ндс</sub>. Наиболее «жесткие» технологические показатели для сооружений биологической очистки составляют, мг/дм<sup>3</sup>: взвешенные вещества – 10; БПК<sub>5</sub> – 8; азот аммонийный – 1; нитраты – 9; нитриты – 0,1; фосфор фосфатов – 0,7. Для очищенных на ОСК МУП г. Хабаровска «Водоканал» сточных вод технологические показатели также не достигаются. Неспособность рассматриваемой технологии эффективно удалять азот и фосфор однозначно позволяет отнести ее к устаревшим. Для достижения требуемой эффективности очистки сточных вод необходима плановая модернизация существующих очистных сооружений.

**Обзор ранее выполненных исследований.** Выбор оптимальной технологии очистки городских сточных вод представляет сложную инженерную задачу, требующую комплексного решения в зависимости от места размещения очистных сооружений, их пропускной способности и условий эксплуатации, качественного состава исходной воды и многих других факторов. В результате сравнительной оценки эффективности работы ряда канализационных очистных сооружений с глубокой очисткой от биогенных веществ выявлены существенные различия в режиме работы станций, что свидетельствует о необходимости в каждом отдельном случае проведения экспериментального исследования и научного обоснования проектных решений при модернизации сооружений [3]. Переход от традиционной технологии биологической очистки на глубокую с нитри-денитрификацией обеспечивает высокую эффективность удаления соединений азота и фосфора и экономический результат за счет снижения энергозатрат и платы за сброс биогенных элементов в водный объект. Однако ввиду индивидуальности состава сточных вод, активного ила и местных условий на разных очистных станциях не всегда внедрение конкретной технологии глубокой очистки способно дать требуемый эффект по всем показателям.



телям. Поэтому в каждом отдельном случае необходим дифференцированный подход к выбору оптимальной технологии.

Удаление соединений азота из сточных вод биологическим методом является одним из наиболее сложных технологических процессов. При реконструкции сооружений биологической очистки необходимо обеспечить в пределах одного сооружения совокупность различных, но тесно взаимосвязанных друг с другом процессов: окисление органических соединений; нитрификация; денитрификация; биологическое, химическое или комбинированное удаление фосфора [4]. Эти процессы обладают различными (вплоть до диаметрально противоположных) требованиями к условиям проведения, и должны осуществляться с выделением необходимых функциональных зон в аэротенке. Их реализация может потребовать существенно большего времени очистки сточной воды, чем было предусмотрено изначально проектами очистных сооружений [5]. Данные факторы обуславливают необходимость расчета объемов зон нитрификации и денитрификации с учетом баланса форм азота.

Технологические схемы блока биологической очистки от соединений азота и фосфора отличаются большим разнообразием, но в основном реализация биотехнологий нитри-денитрификации (НД) и биологической дефосфотации (БДФ) сводится к созданию в аэротенке трех зон: аэробная, в которой протекают процессы аэробной очистки от органических веществ, нитрификации и дефосфотации; аноксидная, где происходит процесс денитрификации; анаэробная, где идет сбраживание органических веществ до ацетата, потребляемого фосфорными бактериями с выделением в среду фосфатов [6]. В настоящее время известны следующие технологические схемы реализации технологий нитри-денитрификации и биологической дефосфотации:  $A^2/O$  — процесс (anaerobic/anoxic/oxic); пятизонный процесс Барденфо (Bardenpho); Йоханесбургский (или JHB) процесс (Johannesburg process); модифицированный Йоханесбургский процесс (modified JHB); технология Кейптаунского университета или процесс UCT (University of Cape Town); модифицированный UCT процесс (modified UCT); VIP процесс (Virginia Initiative Process). Все технологические схемы очистки сточных вод от биогенных элементов можно условно разделить на две группы. К первой группе относятся схемы с окислительными каналами — аэротенки карусельного типа, Biotenpho-процесс, UNITANK-процесс, циклические схемы. Вторую группу представляют схемы, которые можно осуществить в обычных коридорных аэротенках, именно они и интересны с точки зрения реконструкции. Наиболее универсальными и эффективными из рассмотренных технологий являются процесс Кейптаунского университета и его модифицированная версия [7].

В основу технологии очистки сточных вод, использованной на блоке удаления биогенных элементов Люберецких очистных сооружений г. Москвы, положен UCT-процесс, отличительной осо-

бенностью которого является проведение предварительной денитрификации иловой смеси, подаваемой в анаэробную зону биореактора. Технология UCT эффективна на сточных водах, характерных для российских городов, является устойчивой как по удалению фосфора, так и по нитрификации. Опыт эксплуатации блока показал, что на первом этапе внедрения технологической схемы целесообразно предусматривать биологическое удаление фосфора, а к использованию реагентов лучше переходить на следующем этапе. Популярная в странах Западной Европы технология  $A^2/O$ , в которой возвратный ил поступает непосредственно в анаэробную зону, не подходит для низкоконцентрированных стоков, характерных для многих российских очистных станций, при низком соотношении БПК к азоту и фосфору [8].

Альтернативой существующим технологиям считается использование мембранных биореакторов (МБР), свободных от вышеуказанных недостатков и в последние годы получивших научно-техническое признание и широкое распространение, в том числе при реконструкции действующих сооружений. Мембранная технология позволяет увеличить гидравлическую и биогенную нагрузку на сооружения без увеличения площадей застройки и гарантированно достичь требуемых показателей очистки [9]. Применение МБР позволяет отказаться от вторичных отстойников и фильтров доочистки, в результате чего при реконструкции может быть увеличена производительность сооружений либо сокращена площадь застройки. В зависимости от размещения мембранной установки выделяют два способа реализации технологии: в первом случае установка является частью аэротенка, во втором — модули помещаются в отдельную камеру, которая может находиться в закрытом помещении [10].

Промышленные испытания мембранной технологии в 2015 г. были проведены специалистами Инженерно-технологического центра АО «Мосводоканал» на реконструированных очистных сооружениях производительностью 500 м<sup>3</sup>/сутки в Новой Москве, в поселке Минзаг. За счет повышения концентрации активного ила и исключения двух технологических этапов (отстаивание воды на вторичных отстойниках и прохождение ее через фильтры доочистки) удалось увеличить эффективность очистки [11]. Проведенные специалистами МГУП «Мосводоканал» на Курьяновских очистных сооружениях полупромышленные испытания показали, что применение мембранной технологии позволяет эффективно реализовать процесс биологического удаления азота и фосфора, при этом очищенная вода по всем показателям соответствует требованиям, предъявляемым к качеству воды для технического водоснабжения [10]. В проекте канализационных очистных сооружений пос. Молодежное Курортного района Санкт-Петербурга для разделения активного ила и очищенных сточных вод приняты три блока по 8 модулей мембранной фильтрации производительностью 104 м<sup>3</sup>/сутки каждый [12]. Следует отметить, что отечественный опыт свидетельствует о возможности применении технологии МБР в основном для

очистных станций небольшой производительности. Подтверждена высокая эффективность и экономическая целесообразность применения технологии МБР для очистки производственных сточных вод как на малых, так и на больших очистных сооружениях [13]. Вместе с тем, стоимостные параметры и сложность эксплуатации пока ограничивают ее массовое применение.

Удаление фосфора из сточных вод может осуществляться биологическим, химическим (реактивным) или комбинированным (биолого-химическим) способом [14]. Рекомендуется применять химическое осаждение фосфора в качестве ситуационной меры в случаях, когда биологическое удаление не обеспечивает требуемого качества очищенной воды [5]. Такое решение позволяет существенно снизить себестоимость очистки в сравнении с реактивными методами. Недостаток легкоокисляемого органического вещества в осветленной воде существенно снижает стабильность удаления фосфора. Для решения этой проблемы используют технологию ацидофикации (преферментации) осадка первичных отстойников. Эффективность очистки сточной воды по фосфору при применении ацидофикации возрастает до 93–98 % [15]. На станции биологической очистки г. Кириши получен опыт достижения сверхглубокого удаления фосфора, демонстрирующий эффективность ацидофикации осадка первичных отстойников как метода, обеспечивающего надежную биодефосфотацию [16]. Ключевым фактором для достижения максимальной эффективности и стабильности технологии биологического удаления фосфора является подбор оптимальных технологических параметров [17].

Эколого-экономический эффект при использовании доочистки сточных вод оказывается в среднем в 15 раз ниже, чем при модернизации биологической очистки. Доочистка сточной воды может быть эффективно проведена в дисковых мембранных фильтрах. Опытные-промышленные испытания использования дисковых фильтров показали, что при концентрации взвеси на входе от 20 до 160 мг/л содержание ее в фильтрате не превысило 8 мг/л, что полностью соответствовало поставленной задаче [18]. Однако стоимость дисковых мембранных фильтров весьма высока и лишь немногим ниже мембранных модулей. Это делает их применение недостаточно экономически эффективным при рассмотрении в качестве альтернативы расширению вторичных отстойников. Как справедливо полагает Д. А. Данилович, у большинства аппаратов и технологий есть разумные пределы эффективности работы, к достижению которых и следует стремиться при их использовании [5].

**Материалы и методы.** Теоретической и методической основой работы послужили результаты исследований отечественных авторов по проблеме создания оптимальных технологических схем глубокой очистки городских сточных вод, позволяющих достичь нормативных значений концентраций загрязняющих веществ в очищенной воде, сбрасыва-

емой в водный объект, а также опыт внедрения современных технологий биологической очистки сточных вод на очистных станциях. В работе использованы эксплуатационные данные, характеризующие показатели качества сточных вод на ОСК МУП города Хабаровска «Водоканал». При выполнении работы применены методы: анализа технической документации предприятия, нормативной документации и литературных источников по проблеме исследования; синтеза собранной информации; математической обработки полученных результатов; сравнения исходных и полученных данных и другие.

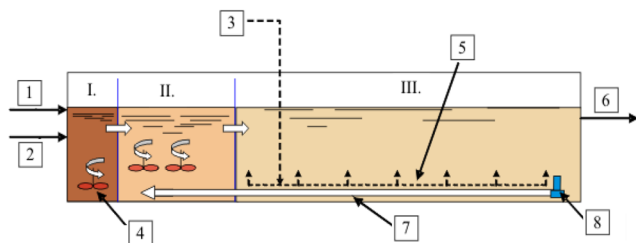
**Целью** исследования явилось инженерно-экологическое обоснование выбора оптимальной технологической схемы процесса глубокой очистки сточных вод на ОСК МУП города Хабаровска «Водоканал» для достижения технологических показателей их качества.

**Полученные результаты и их обсуждение.** Проектом расширения и реконструкции канализации г. Хабаровска (2-я очередь) предусмотрено увеличение мощности ОСК до 320 тыс. м<sup>3</sup> сточных вод в сутки с полной биологической очисткой и утилизацией осадка сточных вод. По блоку биологической очистки запланирована реконструкция аэротенков под технологию биологического удаления биогенных элементов с заменой аэрационной системы. В техническом задании поставлена задача обоснования внедрения достаточно простой и надежной технологии, позволяющей реконструировать существующие очистные сооружения без увеличения их объемов с минимальными капитальными затратами. При этом должно обеспечиваться стабильное качество очищенной воды по азоту и фосфору в реальных условиях эксплуатации.

Проектом реконструкции ОСК предлагается внедрение процесса биологической очистки в аэротенках от органических веществ и азота с биологическим удалением фосфора по схеме A<sup>2</sup>/O. В соответствии с выбранной технологической схемой объем аэротенка разделяется с помощью перегородок на три зоны: анаэробная (дефосфатор); аноксидная (денитрификатор); аэробная (нитрификатор). Предлагаемая схема очистки принципиально отличается от существующей (БН – полная биологическая очистка с нитрификацией) наличием двух технологических зон – анаэробной и аноксидной (рис. 1). Анаэробная зона, также называемая зоной биологического удаления фосфора, конструктивно представляет собой часть прямоугольного аэротенка. В аноксидной зоне происходит окисление органических загрязнений кислородом нитратов, с восстановлением нитратного азота до молекулярного (денитрификация).

Рассматриваемая технологическая схема в числе существующих на сегодняшний день наилучших доступных технологий биологической нитри-денитрификации и биологической дефосфотации (БНДБФ) является наиболее универсальной, простой в управлении, достаточно эффективной и хо-

рошо апробированной, характеризуется низкими капитальными и эксплуатационными затратами, в том числе минимальными затратами электроэнергии на рециркуляцию [2]. За счет окисления основной части органических соединений в ходе процесса денитрификации и наличия только двух рециклов энергозатраты также невысоки.



I – зона дефосфатации; II – зона денитрификации; III – зона нитрификации;  
1 – сточная вода после сооружений механической очистки; 2 – подача возвратного ила из вторичного отстойника; 3 – подача воздуха на аэрацию; 4 – мешалки; 5 – аэраторы; 6 – отвод иловой смеси во вторичные отстойники; 7 – трубопровод циркуляционной иловой смеси; 8 – циркуляционный насос подачи иловой смеси в денитрификатор  
Рисунок 1 – Схема азротенка нитри-денитрификатора с одной удаляющей фосфора

Для выбора оптимального решения по интенсификации процессов удаления соединений азота из сточных вод исходного состава проведен анализ их нитрификационного и денитрификационного потенциалов. При расчете зон денитрификации и нитрификации учтен азот органических соединений, присутствующий в исходной сточной воде в количестве  $1 \text{ мг/дм}^3$  и в процессе аммонификации приводящий к увеличению содержания аммонийного азота с последующей его нитрификацией. В связи с этим материальный баланс соединений азота произведен по общему азоту, а не по азоту аммонийному, так как это в значительной степени влияет на время пребывания сточной воды в зонах азротенка, на степень рециркуляции между зонами и на расход воздуха, подаваемого в зону нитрификации. Показатели качества осветленной сточной воды, поступающей на сооружения биологической очистки, представлены в табл. 2, там же приведены значения концентраций ингредиентов в очищенной сточной воде.

Таблица 2  
Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в сточной воде

| Параметры           | Концентрации в исходной сточной воде (до первичных отстойников), $\text{мг/дм}^3$ | Концентрации в очищенной сточной воде, $\text{мг/дм}^3$ |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Взвешенные вещества | 75,4                                                                              | 10,0                                                    |
| БПК <sub>5</sub>    | 101,0                                                                             | 8,0                                                     |
| Азот общий          | 25,7                                                                              | 10                                                      |
| Азот аммонийный     | 24,0                                                                              | 1,5                                                     |
| Фосфор              | 5,26                                                                              | 1,0                                                     |

Соотношение в сточных водах показателей БПК<sub>5</sub>/N<sub>общ</sub>, равное 3,93, является средним значением для нитрификационного потенциала и низким (удовлетворительным) для денитрификационного

потенциала. Расчетные показатели нитри-денитрификационных потенциалов позволяют предположить, что внедрение схемы БНДБФ технологически оправдано. Процесс нитрификации в данном случае будет протекать удовлетворительно и не потребует значительного изменения стандартных условий. Низкое значение денитрификационного потенциала указывает на предельное содержание в сточной воде органических веществ, необходимых для оптимального протекания процесса денитрификации. Для стабилизации очистки сточных вод от биогенных элементов необходимо предусмотреть добавку в денитрификатор восстановителей, либо проводить ацидофикацию (преферментацию) сырого осадка. В азротенках необходима обязательная изоляция аноксидной и анаэробной зон. Для обеспечения денитрификации при очистке сточных вод потребуется перемешивание сточных вод мешалками. Может возникнуть необходимость подачи исходного стока непосредственно в азротенки, в связи с этим следует предусмотреть линию подачи исходного стока, минуя первичные отстойники.

На существующее положение на ОСК имеется три секции четырехкоридорных азротенков-вытеснителей с 25 и 50 %-й регенерацией. Размеры трех секций в плане составляют  $108 \times 108 \text{ м}$ . Размеры коридора  $108 \times 9 \times 5 \text{ м}$ , объем секции  $19440 \text{ м}^3$ , объем коридоров-азротенков  $14580 \text{ м}^3$ , коридора-регенератора  $4860 \text{ м}^3$ , время аэрации 4,75 ч, регенерации 2,9 ч. Каждая секция состоит из четырех коридоров: регенератора и трех азротенков, движение иловой смеси по коридорам происходит по лабиринту. Общий объем азротенков составляет  $58320 \text{ м}^3$ . На дне азротенков проложены трубчатые аэраторы с мелкодисперсной аэрацией, через которые подается воздух.

Переход от классической технологии к современной для достижения технологических показателей очищенных сточных вод требует поверочного расчета необходимого объема сооружений при принятых условиях эксплуатации. В СП 32.13330.2018 [19] приведен ряд положений, посвященных биологическому удалению азота и фосфора. Однако свод правил практически не содержит расчетных формул, оставляя возможность применения альтернативных современных методов расчета. Расчет азротенков с глубоким удалением биогенных элементов выполнен с использованием методики, предложенной в учебном пособии Б. Г. Мишукова и Е. А. Соловьевой [7]. В основе методики расчета лежит допустимая нагрузка на активный ил. Данный параметр, по мнению авторов, наиболее точно отражает процессы очистки и учитывает факторы, оказывающие непосредственное влияние на их протекание. Стабильность и надежность технологического процесса в соответствии с выбранной схемой очистки обеспечиваются выбором реальных расчетных параметров, а также путем создания в сооружениях условий, оптимальных для окисления органических веществ, нитрификации и денитрификации. В качестве расчетного принят расход сточных вод в час максимального притока. Расчетная температура сточных

вод принята равной среднегодовому значению (19,5 °C).

Результаты расчета объемов отдельных зон биоблока представлены в табл. 3. Объем каждой зоны определен в зависимости от ее функционального назначения. Анаэробная зона выполняет функции реактора кислого брожения, в ней создаются условия для лучшего поглощения фосфора активным илом и вывода его из системы. В аноксидную зону перекачивается нитратсодержащий поток из конца оксидной зоны. Аноксидная зона включает предденитрификатор возвратного активного ила (в начале блока) и сам денитрификатор, расположенный за анаэробным отсеком. Зона денитрификации предназначена для удаления нитратного азота путем его восстановления. В аэробной зоне протекают процессы аэробной очистки от органических веществ, нитрификации (биоокисление аммонийного азота до нитратного) и дефосфотации.

Таблица 3  
Результаты расчета объемов анаэробной, аноксидной и аэробной зон аэротенка

| Показатель                                                      | Обозначение                     | Единицы измерения     | Числовое значение |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Нагрузка на ил по БПК <sub>5</sub>                              | H <sub>ис</sub>                 | кг/(кг·сут)           | 0,116             |
| Ориентировочный пророст ила                                     | P <sub>i</sub>                  | г/м <sup>3</sup>      | 77,72             |
| Вынос азота с избыточным илом                                   | C <sub>Npi</sub>                | мг/л                  | 5,91              |
| Количество денитрифицированного азота                           | C <sub>нд</sub>                 | мг/л                  | 9,79              |
| Количество нитрифицированного азота                             | C <sub>нн</sub>                 | мг/л                  | 17,79             |
| Требуемое содержание фосфора в иле                              | J <sub>p</sub>                  | г/г                   | 0,056             |
| <b>Расчет анаэробной зоны биоблока</b>                          |                                 |                       |                   |
| Время пребывания в зоне                                         | t <sub>ана</sub>                | ч                     | 0,31              |
| Объем анаэробных частей всего биоблока                          | W <sub>ана</sub>                | м <sup>3</sup>        | 2842              |
| Продолжительность аэрации в аэротенке                           | t <sub>ат</sub>                 | ч                     | 1,00              |
| <b>Расчет аноксидных зон биоблока</b>                           |                                 |                       |                   |
| <b>Предденитрификатор</b>                                       |                                 |                       |                   |
| Степень рециркуляции активного ила                              | R <sub>i</sub>                  | -                     | 0,3               |
| Количество нитратов, возвращаемых с активным илом               | G <sub>НОЗ</sub>                | г/ч                   | 20626             |
| Количество БПК <sub>5</sub> для работы предденитрификатора      | G <sub>БПК5</sub>               | г/ч                   | 363756            |
| Требуемый расход сточных вод, поступающих в предденитрификатор  | Q <sub>тр</sub>                 | м <sup>3</sup> /ч     | 3601              |
| Скорость денитрификации в предденитрификаторе                   | r <sub>нд</sub>                 | г/(м <sup>3</sup> ·ч) | 4,9               |
| Объем зоны предденитрификатора                                  | W <sub>нд</sub>                 | м <sup>3</sup>        | 4210              |
| Продолжительность предденитрификации                            | t <sub>нд</sub>                 | ч                     | 0,46              |
| <b>Расчет денитрификатора (аноксидная зона)</b>                 |                                 |                       |                   |
| Масса азота, необходимая для денитрификации                     | G <sub>нд</sub>                 | г/ч                   | 89745             |
| Остаточное количество нитратов, удаляемое в предденитрификаторе | G <sub>НОЗ</sub> <sup>ост</sup> | г/ч                   | 69119             |

|                                                                      |                   |                       |        |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|--------|
| Количество нитратсодержащей смеси                                    | Q <sub>НО</sub>   | м <sup>3</sup> /ч     | 9229   |
| Расход сточных вод, поступающих в предденитрификатор                 | Q <sub>2</sub>    | м <sup>3</sup> /ч     | 5565   |
| Количество БПК <sub>5</sub> в расходе, поступающем в анаэробную зону | G <sub>БПК5</sub> | м <sup>3</sup> /ч     | 562115 |
| Обеспеченность процесса денитрификации органическими веществами      | L <sub>уд</sub>   | г/г                   | 8,1    |
| Скорость денитрификации                                              | r <sub>д</sub>    | г/(м <sup>3</sup> ·ч) | 5,08   |
| Объем денитрификатора                                                | W <sub>д</sub>    | м <sup>3</sup>        | 11930  |
| Продолжительность денитрификации                                     | t <sub>д</sub>    | ч                     | 1,3    |
| <b>Расчет оксидной зоны биоблока (нитрификатор)</b>                  |                   |                       |        |
| Скорость нитрификации                                                | r <sub>н</sub>    | г/(м <sup>3</sup> ·ч) | 3,9    |
| Продолжительность нитрификации                                       | t <sub>н</sub>    | ч                     | 4,56   |
| Объем нитрификатора                                                  | W <sub>н</sub>    | м <sup>3</sup>        | 41810  |
| Объем аэротенка                                                      | W <sub>а</sub>    | м <sup>3</sup>        | 60790  |
| Суммарное время очистки воды в аэротенке                             | t <sub>сумм</sub> | ч                     | 6,63   |

Общий объем аэротенков, по данным расчета, составил 60790 м<sup>3</sup>, что сопоставимо с объемом действующих сооружений. Суммарное время очистки воды в аэротенках – 6,63 ч. Продолжительность аэрации в аэротенке не может быть меньше 2 ч, в то время как в расчете она получилась равной 1 ч. Таким образом, расчетом подтверждается недостаточное количество загрязняющих веществ на входе в очистные сооружения. Для увеличения периода аэрации до необходимых значений следует увеличить концентрацию органических веществ на входе в аэротенк либо увеличить содержание растворенного кислорода.

По блоку доочистки, согласно техническому заданию, предусматривается использование самопромывных дисковых микрофильтров HUBER RoDisc® производства компании «Huber» [20]. Все оборудование блока доочистки размещается в отдельном здании. В одной половине зала располагаются фильтровальный зал и насосная станция грязной промывной воды, в другой – насосная станция доочищенных на микрофильтрах сточных вод, бытовые и вспомогательные помещения, реагентное хозяйство. Исходя из максимальной производительности установки (1500 м<sup>3</sup>/ч) для обеспечения доочистки воды в объеме 320 тыс. м<sup>3</sup>/сутки с учетом резерва необходимо использование 14 установок. При этом габаритные размеры фильтровальной станции, в которой помимо дисковых микрофильтров размещаются повысительные насосы и реагентное хозяйство, составляют 60×36 м.

Предлагаемая технологическая схема биологической очистки городских сточных вод относится к НДТ при условии применения надлежащих технологий доочистки [2]. При известных значениях эффективности очистки сточных вод по рассматриваемым ингредиентам для НДТ 9а «Очистка с биологическим удалением азота и биолого-химическим удалением фосфора» определены прогнозные значения

концентраций ингредиентов в сточной воде после сооружений доочистки, представленные в табл. 4.

Таблица 4

Технологические показатели НДТ 9а

| Ингредиенты         | Концентрации, мг/дм <sup>3</sup>                   |                  | Эффективность очистки, % | С <sub>ндс</sub> , мг/дм <sup>3</sup> |
|---------------------|----------------------------------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------------------|
|                     | В исходной сточной воде (до первичных отстойников) | В очищенной воде |                          |                                       |
| Взвешенные вещества | 75,4                                               | 5,0              | 93                       | 15                                    |
| ХПК                 | 204,1                                              | 40               | 80                       | -                                     |
| БПК <sub>5</sub>    | 101,0                                              | 3,0              | 97                       | 15                                    |
| Азот аммонийный     | 24,0                                               | 1,0              | 96                       | 0,39                                  |
| Нитраты             | 0,117                                              | 9,0              | -                        | 9,04                                  |
| Фосфор              | 5,26                                               | 0,5              | 90                       | 0,2                                   |

По данным табл. 4 построена диаграмма, позволяющая оценить эффективность предлагаемых мероприятий путем сравнения ожидаемого содержания приоритетных загрязняющих веществ в очищенных сточных водах с их предельно допустимыми максимальными концентрациями С<sub>ндс</sub> (рис. 2).

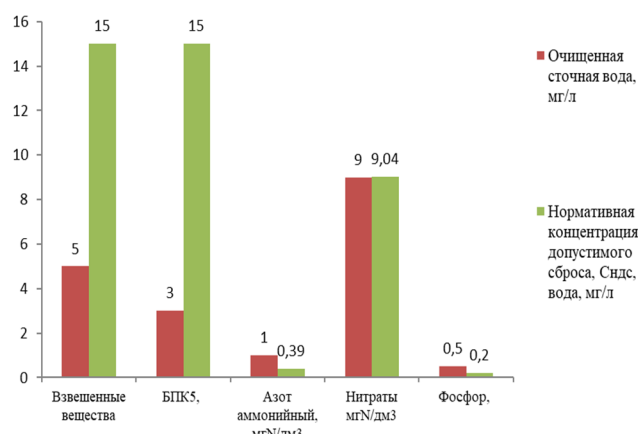


Рисунок 2 – Сравнение прогнозируемых концентраций загрязняющих веществ в очищенных сточных водах с нормативно допустимыми значениями

Как следует из диаграммы, требуемый эффект очистки для достижения нормативных требований по азоту аммонийному и фосфору при внедрении рассматриваемой технологии все же не достигается. В то же время, технологические показатели НДТ по азоту и фосфору, приведенные в ИТС 10–2019, в данном случае не превышены. При эксплуатации очистных сооружений возможно применение комбинированного или биолого-химического метода удаления фосфора, который представляет собой реализацию конструктивных и технологических решений биологического метода с резервной системой дозирования реагентов в периоды низких нагрузок по органическим соединениям. Такое решение позволяет избежать высоких эксплуатационных затрат, присущих химическому методу, и обеспечить стабильно высокое качество очистки по фосфору в периоды низких концентраций органических соединений.

**Выводы.** Оценка эффективности работы ОСК МУП г. Хабаровска «Водоканал» позволила выявить наличие превышений нормативных требований при сбросе в водный объект со сточными водами взвешенных веществ, нитратов и нитритов, азота аммонийного, фосфатов, фенолов, нефтепродуктов, меди, цинка. Технологические показатели качества очищенных сточных вод также не достигаются, что не позволяет отнести рассматриваемую технологию к категории НДТ.

Для перехода от классической технологии к современной А<sup>2</sup>О в рамках реконструкции ОСК предложено переоборудование существующих аэротенков в нитри-денитрификаторы путем разделения их объема с помощью перегородок на три зоны: анаэробная, аноксидная, аэробная. Расчетные показатели нитри-денитрификационных потенциалов сточных вод свидетельствуют, что внедрение предлагаемой технологической схемы полностью оправдано. Для оптимизации значения денитрификационного потенциала и стабилизации очистки сточных вод от биогенных элементов рекомендуется осуществлять ацидофикацию сырого осадка. Общий объем аэротенков при принятых условиях эксплуатации, по данным расчета, составил 60790 м<sup>3</sup>, что сопоставимо с объемом действующих сооружений.

Предлагаемая технологическая схема биологической очистки городских сточных вод относится к НДТ при условии применения надлежащих технологий доочистки. По блоку доочистки предусматривается использование самопромывных дисковых микрофильтров HUBER RoDisc® производства компании «Huber». Исходя из максимальной производительности установки (1500 м<sup>3</sup>/ч) для обеспечения доочистки воды в объеме 320 тыс. м<sup>3</sup>/сутки с учетом резерва необходимо использование 14 установок. Прогноз эффективности работы очистных сооружений после модернизации показал, что в результате внедрения предлагаемых мероприятий возможно достижение технологических показателей НДТ по всем видам загрязнений. Полученные результаты могут быть использованы при доработке и актуализации проекта реконструкции действующих очистных сооружений.

## Литература

1. Большаков Н. Ю. Внедрение технологии нитриденитрификации на очистных сооружениях / Н. Ю. Большаков / Экология производства. – 2012. – № 12. – С. 70–75.
2. ИТС 10–2019. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Очистка сточных вод с использованием централизованных водоотведения поселений городских округов. – М.: Бюро НДТ, 2019. – 434 с.
3. Кулаков А. А., Лебедева Е. А. Разработка инженерных решений по модернизации очистных сооружений канализации на основе технологического моделирования // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2011. – №. 10. – С. 50–58.
4. Воропаева Н. Ю., Шлекова И. Ю. Интенсификация процесса денитрификации при биологической

очистке сточных вод //Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2018. – №. 2 (13). – С. 5.

5. Данилович Д. А., Харькин С. В. Пути достижения технологических показателей НДТ в объемах существующих сооружений биологической очистки городских сточных вод // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2017. – № 1. – С. 39–53.

6. Данилович Д. А., Эпов А. Н., Канунникова М. А. Применение основных технологий на сооружениях очистки сточных вод: анализ данных в целях технологического нормирования // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2015. – № 3–4. – С. 20–30.

7. Мишуков Б. Г., Соловьева Е. А. Глубокая очистка городских сточных вод: учеб. пособие // СПб.: СПбГАСУ, 2014. – 179 с.

8. Данилович Д. А. Блок удаления биогенных элементов Люберецких очистных сооружений г. Москвы – этапы внедрения современных технологий //Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2014. – №. 1. – С. 26–43.

9. Миклашевский Н. В. Очистка сточных вод по технологии МБР //Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2014. – №. 12. – С. 30–37.

10. Мишуков, Б. Г., Соловьева Е. А. Мембранные биологические реакторы для глубокой очистки сточных вод: учеб. пособие // СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. – 64 с.

11. Козлов М. Н. и др. Внедрение технологии удаления биогенных элементов в мембранном биореакторе в Московском регионе //Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2016. – №. 3. – С. 29–34.

12. Рублевская О. Н. и др. Проект очистных сооружений канализации поселка Молодежное Курортного района Санкт-Петербурга //Водоснабжение и санитарная техника. – 2018. – №. 10. – С. 40–46.

13. Данилович Д. А. Развитие мембранных биореакторов для очистки сточных вод //Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2017. – №. 6. – С. 22–23.

14. Харькин С. В. Организация процессов удаления фосфора из сточных вод //Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2013. – №. 11. – С. 46–52.

15. Храменков С. В. и др. Промышленные испытания биолого-реагентного удаления фосфора на московских очистных сооружениях //Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – №. 10. – С. 49–54.

16. Данилович Д. А. Биологическое удаление фосфора практически до нуля: отечественный опыт //Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2017. – №. 2. – С. 22–27.

17. Данилович Д. А., Козлов М. Н. 25 лет промышленного внедрения технологий удаления азота и фосфора на московских очистных сооружениях: 20 апробированных технологических решений //Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2019. – №. 1. – С. 42–55.

18. Гризодуб Н. Н. Применение дискового фильтра для очистки сточных вод //Инженерный вестник Дона. – 2015. – Т. 36. – №. 2–2. – С. 97.

19. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85. – М.: Стандартинформ, 2019. – 76 с.

20. HUBER Самопромывной дисковый фильтр RoDisc® [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.huber-technology.ru/ru/products/micro-screening-filtration/microscreens/huber-disc-filter-rodiscr.html> (дата обращения 25.05.2023).

**Improving the efficiency of sewage treatment facilities of the Municipal Unitary Enterprise of Khabarovsk "Vodokanal"**  
Volosnikova G.A., Chernobrovkina O.E.

Pacific State University

Sewage treatment facilities designed according to the classical scheme of complete biological wastewater treatment do not comply with the regulatory requirements for the discharge of a number of pollutants into the water body, including nitrogen and phosphorus compounds. Technological indicators of the quality of treated wastewater are also not achieved. It is possible to ensure the required cleaning efficiency through planned modernization of treatment facilities. The analysis of the best available technologies and equipment for deep treatment of urban wastewater has been carried out. The advantages and disadvantages of modern technological schemes of nitrification-denitrification and dephosphatation are revealed. To select the optimal solution for the intensification of the processes of removing nitrogen compounds from wastewater, an assessment of their nitrification and denitrification potentials was carried out. The project for the reconstruction of treatment facilities proposes the introduction of a biological treatment process in aerotanks from organic substances and nitrogen with biological removal of phosphorus according to the A2O scheme, followed by post-treatment of water on disk microfilters. To substantiate the choice of the proposed technological scheme, a verification calculation of the volumes of the nitrification and denitrification zones of aerotanks was performed, taking into account the balance of nitrogen forms as part of the modernized technological scheme. The forecast of the efficiency of the treatment facilities after modernization indicates the possibility of achieving technological indicators. The proposed technology will make it possible to reconstruct treatment facilities without additional increase in their volume and with minimal capital costs.

**Keywords:** urban wastewater, sewerage treatment facilities, treatment flow chart, aerotank, deep biological treatment, biogenic elements, nitrification, denitrification, dephosphatization, best available technologies, technological standards, efficiency assessment.

#### References

1. Bolshakov N. Yu. Implementation of nitrification technology at treatment facilities / N. Yu. Bolshakov / Ecology of production. - 2012. - No. 12. - P. 70–75.
2. ITS 10–2019. Information and technical guide to the best available technologies. Wastewater treatment using centralized wastewater disposal systems for settlements in urban districts. – М.: NDT Bureau, 2019. – 434 p.
3. Kulakov A. A., Lebedeva E. A. Development of engineering solutions for the modernization of sewage treatment facilities based on technological modeling // Vodoochistka. Water treatment. Water supply. – 2011. – no. 10. – P. 50–58.
4. Voropaeva N. Yu., Shlekova I. Yu. Intensification of the denitrification process in biological wastewater treatment // Electronic scientific and methodological journal of the Omsk State Agrarian University. – 2018. – no. 2 (13). – p. 5.
5. Danilovich D. A., Kharkin S. V. Ways to achieve technological indicators of BAT in the volume of existing facilities for biological treatment of urban wastewater // Best available technologies for water supply and sanitation. - 2017. - No. 1. - P. 39–53.
6. Danilovich D. A., Epov A. N., Kanunnikova M. A. Application of basic technologies at wastewater treatment facilities: data analysis for technological regulation // Best available technologies for water supply and sanitation. - 2015. - No. 3–4. - P. 20–30.
7. Mishukov B. G., Solovieva E. A. Deep treatment of urban wastewater: textbook. allowance // St. Petersburg: SPbGASU, 2014. - 179 p.
8. Danilovich D. A. The block for the removal of biogenic elements of the Lyubertsy treatment facilities in Moscow - the stages of the introduction of modern technologies // The best available technologies for water supply and sanitation. – 2014. – no. 1. – S. 26–43.
9. Miklashevsky N. V. Wastewater treatment using MBR technology // Sanitary engineering, heating, air conditioning. – 2014. – no. 12. – P. 30–37.
10. Mishukov, B. G., Solovieva E. A. Membrane biological reactors for deep wastewater treatment: textbook. allowance // St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University of Economics, 2017. - 64 p.

11. Kozlov M. N. et al. Implementation of technology for the removal of biogenic elements in a membrane bioreactor in the Moscow region // Best available technologies for water supply and sanitation. – 2016. – no. 3. – S. 29–34.
12. Rublevskaya O. N. et al. The project of sewage treatment facilities in the village of Molodezhnoye in the Kurortny district of St. Petersburg // Water supply and sanitary equipment. – 2018. – no. 10. – P. 40–46.
13. Danilovich D. A. Development of membrane bioreactors for wastewater treatment // Best available technologies for water supply and sanitation. – 2017. – no. 6. – S. 22–23.
14. Kharkin S. V. Organization of processes for removing phosphorus from wastewater // Water treatment. Water treatment. Water supply. – 2013. – no. 11. – P. 46–52.
15. Khramenkov S. V. et al. Industrial tests of biological-reagent removal of phosphorus at Moscow treatment facilities // Water supply and sanitary engineering. – 2011. – no. 10. – P. 49–54.
16. Danilovich D. A. Biological removal of phosphorus to almost zero: domestic experience // Best available technologies for water supply and sanitation. – 2017. – no. 2. – S. 22–27.
17. Danilovich D. A., Kozlov M. N. 25 years of industrial implementation of nitrogen and phosphorus removal technologies at Moscow wastewater treatment plants: 20 proven technological solutions // Best available technologies for water supply and sanitation. – 2019. – no. 1. – S. 42–55.
18. Grizodub N. N. The use of a disk filter for wastewater treatment // Engineering Bulletin of the Don. - 2015. - T. 36. - No. 2–2. - S. 97.
19. SP 32.13330.2018 Sewerage. External networks and structures. SNiP 2.04.03-85. – M.: Standartinform, 2019. – 76 p.
20. HUBER RoDisc® self-cleaning disc filter [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.huber-technology.ru/ru/products/micro-screening-filtration/microscreens/huber-disc-filter-rodiscr.html> (accessed 05/25/2023).



# Сравнение усиления вертикальных конструкций за счет устройства железобетонных и металлических обойм и подклеивания композитных материалов

## Желнинский Владимир Александрович

старший преподаватель кафедры «Жилищно-коммунального комплекса» Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), zhelninskiyva@mgsu.ru

## Макаров Олег Викторович

студент, Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), makarovoleg144@gmail.com

## Микуляк Иван Романович

студент, Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), mikulyak.ivan.02@gmail.com

Усиление конструкций — является главной составляющей любого процесса строительства, который связан с повышением прочности сооружения. Усиление конструкций в первую очередь необходимо для продления срока эксплуатации, так как периодически возникает необходимость ремонта.

Применение определенного метода в отдельных случаях обусловлено различными факторами, поэтому важно понимать преимущества и недостатки каждого способа.

В этой работе будет проведен сравнительный анализ 2 способов усиления вертикальных конструкций, выделены их недостатки и преимущества.

**Ключевые слова:** усиление, железобетон, композитные материалы, обоймы

## ОБОЙМЫ

Устройство обоймы — метод, зарекомендовавший себя как относительно дешевый способ увеличения несущей способности колонны. Суть метода заключается в наращивании поперечного сечения и добавления арматуры в уже существующей конструкции

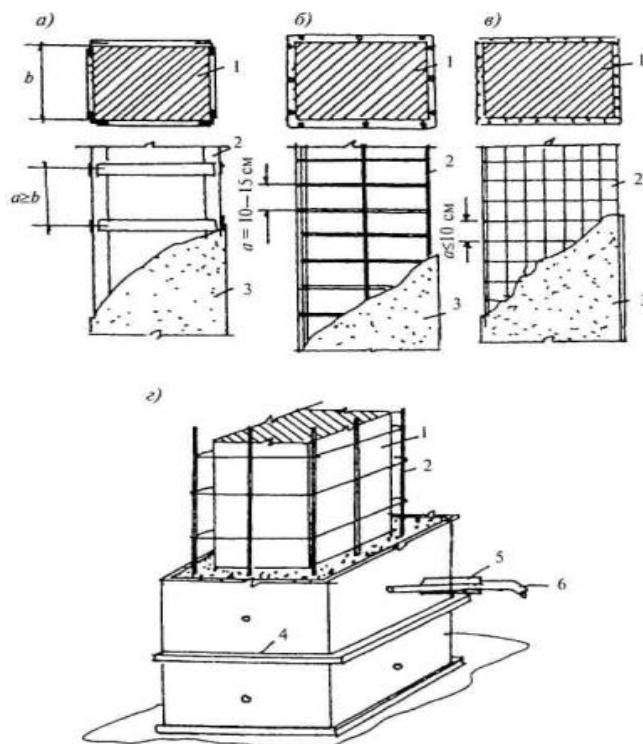


Рис. 1 Усиление столбов стальной обоймой (а), армокаркасом (б), сеткой и железобетонной обоймой (в, г)

- 1 - усиливаемая конструкция;
- 2 - элементы усиления;
- 3 - защитный слой;
- 4 - щитовая опалубка с хомутами;
- 5 - иньектор;
- 6 - материальный шланг.

Состав стальной обоймы представляет собой хомуты с шагом более 50 мм но не более наименьшего размера сечения, продольные уголки, установленные на всю высоту конструкции и плоскую или круглую сталь.

Для включения в работу обоймы зазоры между конструкцией и стальным элементом инъецируются. Для обеспечения монолитности конструкцию оштукатуривают высокопрочным цементно-песчаным раствором.

Защита конструкции является важной частью усиления, поэтому при устройстве обоймы предусматривают установку полимерной или металлической сетки и 2-3 см слоя раствора. При различных объемах работ предусматриваются разные способы нанесения раствора ручной и механизированный. Однако простого нанесения раствора на конструкцию недостаточно, необходимо обеспечить высокопрочные свойства защитного слоя за счёт увеличения плотности и адгезивных свойств. Оптимальным решением для повышения прочностных свойств конструкции является пневмобетонирование и торкретирование.

При устройстве железобетонных обойм необходима установка дополнительной арматуры которая к уже существующим конструкциям закрепляется анкерами и дюбелями. В свою очередь, дополнительная арматура для поперечного и продольного направления может различаться и для продольного направления имеет класс A240-400, а для поперечного A240

с максимальным шагом в 15 см.

В зависимости от толщины обоймы, которая может составлять от 4 до 12 сантиметров, технологии производства работ существенно различаются.

При толщине не более 4 сантиметров используют методы нанесения бетона торкретированием и пневмобетонированием, заключительная же отделка поверхности производится нанесением штукатурного верхнего слоя.

Для обойм толщиной не более 12 см используют инвентарную опалубку, устанавливая по периметру, куда под давлением 0,2-0,6 МПа нагнетается мелкозернистая бетонная смесь через инъекционную трубку.

Для повышения адгезионных свойств и для заполнения всего незаполненного пространства бетонные смеси пластифицируются с помощью введения суперпластификаторов в объеме 1-1,2% массы цемента. Снижение вязкости и увеличение проницаемости смеси достигается контактом вибратора с опалубкой рубашки и воздействием высокочастотной вибрации. Также, может быть применена импульсивная подача смеси при кратковременном воздействии высокого давления для обеспечения более высокого градиента скорости и высокой проницаемости.

На рис. 2 изображена технологическая схема производства работ с помощью инъектирования железобетонных обойм. На всю высоту конструкции устраивается опалубка, обеспечивающая защитный слой арматурному заполнению и поярусно происходит нагнетание бетона (3-4 яруса).

Процесс окончания подачи бетона фиксируется по контрольным отверстиям с обратной стороны от места нагнетания. Система термоактивных опалубок обеспечивает ускоренное затвердевание бетона.

Демонтаж опалубки выполняется по уровням, когда бетон достигает необходимую прочность. Режим твердения при  $t = 60^\circ\text{C}$  обеспечивает распалубочную прочность в течение от 8 до 12 часов прогрева

Железобетонные обоймы могут быть выполнены в виде элементов несъемной опалубки. В этом случае внешние поверхности могут иметь неглубокий или глубокий рельеф и гладкую производится замоноличивание пространства между усиливаемой и ограждающей конструкцией.

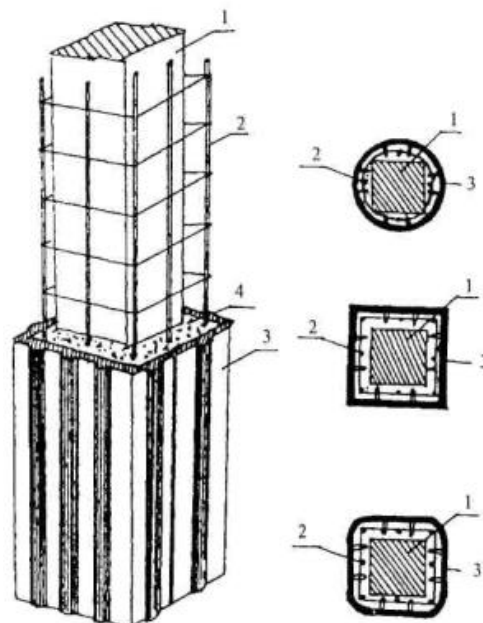


Рис. 2. Усиление столбов с использованием опалубки-облицовки из архитектурного бетона

- 1 - усиливаемая конструкция;  
2 - армокаркас;  
3 - элементы облицовки;  
4 - бетон омоноличивания.

Вышеописанный способ усиления, хотя и является одним из самых надёжных в виду своего долго существования, не обделен рядом недостатков. Увеличение веса строительных конструкций и поперечного сечения, высокая трудоёмкость и необходимость обеспечить некоторый временной промежуток перед полной эксплуатацией накладывают ограничения к применению такого рода усиления. К примеру, если существует возможность обрушения в процессе монтажа, необходимо устройство предварительных громоздких, быстровозводимых конструкций для временного усиления колонны на период проведения основных работ. Такие манипуляции приводят к дополнительным расходам, что сказывается на конечной стоимости усиления.

Также, не всегда допускается увеличение сечения вертикальных конструкций, в таких случаях применение обойм не представляется возможным.

#### Композиционные материалы

Увеличение жесткости и несущей способности конструкции возможна при помощи поклейки композиционных материалов. Монтаж композитных материалов производится на увлажненную железобетонную конструкцию при помощи эпоксидного клея

Преимуществами композиционных материалов являются:

- малый вес;

- малые трудозатраты;
- долговечность;
- стойкость к коррозии;
- высокие механические характеристики;
- совместная работа усиливаемой конструкцией на всех этапах ее загрузки с элементом внешнего армирования.

Так же у рассматриваемого усиления имеются и недостатки:

- высокая стоимость;
- необходимость защиты от огня;

Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что подклеивание композитных материалов более щадящий и быстрый способ усиления вертикальных конструкций, однако за вышеперечисленные плюсы приходится платить более высокой стоимостью и малой огнестойкостью, что решается дополнительным устройством огнезащитного слоя.

### Заключение

Два способа усиления вертикальных конструкций, что были изучены в данной статье, по-своему хороши в определенных аспектах. Учитывая все преимущества и недостатки каждого метода следует, что устройство Ж/Б и металлических обойм более дешевый, огнестойкий и эффективный способ усиления вертикальных конструкций, который предпочтителен перед подклеиванием композитных материалов. В тех случаях, когда требуется более быстрое и легкое производство работ по усилению вертикальных конструкций без увеличения сечения и устройства временного усиления на период проведения работ, композитные материалы применимы. Однако необходимо учитывать их дороговизну и низкую огнестойкость.

### Литература

1. Арленинов П.Д., Крылов С.Б., Примеры усиления аварийных железобетонных конструкций // *Жилищное строительство*. 2018, (5), С. 19–23;
2. Поднебесов П.Г., Каюмов З.М., Усиление сжатых железобетонных колонн обоймами с использованием фибробетона // *Технические науки – от теории к практик*. 2011, (1);
3. Теряник В.В., Жемчужев А.О., Поднебесов П.Г., Совершенствование конструктивных решений усиления сжатых элементов обоймами // *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*. 2014, (2), 43-45.
4. Теряник В.В., Борисов А.О., Поднебесов П.Г., Усиление сжатых железобетонных колонн обоймами // *Жилищное строительство*. 2010, (2), 43-45.

### Comparison of the strengthening of vertical structures due to the installation of reinforced concrete and metal clips and gluing composite materials

Zheltnitsky V.A., Makarov O.V., Mikulyak I.R.

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)

Structural strengthening is a major component of any construction process that involves increasing the strength of a structure. Structural reinforcement is primarily required to extend the life of a structure, as periodic repairs are necessary.

The application of a particular method in individual cases is due to different factors, so it is important to understand the advantages and disadvantages of each method.

In this paper, a comparative analysis of 2 methods of reinforcing vertical structures will be carried out and their disadvantages and advantages will be highlighted.

Keywords: reinforcement, reinforced concrete, composite materials, cladding

### References

1. Arleninov P.D., Krylov S.B., Examples of reinforcement of emergency reinforced concrete structures. new construction. 2018, (5), pp. 19–23;
2. Podnebesov P.G., Kayumov Z.M., Strengthening of compressed reinforced concrete columns with clips using fiber-reinforced concrete // *Technical sciences - from theory to practice*. 2011, (1);
3. Teryanik V.V., Zhemchuev A.O., Podnebesov P.G., Improvement of design solutions for strengthening compressed elements with clips. Vector of Science of Togliatti State University. 2014, (2), 43-45.
4. Teryanik V.V., Borisov A.O., Podnebesov P.G., Strengthening of compressed reinforced concrete columns with clips // *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2010, (2), 43-45.

# Анализ и оценка пожарной опасности в общеобразовательных учреждениях

**Кривохижина Оксана Ивановна**

магистрант, Уфимский университет науки и технологий,  
agadullina.oksana@mail.ru

**Аксенов Сергей Геннадьевич**

доктор экономических наук, профессор, Уфимский университет науки и технологий

**Синагатуллин Фанус Канзелханович**

преподаватель, Уфимский университет науки и технологий

В настоящее время происходит ежегодное увеличение пожаров на объектах с массовым пребыванием людей, таких как торговые комплексы, школы, детские сады и прочие объекты, в связи с чем появилась необходимость в особом внимании данных объектов. В статье представлен теоретический анализ пожарной опасности в общеобразовательных учреждениях. Обобщены основные показатели обстановки с пожарами в Российской Федерации за период 2017-2021 гг. в зданиях общеобразовательных учреждений. Статистика данных показывает, что количество возникающих пожаров остается на высоком уровне (на 2021 год произошло 345 пожаров, что в 1,6 раз больше по сравнению с 2017 годом). Основными причинами пожаров являлись поджоги, нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов, а также неосторожное обращение с огнем. На основании открытых данных и статистики пожаров, происходящими в общеобразовательных организациях, выявлено, что основной задачей обеспечения пожарной безопасности является минимизация риска возникновения пожара. В статье рассмотрены проблемы, которые являются причиной пожаров в данных учреждениях, вопросы пожарной безопасности, а также профилактические мероприятия по снижению пожарного риска.

**Ключевые слова:** чрезвычайные ситуации, пожар, пожарная безопасность, статистика, общеобразовательное учреждение, учебная деятельность.

Пожаром принято называть возникшее непроизвольно неконтролируемое горение, которое влечет за собой материальный ущерб, причиняет вред здоровью или жизни граждан. В настоящее время общеобразовательные учреждения модернизируются, создаются современные компьютерные классы, лаборатории химии, физики и биологии, а также появляются для учебного процесса дорогостоящее оборудование, вместе с этим происходит увеличение материального ущерба в случае пожара в общеобразовательном учреждении. Под пожарной безопасностью подразумевают состояние объекта, при котором исключена возможность возникновения пожара, но если пожар возникнет, то принимаются необходимые меры по устранению негативного воздействия пожароопасных факторов на людей, сооружения и имущество.

На сегодняшний день особое внимание уделяется вопросу пожарной безопасности в местах массового скопления людей, таких как торговые комплексы, школы, детские сады и т. д. В связи с тем, что в России на данных объектах происходит ежегодное увеличение пожаров, при которых происходит колоссальные материальные и социальные ущербы.

Ежегодно происходят тысячи пожаров, которые не обошли стороной и учебные учреждения, по статистике в них возникает около 2 % пожаров от общего количества пожаров. В настоящее время функционирует значительное количество общеобразовательных учреждений, в которых присутствует большое количество людей, в связи с чем особое внимание уделяется обеспечению пожарной безопасности на данных объектах. Согласно статистическим данным в 300 тыс. пожаров, которые происходят ежегодно, гибнет около 20 тыс. человек, и вследствие действия пожара примерно 20 тыс. человек оказываются травмированными [1]

Возникнуть пожары в общеобразовательных учреждениях могут по разным причинам. Например, аварийный режим работы электрических сетей и оборудования. Данный режим выходит за пределы требований технических регламентов, который ведет к недопустимой угрозе жизни людей. Решить такую проблему можно только путем замены аварийных электроустановок и неисправного оборудования. На ранних стадиях пожара пламя потушить очень легко. В данном случае необходимо, чтобы были в исправном состоянии огнетушители. Но, как правило, пожар замечается уже по появившемуся дыму или пламени. После этого с ним становится трудно справиться [2].

Цель данной статьи заключается в том, чтобы более детально изучить причины пожаров, рассмотреть проблемы пожарной безопасности и особенности организации противопожарной работы в общеобразовательных учреждениях.

В данной работе предлагается несколько решений, которые позволяют избежать в общеобразовательных учреждениях пожары или свести их к минимуму.

Актуальность исследуемой темы заключается в особом удалении внимания безопасности и защиты образовательных учреждений. Так как в таких учреждениях одновременно находится большое количество детей, которые не всегда способны правильно отреагировать в критической ситуации.

Обучающимся и работникам учебных учреждений при их трудовой и образовательной деятельности, государство должно обеспечивать безопасность, путем повышения пожарной и технической безопасности зданий, сооружений образовательных учреждений на основе использования современных достижений науки и техники в этой области и привлечения отечественной производственной базы [3].

Динамика распределения пожаров и прямого материального ущерба при пожаре на объектах учебно-воспитательного назначения представлена на рисунке 1 [1, 4, 5].

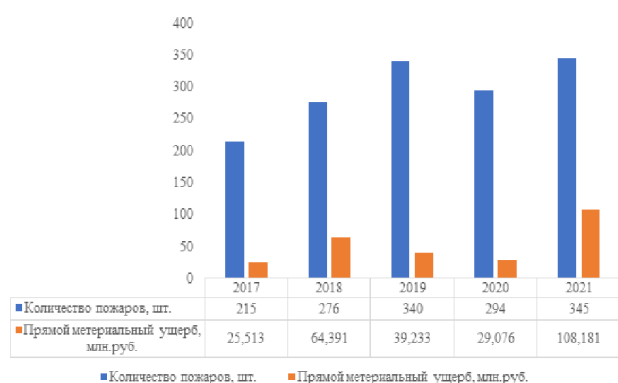


Рисунок 1 – Динамика пожаров на объектах учебно-воспитательного назначения за период 2017-2021 гг.

События последних лет показывают (рисунок 1), что в учебных заведениях пожар представляет собой максимально возможную угрозу. Согласно статистическим данным, количество пожаров остается на высоком уровне.

В список основных причин пожаров входят поджоги, нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов, а также неосторожное обращение с огнем (в том числе игры с огнем) [4].

Анализ причин возникновения пожаров наглядно показывает достаточно широкий спектр проблем в обеспечении безопасности общеобразовательных учреждений, с которыми сталкиваются различные ведомства и министерства, а также государственные органы и органы местного самоуправления.

Нарушения правил пожарной безопасности в помещениях возникают по вине человека. Наиболее характерными нарушениями являются:

- труднодоступность, а также загроможденность путей эвакуации и выходов;
- плохая подготовка персонала и учащихся в случае эвакуации;
- отсутствие основных средств пожаротушения и их неисправность;
- затрудненность быстрого открытия эвакуационных выходов;
- отсутствие огнезащиты деревянных конструкций;
- несоблюдение правил по эксплуатации электрооборудований [6].

Также типичными недостатками в обеспечении пожарной безопасности объекта являются перебои в работе автоматической системы пожарной сигнализации, оповещения людей в случае возникновения пожара, нехватка персонала и неработающие гидранты [1].

На сегодняшний день, важным инструментом повышения уровня безопасности образовательных учреждений является объективная и ответственная работа приемных комиссий органов управления образованием субъектов Российской Федерации.

Во избежание нарушений правил пожарной безопасности проводятся проверки на соответствие требованиям пожарной безопасности. Данные проверки проводят сотрудники Федерального государственного пожарного надзора МЧС России. Еще до начала учебного года на территории образовательного учреждения проводятся профилактические противопожарные мероприятия, и принимается решение признать его опасным или безопасным местом. Такие проверки проводятся для того, чтобы выявить и в дальнейшем устранить нарушения требований пожарной безопасности [7].

Наибольшую ответственность за соблюдение, а также выполнение правил пожарной безопасности несет администрация общеобразовательных учреждений. При этом следует отметить, что нарушение или незнание правил пожарной безопасности со стороны должностных лиц, безынициативность и их халатность, может повлечь вплоть до уголовной ответственности. Очень важно, чтобы должностные лица знали и применяли действия, которые необходимы для своевременной эвакуации людей из горящего здания [5].

В первую очередь пожарная безопасность зависит от самих учащихся, они ни в коем случае не должны приносить в учебное учреждение зажигательные и курительные принадлежности, взрывоопасные предметы, такие как петарды. Так как в помещении содержится большое количество легко воспламеняющихся материалов, таких как документы, методические материалы, а также наглядные и учебные пособия, мебель, предметы из пластика, древесно-стружечная плита и дерева, все эти предметы имеют способность поддерживать горение. Горение этих материалов сопровождается

обильным выделением ядовитых веществ и способствует быстрому распространению пожара в пределах помещений здания.

Возгорание происходит в основном в учебных классах и лабораториях. В целях снижения пожароопасности во время занятий в кабинете или лаборатории, где используются легковоспламеняющиеся или взрывоопасные вещества, преподаватель должен разъяснить учащимся технику безопасности [8]. Во время изложения техники безопасности учащимся необходимо объяснить, что горючие и взрывоопасные вещества и материалы опасны для здоровья и жизни человека.

Кроме того, с учащимися должны проводиться беседы о пожарной безопасности, проводится инструктаж по технике безопасности, которые содержат правила пожарной безопасности и правила поведения при пожаре.

С целью повышения качества подготовки людей ответственных за пожарную безопасность, в области пожарной безопасности необходимо оставить очную форму обучения пожарно-техническому минимуму, а дистанционную форму отменить, тогда реально будут оцениваться знания во время итогового теста.

А так же, чтобы повысить ответственность за выполнение обязательных мероприятий пожарной безопасности предлагается увеличить размер штрафов за административные правонарушения в этой сфере и создать систему поощрения за выполнение в полном объеме своих непосредственных задач в сфере области пожарной безопасности охраняемого объекта и отличное знание требований пожарной безопасности.

Таким образом, анализ статистических данных показал, что количество пожаров на объектах общеобразовательных учреждений по-прежнему остается на высоком уровне, основными причинами, которых являлось нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов, а также неосторожное обращение с огнем (в том числе игры с огнем). Для сокращения количества пожаров, а также их недопущения необходимо уделять особое внимание пожарной безопасности в общеобразовательных учреждениях. Одним из возможных способов повышения качества подготовки людей, ответственных за пожарную безопасность в общеобразовательных учреждениях является пересмотр формы их обучения, переход на очную поможет закрепить и оценить знание при их обучение, а также более детальное обучение учащихся действиям при пожаре. Ведь, полноценная пожарная безопасность общеобразовательных учреждений не просто набор каких-то правил, которые нужно просто запомнить, но и в то же время суметь их применить.

## Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.
2. Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. Чем и как тушить пожар // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020): Материалы II Международной

научно-практической конференции. – Уфа: РНК УГАТУ, 2020. С. 124 – 127.

3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

4. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: Статистический сборник. М.: ВНИИПО, 2018. 125 с.

5. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник. М.: ВНИИПО, 2021. 112 с.

6. Зекиев, Э.В. Теоретические аспекты пожарной безопасности в образовательных учреждениях / Э.В. Зекиев, Т.Р. Кабиров. – Текст: непосредственный // Инновационные педагогические технологии: материалы IV Междунар. науч. Конф. – Казань: Бук, 2016 – С. 53 –55 – URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/190/10441/> (дата обращения: 12.10.2022).

7. Письмо Минобрнауки России, МЧС и Роспотребнадзора «О подготовке образовательных учреждений к новому учебному году» от 12 марта 2008 года № АФ-102/09, № 43-828-19, № 01/2050-8-23 [Электронный ресурс]. – Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

8. Мазур А.С., Савонин С.В., Леонтьев Д.А., Лукин В.С. Пожары и их последствия // Матер. Всерос. конф. «Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная программа». Санкт-Петербург, 4-6 октября 2018. СПб: СПбПУ Петра Великого, 2018. С. 210-215.

## Analysis and assessment of fire danger in educational institutions

Krivokhizhina O.I., Aksekov S.G., Sinagatullin F.K.

Ufa University of Science and Technology

Currently, there is an annual increase in fires at facilities with a massive presence of people, such as shopping malls, schools, kindergartens and other facilities, in connection with which there is a need for special attention to these facilities. The article presents a theoretical analysis of fire hazard in educational institutions. The main indicators of the situation are summarized with fires in the Russian Federation for the period 2017-2021. in buildings of educational institutions. Data statistics show that the number of fires arising remains at a high level (for 2021 there were 345 fires, which is 1.6 times more than in 2017). The main causes of fires were arson, violation of the rules for the design and operation of electrical equipment and household electrical appliances, as well as careless handling of fire. Based on open data and fire statistics occurring in educational organizations, it was revealed that the main task of ensuring fire safety is to minimize the risk of fire. The article discusses the problems that cause fires in these institutions, fire safety issues, as well as preventive measures to reduce fire risk.

Keywords: emergencies, fire, fire safety, statistics, general educational institution, educational activity.

## References

1. Fires and fire safety in 2021: an extra. Sat. Balashikha: FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia, 2022. 114 p.
2. Aksekov S.G., Sinagatullin F.K. What and how to put out a fire // Problems of ensuring security (Safety 2020): Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. - Ufa: RNC UGATU, 2020. S. 124 - 127.
3. Labor Code of the Russian Federation of December 30, 2001 No. 197-FZ (as amended on December 27, 2018) [Electronic resource]. – Reference and legal system "ConsultantPlus".
4. Fires and fire safety in 2017: Statistical compendium. M.: VNIIPPO, 2018. 125 p.
5. Fires and fire safety in 2020: Statistical compendium. M.: VNIIPPO, 2021. 112 p.
6. Zekiev, E.V. Theoretical aspects of fire safety in educational institutions / E.V. Zekiev, T.R. Kabirov. - Text: direct // Innovative pedagogical technologies: materials of the IV Intern. scientific Conf. – Kazan: Buk, 2016 – P. 53-55 – URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/190/10441/> (date of access: 10/12/2022).
7. Letter from the Ministry of Education and Science of Russia, the Ministry of Emergency Situations and Rospotrebnadzor "On the preparation of educational institutions for the new academic year" dated March 12, 2008, No. AF-102/09, No. 43-828-19, No. 01/2050-8-23 [Electronic resource]. – Reference and legal system "ConsultantPlus".
8. Mazur A.S., Savonin S.V., Leontiev D.A., Lukin V.S. Fires and their consequences // Mater. Vseros. conf. "Technospheric safety as a comprehensive scientific and educational program". St. Petersburg, October 4-6, 2018. St. Petersburg: SPbPU of Peter the Great, 2018. P. 210-215.

# Оценка эффективности применения 3d-печати для стеновых конструкций

**Кротов Олег Михайлович**

студент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, office@spbstu.ru, krotovom@mail.ru

**Птухина Ирина Станиславовна**

кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, office@spbstu.ru, irena\_ptah@mail.ru

**Введение:** строительная 3D-печать сегодня рассматривается в качестве аналога традиционного строительства для возведения зданий и сооружений. Несмотря на это, в основном строительные 3D-принтеры используются для возведения стеновых конструкций вследствие возможностей техники. Для оценки эффективности применения данной технологии для стеновых конструкций в данной работе сравниваются несколько типов материалов, применяемых для возведения стен. Основной целью данной статьи является определение самой эффективной технологии возведения стен при сравнении стоимости, прочности, сроков возведения и теплопроводности. Полученные результаты исследования могут быть использованы на практике при выборе технологии возведения стеновых конструкций.

**Материалы и методы:** для оценки эффективности технологии возведения стеновых конструкций в данной работе применяются лабораторные испытания печатаемых материалов по определению прочности и теплопроводности, расчёт стоимости работ, а также проведение многокритериального анализа на основе полученных расчетов.

**Результаты:** по результатам проведенных исследований и многокритериального анализа получено, что возведение стеновых конструкций с помощью крупногабаритного принтера непрерывным способом является наиболее эффективным способом. Данная технология в два раза дешевле, а также в три раза быстрее кирпичной кладки. Основными барьерами внедрения данной технологии являются недостаток применяемых смесей на рынке стройматериалов, недостаточная квалификация специалистов, а также неразвитая нормативная база для строительной 3D-печати.

**Выводы:** Полученные результаты могут использоваться при выборе технологии возведения стеновых конструкций. При непрерывной строительной 3D-печати необходимо правильно выбирать материалы, поскольку неправильно спроектированная смесь может привести к разрушению всей стеновой конструкции и, как следствие, к перерасходу материалов.

**Ключевые слова:** строительная 3D-печать, напечатанные блоки, непрерывная печать, слои, многокритериальный анализ, прочность на сжатие, сопротивление теплопроводности.

## Введение

На протяжении многих лет в строительной отрасли основными технологиями возведения стен являлись кладка, деревянные каркасы, монолит [1]. Каждый из данных способов обладает своим преимуществом в плане цены, сроков, качества. Основными строительными материалами при монолитных работах являются портландцемент в качестве основного связующего и стальная арматура [2]. Стальная арматура обеспечивает прочность железобетона на растяжение, что делает его прочным и долговечным. Бетон, используемый без армирования, обеспечивает только прочность на сжатие, что не подходит для многоэтажного строительства. Однако цемент предохраняет арматуру от коррозии [3].

Когда мы говорим о многоэтажном железобетонном строительстве, мы всегда имеем в виду использование опалубки. Опалубка - это вспомогательная конструкция, изготовленная чаще всего из дерева, которую заливают бетоном и придают ей определенную форму [4]. Перед заливкой бетона армирующая сетка должна быть установлена в соответствии со строительными нормами и правилами. После заливки и вибрирования бетон набирает прочность в течение 28 дней. После этого детали опалубки демонтируются и затем могут быть использованы для других строительных элементов [5].

Перед выполнением работ в традиционном строительстве рабочая бригада собирает и устанавливает опалубку. Что касается вышележащих этажей, то опалубка для перекрытий от пола до пола поддерживается специальными временными опорами [6]. Опалубка используется для придания бетонной смеси определенной формы с проектными размерами. Арматурная сетка конструкции устанавливается в опалубку на определенной высоте (защитный слой) от нижней грани.

Этот метод широко применяется в мире. Это кажется простым, но в целом его нельзя считать идеальным: монолитные работы разделены на захваты, что означает промежутки при заливке бетона, иногда в процессе строительства могут быть перерывы в несколько лет между следующей заливкой [7]. Также монолитные работы подразумевают использование большого количества трудовых ресурсов в виде рабочих, которые занимаются следующими работами: опалубкой, армированием, бетонированием, демонтажем. Количество работников в команде может достигать десятков человек. Технология строительной печати в этом плане позволяет использовать меньше трудовых ресурсов за счет автоматизации процесса строительства.



Начиная с 2008 года появилась новая технология возведения зданий и сооружений – строительная 3Д-печать [8]. Данная технология стала широко применяться во всем мире, а за счет своей цены и скорости стала заработком для многих строительных компаний [9]. Аддитивное производство дало толчок развитию технологий в строительной отрасли. Теперь вы можете построить дом за 24 часа с помощью строительного принтера, но качество может быть разным, и это одна из проблем новой инновационной индустрии [10]. Технологию строительной печати можно описать следующим образом: строительный принтер закрепляется на земле (стационарный принтер - с 4 опорами, манипулятор, мобильный - 1-2 опоры) [11]. После этого выполняется специальная работа по выравниванию плоскости принтера, и, наконец, принтер можно использовать [12].

Главным преимуществом строительной печати является отсутствие опалубки [13]. Это достигается за счет того, что консистенция набивного цемента не позволяет смеси растекаться, а быстро набирает прочность в нужном месте по точной траектории [14]. Эта смесь может содержать волокнистые волокна, которые служат армированием. Чем выше конструкция, тем больше волокон необходимо добавить [15]. По сравнению с портландцементом смесь для печати быстрее набирает прочность [16].

В данной работе определяется наиболее эффективный способ взведения объектов индивидуального жилого строительства на примере одноэтажного блокированного дома общей площадью 100 м<sup>2</sup>. Поскольку сегодня в российской и зарубежной практике строительная 3Д-печать применяется для возведения стен [17], то эффективность производства будет исследоваться именно в отношении внутренних и наружных стеновых конструкций.

В данной работе эффективность определяется с помощью нескольких факторов:

1. Стоимость работ;
2. Сроки строительства;
3. Теплотехнические показатели;
4. Прочность образцов на сжатие;

По результатам определения значений факторов будет проведен многокритериальный анализ.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данной работе в качестве сравнения рассматриваются следующие материалы и технологии:

1. Кирпичная кладка;
2. Газосиликатная кладка;
3. Кладка напечатанных на строительном 3Д-принтере блоков;
4. Непрерывная строительная 3Д-печать.

В качестве примера сооружения был выбран блокированный одноэтажный частный дом площадью 70 м<sup>2</sup>. Общий вид здания указан на рисунке 1. Дом имеет три изолированные зоны: кухня-гостиная, совмещенный санузел и спальня. Внутренние и внешние стены состоят из одинаковых материалов.



Рис. 1. Общий вид дома.

Поскольку технология строительной 3Д-печати сегодня в основном используется для возведения стеновых конструкций, для корректного сравнения стоимостных характеристик будут выбраны именно эти элементы здания.

В качестве газоблока был выбран газобетон D600 200\*250\*625 В качестве кирпича был выбран кирпич рядовой поризованный 1NF Никольского кирпичного завода.

Характеристики материалов указаны в таблице:

Таблица 1  
Характеристики материалов.

|                         | Газобетон D600  | Кирпич рядовой поризованный 1NF |
|-------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Размер, мм              | 200*250*625     | 250*120*65                      |
| Марка                   | M45             | M150                            |
| Класс прочности         | B3,5 (4,5 МПа ) | B12,5 (16,05 МПа)               |
| Теплопроводность, Вт/мС | 0,14            | 0,2                             |
| Цена за штуку, руб      | 106             | 16                              |

#### Непрерывная строительная 3Д-печать

Строительная 3Д-печать включает в себя применение 2 основных составляющих: комплекс строительной 3Д-печати и печатаемые материалы. От конструкции и способа перемещения печатающей головки зависят размер рабочей площади, максимальная высота сооружения, а также скорость печати.

Для печати малоэтажных зданий широкое применение получили стационарные строительные 3Д-принтеры, а также мобильные строительные 3Д-принтеры. Данные типы принтеров обладают высокой точностью печати плоских чертежей, что позволяет возводить стены с повышенной скоростью.

#### Кладка напечатанных на строительном 3Д-принтере блоков

Сборно-монолитная технология на основе 3Д-печати подразумевает под собой использование отдельно напечатанных блоков здания. Данные блоки соединяются ручным способом с установкой арматуры в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Примеры блоков с описанием представлены на рисунке 4.

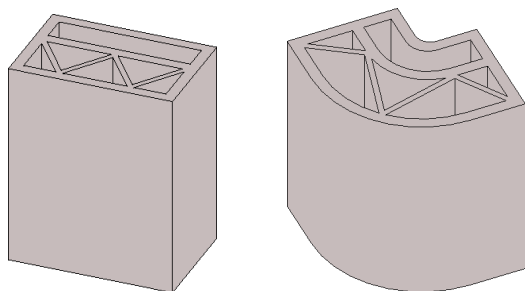


Рис.2. Блоки для печати

Для печати на строительном принтере на сегодняшний момент не существует определённого программного комплекса, который позволял бы обойтись без сторонних программ, поэтому в сфере строительной печати используется ряд специализированных программ [18]. Печать бетоном схожа по технологии с печатью пластиком за исключением отсутствия нагревающего элемента в экструдере, который позволяет размягчать нить печатаемого пластика на время для создания проектируемой формы.

В случае с бетоном для качественной печати необходим правильно спроектированный шнек печатающей головки, который отвечает за скорость и вид печатаемого слоя. Под видом понимается правильно обработанная шнеком смесь в экструдере и выдавленная через сопло определенной формы [19].

В строительной печати часто используются программы, схожие с 3Д печатью пластика. Поскольку процессы подготовки моделей практически одинаковы, в аддитивном строительстве могут использоваться универсальные программы [20].

На рисунке 5 представлена модель здания, подготовленная в программе Simplify3D. Объект печати находится внутри прозрачного куба – рабочей площадки принтера.

Под рабочей площадкой принтера подразумевается ограниченная в теле программы зона печати, заходя за которую принтер перестает получать сигналы, тем самым печать прекращается. В самом начале при настройке программы необходимо сразу настраивать правильную рабочую площадку, соответствующую габаритам рабочей площадки принтера.

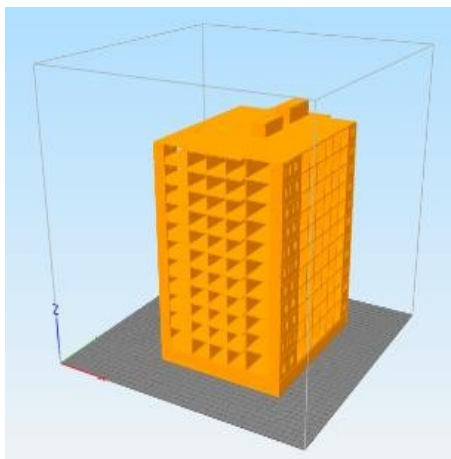


Рис.3. Образец модели здания

Также важно корректно задавать начало координат, поскольку движение головки принтера напрямую зависит от направления осей в программе.

В рамках данной работы была разработана смесь для строительной 3Д-печати. Данная смесь была испытана на прочность на сжатие и изгиб, а также был определен коэффициент теплопроводности материала.

Согласно ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» были подготовлены балочки из спроектированной смеси. Было выбрано 9 образцов, которые испытывались на 7 и 28 суток. Балочки испытывались как на прочность, так и на сжатие.



Рис. 4. Испытание балочек на 7 суток.

Результаты испытаний приведены в таблице:

Таблица 2  
Прочностные характеристики образцов.

| №       | Прочность на изгиб, МПа | Прочность на сжатие, МПа | Прочность на изгиб, МПа | Прочность на сжатие, МПа |
|---------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 7 суток |                         |                          | 28 суток                |                          |
| 1.      | 5,1                     | 20,3                     | 7,4                     | 35,2                     |
| 2.      | 5,5                     | 20,6                     | 7,9                     | 35,8                     |
| 3.      | 5,9                     | 21,3                     | 8,3                     | 36,1                     |
| 4.      | 5,6                     | 20,9                     | 7,8                     | 35,5                     |
| 5.      | 5,7                     | 21,1                     | 8,1                     | 35,9                     |
| 6.      | 5,8                     | 21,2                     | 8,0                     | 36,1                     |
| 7.      | 5,0                     | 20,0                     | 7,2                     | 35,0                     |
| 8.      | 5,2                     | 20,4                     | 7,4                     | 35,4                     |
| 9.      | 5,2                     | 20,5                     | 7,4                     | 35,4                     |

Средняя прочность образцов составляет:

$$R_{срсж7} = \frac{\sum_{n=1}^9 R_{сж}}{9} = 20,7 \text{ МПа}$$

$$R_{сриз7} = \frac{\sum_{n=1}^9 R_{изг}}{9} = 5,4 \text{ МПа}$$

$$R_{срсж28} = \frac{\sum_{n=1}^9 R_{сж}}{9} = 35,6 \text{ МПа}$$

$$R_{ср\text{из}28} = \frac{\sum_{n=1}^9 R_{из2}}{9} = 7,7 \text{ МПа}$$

Таким образом, испытанные балочки, состоящие из смеси для строительной 3Д-печати на 28 сутки имеют среднюю прочность на сжатие 35,6 МПа, что соответствует классу В25 (марка по прочности М350).

#### Теплотехнические характеристики материалов

2Для определения коэффициента теплопроводности разработанной смеси для строительной 3Д-печати были проведены испытания согласно ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме».

Для проведения испытаний были подготовлены образцы с размерами 30х250х250 мм каждый. Данные образцы выдерживались 28 суток в тепловой камере с заданной влажностью.

Подготовленные образцы испытывались с использованием лабораторной установки ПИТ-2.1.

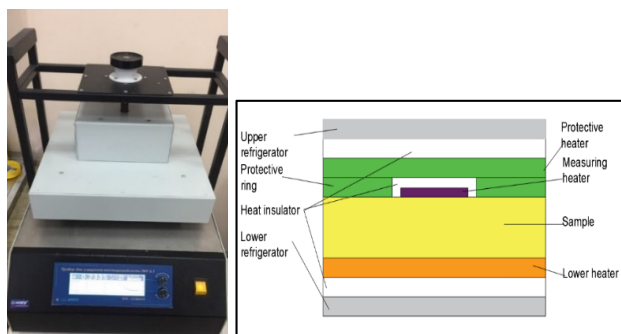


Рис. 5. ПИТ-2.1.

Коэффициент теплопроводности рассчитывается по следующей формуле:

$$\lambda = P \cdot h / (S \cdot \Delta T)$$

Для выбранного материала коэффициент теплопроводности составляет:

$$\lambda = 0,2 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Для данной стеновой конструкции сопротивление теплопередаче рассчитывается по следующей формуле:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

При ширине стены 300 мм сопротивление теплопередаче составляет:

$$R = \frac{0,3}{0,2} = 1,5 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт}$$

Для стены из кирпича в 2 ряда сопротивление теплопередаче будет составлять:

$$R_{\text{кир}} = 1,2 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт}$$

Для стены из газобетона сопротивление теплопередаче будет составлять:

$$R_{\text{гб}} = 1,4 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт}$$

#### Расчет стоимости

При расчете стоимости возведения стен рассматривались кирпичная и газосиликатная кладки, напечатанные блоки, а также непрерывная 3Д-печать. Поскольку при строительной 3Д-печати поверхность стены не является ровной из-за формы слоев, то для более точной оценки стоимости возведения стен был принят коэффициент 1,2 для штукатурных работ. В данной работе рассматривается высота стен 3 мм. Для кирпичной кладки принято ширина стены в 3 кирпича.

Таблица 3  
Стоимостной расчет.

| Наименование                         | Ед. измер | Колич | Увелич-Коэфф | Полное кол-во | Стоимость 1 ед | Всего руб    |
|--------------------------------------|-----------|-------|--------------|---------------|----------------|--------------|
| <b>Кирпичная кладка</b>              |           |       |              |               |                |              |
| Кирпич рядовой поризованный 1NF      | м³        | 24    | 1,03         | 24,72         | 8153           | 201 542,16 Р |
| Клей для кирпичной кладки            | шт        | 4     | 1,05         | 4,2           | 450            | 1 890,00 Р   |
| Арматура для кирпичной кладки        | кг        | 10    | 1,05         | 10,5          | 400            | 4 200,00 Р   |
| Стоимость работ по возведению        | м³        | 9,5   | 1,03         | 9,8           | 3000           | 29 400,00 Р  |
| Штукатурка Волма, толщина слоя 15 мм | кг        | 2040  | 1,05         | 2142          | 12             | 25 704,00 Р  |
| Стоимость работ по оштукатуриванию   | м²        | 102   | 1,05         | 107,1         | 800            | 85 680,00 Р  |
| Всего                                |           |       |              |               |                | 348 416,16 Р |
| <b>Газоблочная кладка</b>            |           |       |              |               |                |              |
| Блоки из газобетона D600 200*250*625 | м³        | 22    | 1,03         | 22,66         | 6790           | 153 861,40 Р |
| Клей кладки                          | шт        | 5     | 1,05         | 5,25          | 450            | 2 362,50 Р   |
| Арматура для кирпичной кладки        | кг        | 10    | 1,05         | 10,5          | 400            | 4 200,00 Р   |
| Стоимость работ по возведению        | м³        | 22    | 1,03         | 22,66         | 3000           | 67 980,00 Р  |
| Штукатурка Волма, толщина слоя 15 мм | кг        | 2040  | 1,05         | 2142          | 12             | 25 704,00 Р  |
| Стоимость работ по оштукатуриванию   | м²        | 102   | 1,05         | 107,1         | 800            | 85 680,00 Р  |
| Всего                                |           |       |              |               |                | 339 787,90 Р |
| <b>Напечатанные блоки</b>            |           |       |              |               |                |              |
| Блоки напечатанные шириной 300 мм    | м³        | 10    | 1,03         | 10,3          | 5000           | 51 500,00 Р  |
| Клей для кирпичной кладки            | шт        | 5     | 1,05         | 5,25          | 450            | 2 362,50 Р   |
| Арматура для кирпичной кладки        | кг        | 10    | 1,05         | 10,5          | 400            | 4 200,00 Р   |
| Стоимость работ по возведению        | м³        | 10    | 1,03         | 10,3          | 1500           | 15 450,00 Р  |
| Штукатурка Волма, толщина слоя 15 мм | кг        | 2500  | 1,05         | 2625          | 12             | 31 500,00 Р  |
| Стоимость работ по оштукатуриванию   | м²        | 102   | 1,05         | 107,1         | 800            | 85 680,00 Р  |
| Всего                                |           |       |              |               |                | 190 692,50 Р |
| <b>Напечатанные стены</b>            |           |       |              |               |                |              |
| Напечатанные стены                   | м³        | 10    | 1,03         | 10,3          | 4000           | 41 200,00 Р  |
| Арматура для кирпичной кладки        | кг        | 10    | 1,05         | 10,5          | 400            | 4 200,00 Р   |
| Стоимость работ по возведению        | м³        | 10    | 1,03         | 10,3          | 1500           | 15 450,00 Р  |
| Штукатурка Волма, толщина слоя 15 мм | кг        | 2500  | 1,05         | 2625          | 12             | 31 500,00 Р  |
| Стоимость работ по оштукатуриванию   | м²        | 102   | 1,05         | 107,1         | 800            | 85 680,00 Р  |
| Всего                                |           |       |              |               |                | 178 030,00 Р |

Согласно таблице, наименьшей стоимостью обладает технология печати стен – 178 030 рублей. На втором месте по стоимости – возведение напечатанных блоков – 190 692,5 рублей. Непрерывная строительная 3Д-печать выполняется с помощью строительного 3Д-принтера, который может выполнять работу круглосуточно.

### Результаты исследования

Для расчета многокритериального анализа необходимо определиться с границами каждого критерия:

1. Для теплопроводности границами будут являться  $1 - 2 C^0 \cdot M^2 / Bm$ ;
  2. Для прочности границами будут являться 0-40 МПа;
  3. Для сроков строительства 15-35 дней;
  4. Для стоимости возведения -150-350 тыс.руб.
- Для кладки принято 0,5 м<sup>3</sup> норма в день. То есть 48 дней для кирпича и 44 дня для газоблока соответственно. Данная норма принята из общей практики работ по кладке.

Таблица 4  
Таблица сравнений

|                    | Стоимость строительства, тыс. руб. | Сопротивление теплопроводности, $C^0 \cdot M^2 / Bm$ | Сроки строительства, дн. | Прочность материалов, МПа |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Худший             | 350                                | 1                                                    | 50                       | 0                         |
| Кирпичная кладка   | 348,416                            | 1,2                                                  | 48                       | 16,05                     |
| Газоблочная кладка | 339,787                            | 1,4                                                  | 44                       | 4,5                       |
| Напечатанные блоки | 190,692                            | 1,5                                                  | 19,5                     | 35,6                      |
| Напечатанные стены | 178,03                             | 1,5                                                  | 15,85                    | 35,6                      |
| Лучший             | 150                                | 2                                                    | 15                       | 40                        |

Для проведения многокритериального анализа зададимся коэффициентами следующего типа:

$$0 < \alpha_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} < 1$$

Рассчитываемые критерии должны быть однонаправленными. В данной работе рассмотрим минимизацию всех критериев, то есть рассчитанные коэффициенты должны стремиться к минимуму  $\sum \rightarrow \min$ . В нашем случае одинаковое направление имеют попарно стоимость строительства и сроки строительства, а также сопротивление теплопроводности и прочность материалов. Для критериев сопротивление теплопроводности и прочность материалов зададимся безразмерными коэффициентами  $\beta' = 1 - \beta$  и  $\rho' = 1 - \rho$  соответственно. В нашем случае таблица с рассчитанными коэффициентами будет иметь следующий вид (табл. 5).

Исходя из данных, полученных многокритериальным анализом наименьшей суммой коэффициентов, обладают напечатанные стены  $\sum \min = 0,77$ . Данный параметр указывает на то,

что для всех рассматриваемых критериев технология непрерывной печати показывает наименьшие затраты и наилучшие эксплуатационные характеристики. Несмотря на отсутствие изоляционных материалов в рассмотренных расчетах, напечатанные стены имеют хорошее сопротивление теплопроводности, что позволяет уменьшить используемые теплоизоляционные материалы.

Таблица 5  
Многокритериальный анализ.

|                    | Стоимость строительства | Сопротивление теплопроводности | Сроки строительства | Прочность материалов | $\Sigma$ |
|--------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|----------|
| Кирпичная кладка   | 0,99                    | 0,80                           | 0,94                | 0,60                 | 3,33     |
| Газоблочная кладка | 0,95                    | 0,60                           | 0,83                | 0,89                 | 3,27     |
| Напечатанные блоки | 0,20                    | 0,50                           | 0,13                | 0,11                 | 0,94     |
| Напечатанные стены | 0,14                    | 0,50                           | 0,02                | 0,11                 | 0,77     |

### Заключение и обсуждение

Строительная 3Д-печать сегодня является альтернативной традиционному строительству в случае возведения частных зданий. Крупногабаритные принтеры позволяют печатать непрерывно здания до 5 этажей, а малогабаритные принтеры служат в качестве станка для производства блоков для возведения зданий. Автоматизация строительства позволяет уменьшить трудозатраты, а также в разы сократить сроки строительства. Несмотря на преимущества строительной 3Д-печати, возведение многоэтажных домов остается возможным пока с помощью традиционного строительства.

В данной работе были рассмотрены практики применения строительной 3Д-печати как в России, так и в других странах. Было отмечено, что мобильность установок становится сегодня достаточно актуальным и удобным способом строительства. Во второй главе данной работы были подготовлены технологическая карта на строительную 3Д-печать частного здания, календарные планы на непрерывную печать и печать блоков, а также рассмотрена прогнозная модель, созданная для определения применимости полученных экспериментальных данных при печати блоков для использования в практике печати более высоких элементов.

В данной работе был проведен многокритериальный анализ по определению наиболее эффективной технологии возведения стеновых конструкций одноэтажного здания, поскольку сегодня в практике строительной 3Д-печати создаются только эти конструкции. Был сделан вывод, что непрерывная строительная 3Д-печать имеет ряд преимуществ по сравнению с газоблочным, кирпичным, а также блочным строительством. Данная технология применима в случае использования крупногабаритного принтера.

### Литература

1. Malaeb, Z., Alsakka, F., Hamzeh, F. 3D Concrete Printing : Machine Design, Mix Proportioning , and Mix

Comparison Between Different Machine Setups. Elsevier Inc. 2019. P. Vol. 10. P. 1-34.

2. Rybakov, V.A., Kozinets, K.G., Vatin, N.I., Velichkin, V.Z., Korsun, V.I.: Lightweight steel concrete structures technology with foam fiber-cement sheets // Magazine of Civil Engineering. 2018. Vol. 6. P. 103–111.

3. Klyuev, S. V., Klyuev, A. V., Vatin, N.I. Fiber concrete for the construction industry // Magazine of Civil Engineering. 2018. Vol. 8. P. 41–47.

4. Zhang, Y., Zhang, Y., She, W., Yang, L., Liu, G., Yang, Y. Rheological and harden properties of the high-thixotropy 3D printing concrete // Constr. Build. Mater. 2019. Vol. 10. P. 278–285.

5. Xia, M., Nematollahi, B., Sanjayan, J. Automation in Construction Printability , accuracy and strength of geopolymers made using powder-based 3D printing for construction applications // Autom. Constr. 2017. Vol. 101. P. 179–189.

6. Wu, P., Wang, J., Wang, X. Automation in Construction A critical review of the use of 3-D printing in the construction industry material Finished // Autom. Constr. 2016. Vol. 68. P. 21–31.

7. Mechtcherine, V., Naidu, V., Will, F., Näther, M., Otto, J., Krause, M.: Automation in Construction Large-scale digital concrete construction – CONPrint3D concept for on-site , monolithic 3D-printing // Autom. Constr. 2018. Vol. 107. P. 120-134.

8. Lowke, D., Dini, E., Perrot, A., Weger, D., Gehlen, C., Dillenburger, B. Cement and Concrete Research Particle-bed 3D printing in concrete construction – Possibilities and challenges // Cem. Concr. Res. 2019. Vol. 2. P. 1–15.

9. Pereira, L., Assemany, F., Júnior, O.R., Silva, E., Potiens, P.A. Evaluation of 3D printing filaments for construction of a pediatric phantom for dosimetry in CBCT // Radiat. Phys. Chem. Vol. 5. P. 1–4.

10. Polozov, I., Sufiarov, V., Shamshurin, A. Synthesis of titanium orthorhombic alloy using binder jetting additive manufacturing // Mater. Lett. 2019. Vol. 243. P. 88–91.

11. Sychova, A.M. The improving of the concrete quality in a monolithic clip // Magazine of Civil Engineering. 2018. Vol. 4. P. 3–14.

12. Zuo, Z., Gong, J., Huang, Y., Zhan, Y., Gong, M., Zhang, L. Experimental research on transition from scale 3D printing to full-size printing in construction // Constr. Build. Mater. 2017. Vol. 208. P. 350–360.

13. Sanjayan, J.G., Nematollahi, B. 3D Concrete Printing for Construction Applications // Elsevier Inc. 2019. Vol. 4. P. 12-45.

14. Hager, I., Golonka, A., Putanowicz, R. 3D printing of buildings and building components as the future of sustainable construction. Procedia Eng. 2016. Vol. 151. P. 292–299.

15. Sakin, M., Kiroglu, Y.C. 3D Printing of Buildings : Construction of the Sustainable Houses of the Future by BIM // Energy Procedia. 2017. Vol. 134. P. 702–711.

16. Buchanan, C., Gardner, L. Metal 3D printing in construction: A review of methods , research , applications , opportunities and challenges // Eng. Struct. 2019. Vol. 139. P. 332–348.

17. Marchment, T., Sanjayan, J., Xia, M. Method of

Enhancing Interlayer Bond Strength in PT NU SC // Mater. Des. 2017. Vol. 24. P. 124-129.

18. Furet, B., Poullain, P., Garnier, S. Concrete printed structures // Addit. Manuf. 2019. Vol. P. 30-34.

19. Беляева С.В., Кротов О.М., Гокканен А.И., Обмачкин В.А. Применение 3d-принтера в строительной отрасли // Неделя Науки – 2019. С. 83-85.

20. Мустафин Н.Ш., Барышников А.А. Новейшие технологии в строительстве. 3D принтер // Региональное развитие. 2015. №8. С. 13-15.

#### Evaluation of the effectiveness of 3D printing for wall structures Krotov O.M., Ptukhina I.S.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Introduction: building 3D printing is today considered as an analogue of traditional construction for the construction of buildings and structures. Despite this, mainly construction 3D printers are used for the construction of wall structures due to the capabilities of technology. To evaluate the effectiveness of this technology for wall structures, this paper compares several types of materials used for wall construction. The main purpose of this article is to determine the most effective technology for building walls when comparing cost, strength, construction time and thermal conductivity. The results of the study can be used in practice when choosing a technology for erecting wall structures.

Materials and methods: to assess the effectiveness of the technology of erecting wall structures, this work uses laboratory tests of printed materials to determine the strength and thermal conductivity, the calculation of the cost of work, as well as a multi-criteria analysis based on the calculations obtained.

Results: according to the results of the research and multi-criteria analysis, it was found that the construction of wall structures using a large-sized printer in a continuous way is the most effective way. This technology is two times cheaper and three times faster than brickwork. The main barriers to the implementation of this technology are the lack of mixtures used in the building materials market, insufficient qualifications of specialists, as well as an undeveloped regulatory framework for construction 3D printing.

Conclusions: The results obtained can be used when choosing a technology for erecting wall structures. With continuous building 3D printing, it is necessary to choose the right materials, since an improperly designed mixture can lead to the destruction of the entire wall structure and, as a result, to waste of materials.

Keywords: building 3D printing, printed blocks, continuous printing, layers, multicriteria analysis, compressive strength, thermal conductivity resistance.

#### References

1. Malaeb, Z., Alsakka, F., Hamzeh, F. 3D Concrete Printing: Machine Design, Mix Proportioning , and Mix Comparison Between Different Machine Setups. Elsevier Inc. 2019. P. Vol. 10. P. 1-34.
2. Rybakov, V.A., Kozinets, K.G., Vatin, N.I., Velichkin, V.Z., Korsun, V.I.: Lightweight steel concrete structures technology with foam fiber-cement sheets // Magazine of Civil Engineering. 2018 Vol. 6. P. 103–111.
3. Klyuev, S. V., Klyuev, A. V., Vatin, N. I. Fiber concrete for the construction industry // Magazine of Civil Engineering. 2018 Vol. 8. P. 41–47.
4. Zhang, Y., Zhang, Y., She, W., Yang, L., Liu, G., Yang, Y. Rheological and harden properties of the high-thixotropy 3D printing concrete, Constr. Build. Mater. 2019 Vol. 10. P. 278–285.
5. Xia, M., Nematollahi, B., Sanjayan, J. Automation in Construction Printability , accuracy and strength of geopolymers made using powder-based 3D printing for construction applications // Autom. Constr. 2017 Vol. 101. P. 179–189.
6. Wu, P., Wang, J., Wang, X. Automation in Construction A critical review of the use of 3-D printing in the construction industry material Finished // Autom. Constr. 2016. Vol. 68. P. 21–31.
7. Mechtcherine, V., Naidu, V., Will, F., Näther, M., Otto, J., Krause, M.: Automation in Construction Large-scale digital concrete construction – CONPrint3D concept for on-site , monolithic 3D printing // Autom. Constr. 2018 Vol. 107. P. 120-134.
8. Lowke, D., Dini, E., Perrot, A., Weger, D., Gehlen, C., Dillenburger, B. Cement and Concrete Research Particle-bed 3D printing in concrete construction – Possibilities and challenges // Cem. Concr. Res. 2019 Vol. 2. P. 1–15.
9. Pereira, L., Assemany, F., Júnior, O.R., Silva, E., Potiens, P.A. Evaluation of 3D printing filaments for construction of a pediatric phantom for dosimetry in CBCT // Radiat. Phys. Chem. Vol. 5. P. 1–4.
10. Polozov, I., Sufiarov, V., Shamshurin, A. Synthesis of titanium orthorhombic alloy using binder jetting additive manufacturing, Mater. Lett. 2019 Vol. 243. P. 88–91.
11. Sychova, A.M. The improving of the concrete quality in a monolithic clip // Magazine of Civil Engineering. 2018 Vol. 4. P. 3–14.
12. Zuo, Z., Gong, J., Huang, Y., Zhan, Y., Gong, M., Zhang, L. Experimental research on transition from scale 3D printing to full-size printing in construction, Constr. Build. Mater. 2017 Vol. 208. P. 350–360.
13. Sanjayan, J.G., Nematollahi, B. 3D Concrete Printing for Construction Applications // Elsevier Inc. 2019 Vol. 4. P. 12-45.

14. Hager, I., Golonka, A., Putanowicz, R. 3D printing of buildings and building components as the future of sustainable construction. *Procedia Eng.* 2016. Vol. 151. P.292–299.
15. Sakin, M., Kiroglu, Y.C. 3D Printing of Buildings: Construction of the Sustainable Houses of the Future by BIM // *Energy Procedia.* 2017 Vol. 134. P. 702–711.
16. Buchanan, C., Gardner, L. Metal 3D printing in construction: A review of methods , research , applications , opportunities and challenges // *Eng. Struct.* 2019 Vol. 139. P.332–348.
17. Marchment, T., Sanjayan, J., Xia, M. Method of Enhancing Interlayer Bond Strength in PT NU SC // *Mater. Des.* 2017 Vol. 24. P.124-129.
18. Furet, B., Poullain, P., Garnier, S. Concrete printed structures, *Addit. Manuf.* 2019 Vol. P.30-34.
19. Belyaeva S.V., Krotov O.M., Gokkanen A.I., Obmachkin V.A. The use of a 3d printer in the construction industry // *Week of Science - 2019.* P. 83-85.
20. Mustafin N.Sh., Baryshnikov A.A. The latest technologies in construction. 3D printer // *Regional development.* 2015. No. 8. pp.13-15.



# Инновационные методы контроля качества в строительстве: новые возможности и технологии

**Лемешкин Антон Владимирович**

Независимый исследователь, lemeshkinanton@gmail.com

Статья представляет обзор современных подходов и технологий, используемых в строительстве для повышения контроля качества. Целью работы является исследование эффективности инновационных методов контроля качества и их потенциала для улучшения процессов строительства. В рамках работы была проведена обширная литературная ревизия и анализ результатов применения новых технологий в строительстве. Три ключевые технологии, рассмотренные в статье, включают дистанционное зондирование, 3D-сканирование и искусственный интеллект. Каждая из этих технологий имеет свои преимущества и ограничения, которые подробно рассмотрены. Статья также представляет результаты сравнительного анализа эффективности различных технологий контроля качества, статистические данные об использовании инновационных методов в строительстве, а также примеры результатов применения этих методов в реальных проектах. Исследование показывает, что инновационные методы контроля качества, такие как дистанционное зондирование, 3D-сканирование и искусственный интеллект, предоставляют новые возможности для повышения уровня контроля и оптимизации процессов строительства. Однако, их успешная реализация требует разработки стратегии внедрения, обучения персонала и адаптации рабочих процессов. Статья заключается в необходимости совместных усилий со стороны заказчиков, инженеров, строителей и специалистов в области информационных технологий для успешного внедрения и развития инновационных методов контроля качества в строительстве. Это позволит создать более безопасные, эффективные и надежные строительные объекты.

**Ключевые слова:** инновации, контроль качества, строительство, безопасность, надежность, технологии.

## Введение

В современном мире строительство играет важную роль в развитии экономики и обеспечении жизненных потребностей общества. Однако, вопросы контроля качества строительных работ остаются актуальными и требуют постоянного совершенствования. Ошибки и недостатки в строительстве могут привести к серьезным последствиям, включая повреждение инфраструктуры, потерю жизней и значительные финансовые потери.

В свете активного развития технологий и стремления к повышению качества строительных работ, становится все более важной задача разработки и внедрения инновационных методов контроля качества. Эти методы и технологии предоставляют новые возможности для более эффективного и точного контроля, а также оптимизации процессов строительства.

Рассмотрим три ключевые технологии, которые находят применение в строительной отрасли: дистанционное зондирование, 3D-сканирование и искусственный интеллект. Каждая из этих технологий имеет свои преимущества и ограничения, которые будут подробно изучены в данной работе.

Осознание важности контроля качества и применение инновационных методов являются ключевыми факторами для создания безопасных, эффективных и надежных строительных объектов. Использование современных технологий в контроле качества поможет снизить риски, связанные с ошибками и дефектами, а также повысить доверие клиентов к строительным проектам.

Дальнейшее исследование и развитие инновационных методов контроля качества в строительстве необходимы для обеспечения постоянного совершенствования и инноваций в строительной отрасли. Интеграция новых технологий в процессы контроля качества способствует повышению эффективности, надежности и безопасности строительных работ.

**Цель:** Целью данной работы является исследование современных инновационных методов контроля качества в строительстве и оценка их эффективности.

**Гипотеза:** С применением новых технологий, таких как дистанционное зондирование, 3D-сканирование и искусственный интеллект, можно значительно повысить уровень контроля качества в строительстве.

**Методология:** Для достижения поставленной цели был проведен обзор современной литературы, анализ результатов применения новых технологий в строительстве, а также проведены собственные ис-



следования, включая анализ нескольких строительных проектов, где применялись указанные технологии.

### Дистанционное зондирование

Дистанционное зондирование (Remote Sensing) – это метод сбора информации о объектах и явлениях, находящихся на земной поверхности или в атмосфере, с использованием специализированных сенсоров, размещенных на спутниках, самолетах или беспилотных летательных аппаратах (дронах). Этот метод позволяет получать данные без прямого контакта с исследуемым объектом, что делает его особенно полезным для контроля качества в строительстве.

Дистанционное зондирование использует электромагнитное излучение, которое излучается сенсорами и взаимодействует с поверхностью Земли. Различные объекты и материалы отражают или поглощают излучение в зависимости от своих физических свойств. Сенсоры регистрируют отраженное или излученное излучение и записывают его в виде спектральных данных, которые затем обрабатываются для извлечения информации о состоянии и характеристиках объектов.

Применение дистанционного зондирования в строительстве имеет несколько преимуществ. Во-первых, он позволяет быстро получать данные о состоянии строительных объектов на больших территориях и в труднодоступных местах. Это особенно полезно для мониторинга строительных проектов на удаленных объектах или в регионах с ограниченной доступностью.

Во-вторых, дистанционное зондирование позволяет проводить мониторинг в режиме реального времени или с периодической частотой, что позволяет оперативно обнаруживать изменения и аномалии. Это дает возможность своевременно реагировать на потенциальные проблемы или дефекты и принимать меры для их устранения.

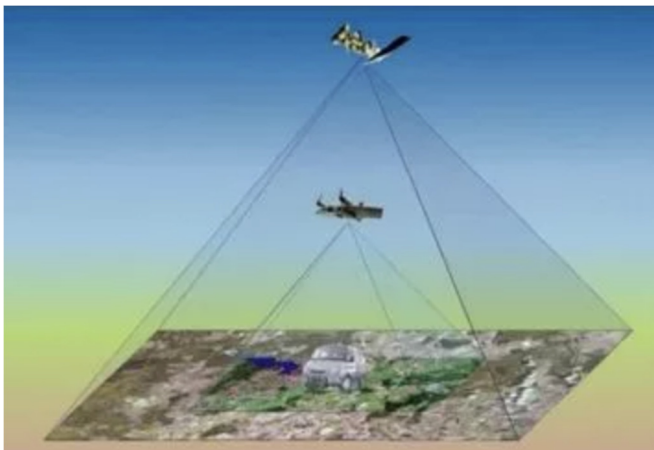


Рисунок 1 - Дистанционное зондирование земли

Дистанционное зондирование может быть использовано для контроля качества строительных материалов, определения деформаций и дефектов на строительных объектах, а также для оценки со-

стояния окружающей среды в районе строительства. Например, с помощью спутниковых снимков можно анализировать качество покрытия кровли, состояние фасадов зданий, изменения в ландшафте и других параметров, которые могут влиять на качество и долговечность строительных проектов.

### 3D-сканирование

3D-сканирование - это процесс сбора точных трехмерных данных об объекте или поверхности с использованием специальных устройств и технологий. Оно позволяет создать точную трехмерную модель объекта, захватывая его форму, размеры и текстуру.

Процесс 3D-сканирования включает несколько этапов. Сначала объект сканируется при помощи лазерного сканера или другого специализированного устройства, которое излучает лазерный луч или световые сигналы и затем регистрирует отраженные данные. Затем полученные данные обрабатываются и преобразуются в точную трехмерную модель при помощи специального программного обеспечения.



Рисунок 2 - 3D строительный сканер

Применение 3D-сканирования в строительстве имеет множество преимуществ. Во-первых, оно позволяет создать точную и детализированную трехмерную модель объекта, что облегчает планирование и проектирование. Архитекторы, инженеры и дизайнеры могут использовать эти модели для визуализации и анализа предстоящих проектов, оценки соответствия строительных элементов и принятия информированных решений.

Во-вторых, 3D-сканирование может быть использовано для контроля качества строительных работ. Путем сравнения трехмерных моделей с заданными проектными параметрами, можно обнаружить дефекты, ошибки или отклонения от требуемых стандартов. Это позволяет оперативно выявлять проблемы и принимать меры для их исправления, минимизируя возможные затраты и задержки в процессе строительства.

Третье преимущество 3D-сканирования состоит в возможности проведения точных измерений и анализа объектов. Поскольку сканирование предоставляет точные данные о размерах и форме объектов,

его можно использовать для измерения и контроля размеров строительных элементов, объемов материалов и других параметров, что способствует точности и соответствию проекту.

### Искусственный интеллект

Искусственный интеллект (Artificial Intelligence, AI) - это область науки и технологий, которая занимается разработкой систем и компьютерных программ, способных имитировать и выполнять задачи, требующие интеллектуальных способностей человека. Он основан на создании алгоритмов и моделей, которые позволяют компьютерам "мыслить" и принимать решения на основе собранных данных.

Искусственный интеллект обладает несколькими ключевыми возможностями:

1. Обучение и адаптация: Системы искусственного интеллекта могут обучаться на основе имеющихся данных и опыта, а также самостоятельно адаптироваться к новым ситуациям и требованиям. Они способны выявлять закономерности, обнаруживать паттерны и делать выводы на основе доступной информации.

2. Распознавание и обработка данных: Искусственный интеллект может обрабатывать большие объемы данных и выполнять задачи по их анализу и интерпретации. Он может распознавать образы, тексты, звуки, естественный язык и другие формы данных, что делает его полезным инструментом для обработки и классификации информации.

3. Принятие решений: Искусственный интеллект способен принимать решения на основе доступных данных и заданных правил. Он может оптимизировать процессы, предлагать рекомендации и предсказывать результаты на основе анализа информации. Это позволяет принимать информированные и обоснованные решения в различных областях, включая строительство.

В строительстве искусственный интеллект находит применение во многих областях:

1. Управление проектами: Искусственный интеллект может помочь в планировании и управлении проектами, оптимизировать расписание работ, ресурсное планирование и контроль бюджета.

2. Контроль качества: Системы искусственного интеллекта могут использоваться для обнаружения дефектов, аномалий и отклонений от стандартов качества. Они могут проводить анализ данных с целью выявления проблем и предлагать рекомендации по улучшению качества работ и процессов в строительстве.

3. Прогнозирование и оптимизация: Искусственный интеллект может использоваться для прогнозирования результатов строительных проектов на основе имеющихся данных. Он может помочь в принятии решений относительно оптимальных стратегий и вариантов проектирования, а также предлагать рекомендации по оптимизации процессов строительства.

4. Управление ресурсами: Системы искусственного интеллекта могут быть использованы для эффективного управления ресурсами, такими как материалы, оборудование и трудовые ресурсы. Они

могут помочь в оптимизации процессов закупок, планировании поставок и управлении запасами.

5. Безопасность и безопасное строительство: Искусственный интеллект может быть использован для обеспечения безопасности на строительных площадках. Он может помочь в обнаружении потенциально опасных ситуаций, анализе рисков и предложении мер по предотвращению несчастных случаев.

6. Улучшение энергоэффективности: Системы искусственного интеллекта могут использоваться для анализа энергопотребления и предложения мер по повышению энергоэффективности зданий и сооружений. Они могут помочь в оптимизации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также управлении энергоснабжением.

Применение искусственного интеллекта в строительстве предлагает большие перспективы для повышения эффективности, улучшения качества и сокращения затрат. Однако, при его использовании необходимо учитывать некоторые вызовы, такие как необходимость в больших объемах данных, надежность и безопасность систем, а также необходимость прозрачности и этичности при использовании алгоритмов и принятии решений.

### Результаты:

В таблице 1 представлен сравнительный анализ эффективности различных технологий контроля качества в строительстве: дистанционное зондирование, 3D-сканирование и искусственный интеллект. В таблице указаны преимущества и ограничения каждой из этих технологий.

Таблица 1  
Сравнительный анализ эффективности различных технологий контроля качества

| Технология контроля качества | Преимущества                  | Ограничения                     |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Дистанционное зондирование   | Быстрое получение данных      | Зависимость от погодных условий |
| 3D-сканирование              | Высокая точность измерений    | Высокая стоимость оборудования  |
| Искусственный интеллект      | Автоматизация и анализ данных | Необходимость обучения модели   |

Эта таблица предоставляет обзор основных преимуществ и ограничений каждой технологии, что позволяет оценить их потенциал и применимость в контексте контроля качества в строительстве. Решение о выборе конкретной технологии будет зависеть от требований и особенностей конкретного строительного проекта.

### Статистические данные об использовании инновационных методов контроля качества в строительстве

На диаграмме 1 представлены статистические данные об использовании инновационных методов контроля качества в строительстве за период не-

скольких лет. Она отражает долю проектов, в которых были применены эти методы, и позволяет проследить тенденцию их распространения и принятия в строительной отрасли.

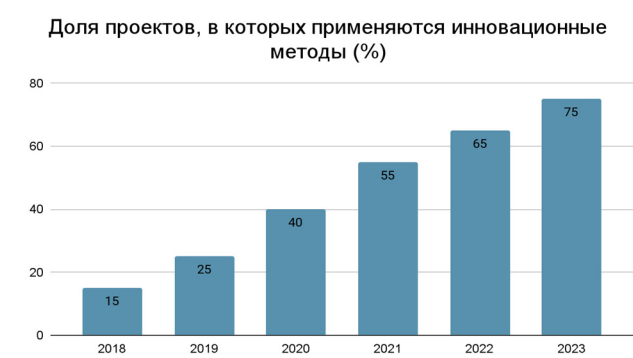


Диаграмма 1 - Статистические данные об использовании инновационных методов контроля качества в строительстве

Данные диаграммы представлены в виде годовых показателей и показывают процент проектов, в которых были использованы инновационные методы контроля качества. Начиная с 2018 года и до текущего периода отражается увеличение доли проектов, где применяются эти инновационные методы. Например, в 2018 году лишь 15% проектов использовали инновационные методы контроля качества. Однако, с каждым годом доля таких проектов увеличивается, что указывает на растущую популярность и востребованность этих методов. В 2023 году уже 75% проектов в строительстве применяют инновационные методы контроля качества.

Такие статистические данные говорят о том, что строительная отрасль признает важность и преимущества инновационных методов контроля качества. Внедрение этих методов позволяет снижать риски, обнаруживать дефекты на ранних стадиях и повышать качество и надежность строительных проектов.

**Результаты применения инновационных методов**

Таблица 2 представляет примеры результатов применения инновационных методов контроля качества в строительстве. В этой таблице указаны конкретные проекты, инновационные методы, примененные в каждом проекте, и результаты, полученные благодаря использованию этих методов.

Примеры результатов, приведенных в таблице 2, демонстрируют практическую эффективность и пользу от применения инновационных методов контроля качества в строительстве. Например, в Проекте А применение 3D-сканирования и искусственного интеллекта привело к сокращению количества строительных дефектов на 30% и снижению времени проекта на 15%. В Проекте Б использование дистанционного зондирования и искусственного интеллекта позволило улучшить точность контроля качества бетонных конструкций на 20% и снизить затраты на 10%. Проект В получил оптимизацию процесса строительства на 25% благодаря применению

дистанционного зондирования и 3D-сканирования для быстрого обнаружения деформаций.

Таблица 2  
Пример результатов применения инновационных методов контроля качества

| Проект   | Инновационные методы контроля качества              | Результаты                                                                               |
|----------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Проект А | 3D-сканирование, искусственный интеллект            | Сокращение количества строительных дефектов на 30%, снижение времени проекта на 15%      |
| Проект Б | Дистанционное зондирование, искусственный интеллект | Улучшение точности контроля качества бетонных конструкций на 20%, снижение затрат на 10% |
| Проект В | Дистанционное зондирование, 3D-сканирование         | Оптимизация процесса строительства за счет быстрого обнаружения деформаций на 25%        |

Таблица 2 демонстрирует практическую значимость и положительные результаты использования инновационных методов контроля качества в строительстве. Она подчеркивает, что эти методы способны не только обнаруживать и предотвращать дефекты, но и оптимизировать процессы строительства, увеличивать эффективность и снижать затраты. Примеры результатов показывают, что применение инновационных методов контроля качества в строительстве может привести к улучшению качества работ, ускорению процессов, снижению рисков и повышению удовлетворенности заказчиков.

**Заключение**

На основе проведенного анализа и исследования, можно сделать несколько ключевых выводов:

1. Инновационные методы контроля качества в строительстве предоставляют новые возможности и технологии для улучшения процессов и повышения качества строительных работ. Они позволяют обнаруживать дефекты и проблемы на ранних стадиях, что способствует своевременному принятию мер для их устранения. Также эти методы обеспечивают точное документирование и анализ результатов контроля, что важно при решении спорных вопросов и оценке выполнения строительных работ.
2. Использование инновационных методов контроля качества в строительстве позволяет внедрить современные технологии, такие как дистанционное зондирование, 3D-сканирование и искусственный интеллект. Эти технологии значительно упрощают сбор данных, повышают скорость и точность измерений, а также улучшают аналитические возможности. Они также способствуют автоматизации процессов контроля качества и оптимизации строительных проектов.
3. Применение инновационных методов контроля качества в строительстве несет определенные вызовы и препятствия, такие как высокая стои-

мость внедрения новых технологий и необходимость обучения персонала. Однако, преимущества и потенциал этих методов превышают возможные сложности, и совместные усилия со стороны заказчиков, инженеров, строителей и специалистов в области информационных технологий могут преодолеть эти проблемы.

Будущее инновационных методов контроля качества в строительстве обещает дальнейший прогресс и развитие. Технологии будут становиться более доступными, точными и универсальными. Развитие искусственного интеллекта, расширение возможностей дистанционного зондирования и 3D-сканирования, а также интеграция различных данных и систем будут способствовать более глубокому и широкому применению этих методов во всех сферах строительства.

## Литература

1. Ю, Л., Шен, К., Лю, Г., & Чен, Х. Инновации в контроле качества строительных проектов: обзор. Автоматизация в строительстве. 2018. 86, 150-162.
2. Хоу, Л., Ли, Х., Лу, М., Скитмор, М., & Шен, Л. Применение фотограмметрии беспилотных летательных аппаратов для контроля качества в строительных проектах. Журнал гражданского строительства и менеджмента. 2019. 25(8), 779-791.
3. Ху, З., Чжан, У. и Дуань, З. Контроль качества в строительстве на основе BIM и технологии больших данных. Достижения в области гражданского строительства, 2020 год.
4. Тан П., Се Х. и Яо Ю. Контроль качества бетонных конструкций на основе технологии компьютерного зрения. Достижения в области гражданского строительства, 2020 год.
5. Ся, Б., Чжоу, С., & Сюй, Дж. Контроль качества железобетонной конструкции с использованием 3D-лазерного сканирования. Достижения в области гражданского строительства, 2020 год.
6. Лин У., Дэн Х. и Шао З. Контроль качества строительства на основе искусственного интеллекта и машинного обучения. Достижения в области гражданского строительства, 2020 год.
7. Сон Х., Чо Дж. и Ким Х. Разработка автоматизированной системы контроля качества в строительстве в режиме реального времени с использованием глубокого обучения. Автоматизация в строительстве, 103, 93-105.
8. Ван, Д., Мао, С. и Лю, Ю. Контроль качества быстровозводимых конструкций с использованием технологии RFID. Журнал гражданского строительства и менеджмента, 25 (8), 792-805.

9. Цзо, Дж., Ло, Х. и Чжао, З. Контроль качества строительства стальных конструкций на основе Интернета вещей и облачных вычислений. Достижения в области гражданского строительства, 2020 год.

10. Ву, Х., Чен, К., & Ю, Ю. Контроль качества изоляции зданий с использованием инфракрасной термографии. Журнал гражданского строительства и менеджмента, 27 (4), 231-240.

## Innovative methods of quality control in construction: new opportunities and technologies Lemeshkin A.V.

The article provides an overview of modern approaches and technologies used in construction to enhance quality control. The aim of the study is to investigate the effectiveness of innovative quality control methods and their potential for improving construction processes. A comprehensive literature review was conducted, and the results of implementing new technologies in construction were analyzed. Three key technologies discussed in the article include remote sensing, 3D scanning, and artificial intelligence. Each of these technologies has its advantages and limitations, which are examined in detail. The article also presents the results of a comparative analysis of the effectiveness of different quality control technologies, statistical data on the use of innovative methods in construction, and examples of the results obtained from applying these methods in real projects. The research demonstrates that innovative quality control methods such as remote sensing, 3D scanning, and artificial intelligence provide new opportunities for enhancing control and optimizing construction processes. However, their successful implementation requires the development of an implementation strategy, training of personnel, and adaptation of workflow processes. The article concludes by emphasizing the need for collaborative efforts among clients, engineers, builders, and IT specialists to successfully implement and develop innovative quality control methods in construction. This will contribute to the creation of safer, more efficient, and reliable construction projects.

Keywords: innovation, quality control, construction, safety, reliability, technology.

## References

1. Yu, L., Shen, Q., Liu, G., & Chen, X. Innovation in quality control for construction projects: a review. Automation in Construction. 2018. 86, 150-162.
2. Hou, L., Li, H., Lu, M., Skitmore, M., & Shen, L. Application of UAV photogrammetry for quality control in construction projects. Journal of Civil Engineering and Management. 2019. 25(8), 779-791.
3. Hu, Z., Zhang, W., & Duan, Z. Quality control in construction based on BIM and big data technology. Advances in Civil Engineering, 2020.
4. Tang, P., Xie, X., & Yao, Y. Quality control of concrete construction based on computer vision technology. Advances in Civil Engineering, 2020.
5. Xia, B., Zhou, C., & Xu, J. Quality control of reinforced concrete structure using 3D laser scanning. Advances in Civil Engineering, 2020.
6. Lin, W., Deng, H., & Shao, Z. Quality control for construction based on artificial intelligence and machine learning. Advances in Civil Engineering, 2020.
7. Son, H., Cho, J., & Kim, H. Development of an automated system for real-time quality control in construction using deep learning. Automation in Construction, 103, 93-105.
8. Wang, D., Mao, C., & Liu, Y. Quality control of prefabricated construction using RFID technology. Journal of Civil Engineering and Management, 25(8), 792-805.
9. Zuo, J., Luo, H., & Zhao, Z. Quality control of steel structure construction based on IoT and cloud computing. Advances in Civil Engineering, 2020.
10. Wu, H., Chen, Q., & Yu, Y. Quality control of building insulation using infrared thermography. Journal of Civil Engineering and Management, 27(4), 231-240.

# Вертикальное озеленение фасадов – объединение ландшафта и архитектуры

**Макарьян Валерия Витальевна**

магистрант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, alyeriya@mail.ru,

**Коржемпо Ян Александрович**

доцент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 9119138995@mail.ru

Вертикальное озеленение – направление ландшафтной архитектуры, используемое в экстерьере (отделка фасадов (в т. ч. брандмауэрных стен) и откосов, экранирование зон и другое) и интерьере (оформление «зелёных» стен в помещениях).

В статье рассматривается данный вид озеленения на примере фасадов зданий и сооружений. Сегодня в связи с развитием городов это направление имеет большой, неоценимый потенциал развития. Грамотное объединение ландшафта и архитектуры в единый организм, в котором все элементы взаимосвязаны, и каждый помогает подчеркнуть достоинства другого – это одна из важнейших задач формирования облика города, как с экологической, так и с эстетическо-культурно-просветительской стороны.

**Ключевые слова:** вертикальное озеленение фасада, ландшафт, архитектура, «зелёная» архитектура, вертикальный сад, «зелёная» стена.

## Зарубежный опыт, функции и конструкции

Сегодня в условиях плотной городской застройки наблюдается дефицит зелёных насаждений и территорий под их размещение, поэтому восполнить баланс между твёрдыми поверхностями и напочвенным покровом можно с помощью внедрения «зелёной» архитектуры – это направление объёмно-пространственного формирования среды, которое занимается проектированием зелёных крыш, фасадов и террас зданий и сооружений [4]. Данная практика имеет широкое применение в зарубежных странах.

Вертикальное озеленение, интегрированное в застройку, осуществляет дополнительные функции, которые благоприятно влияют на неё, а именно:

1. Улучшение звукоизоляции здания – снижение уровня шума, проникаемого в помещения, за счёт поглощения, преломления и отражения звука; уменьшение ветровой нагрузки и загазованности.

2. Контроль стока дождевых вод, их фильтрация и рециркуляция (в т. ч. сбор воды в отстойники и использование при ЧС).

3. Регулирование температуры здания, снижение потребления энергии (например, летом, благодаря «зелёным» стенам, температура каркаса строения снижается на несколько градусов, что позволяет, в частности, экономить энергию и затраты на кондиционирование воздуха), поглощение солнечной радиации.

4. Формирование среды – эстетика объединения живого и неживого материалов (в т. ч. маскировка «серых» фасадов).

Современником сегодняшнего дня в этой области является французский ботаник Патрик Бланк, который запатентовал технологию «Вертикальные сады» в 1988 году. Один из знаменитых его проектов – это оформление музея на набережной Бранли в Париже (2006 год) (рис. 1). Здесь мастер использовал более 170 видов растений, площадь поверхности которых составляет 800 кв. м. После обновления фасада здание преобразилось, появилась связь с прилегающим садом – интеграция музея в среду.

Конструкция, которую использует в своих работах Бланк, состоит из металлической рамы, на неё установлен пластиковый каркас с высокопористыми полиамидными пластинами (полимерный войлок), в них помещаются растения; питание поступает через специальные трубки, постоянно циркулируя (рис. 2). Система крепится к стене здания на небольшом расстоянии, чтобы уберечь фасады от разрушительного воздействия растений и создать воздушный отсек для вентиляции. Вес квадратного метра



такого каркаса не превышает 30-35 кг, и толщина минимальна.



Рис. 1. Музей на набережной Бранли (г. Париж)  
Источник URL: <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/paris/quai-branly-jacques-chirac-museum>.

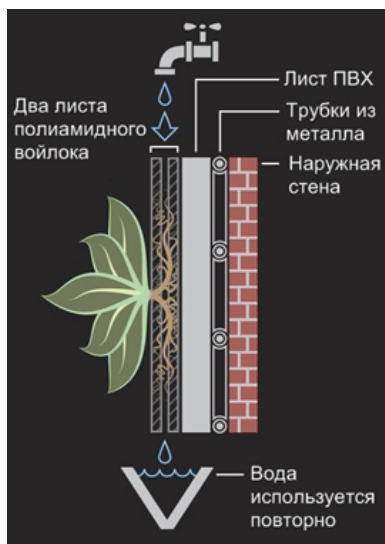


Рис. 2. Конструкция вертикального сада  
Источник URL: <https://web.snauka.ru/issues/2017/4/81713>.

Для непрерывного функционирования вертикального сада применяются разные способы, это зависит от назначения и места нахождения строения, и самого вида вертикального озеленения. В т. ч. используется метод гидропоника, это когда растения выращивают без почвы в специальных растворах. Данный метод подразделяется на следующие виды: глубоководное культивирование, периодическое затопление, капельный полив, технологию питательного слоя, аэропонику и фитильную систему.

Проанализировав накопленный мировой опыт, можно выделить следующие приёмы вертикального оформления:

1. Контейнерное озеленение балконов и террас, в т. ч. ампельное (например, подвесы).

2. Плетение лиан по стенам строения с помощью каркасов из шпалер (например, деревянных), металлических сеток анкерного крепления. Причём лианы могут произрастать как в контейнерах, так и в открытом грунте, расположенном за отмошкой здания и в её пределах (рис. 3).

3. Кассетное оформление стен (патент «Ботанические кирпичи» («Botanical Bricks») профессора ландшафтной архитектуры С. Х. Уайта, 1938 год).

4. Специальные конструкции из ПВХ.

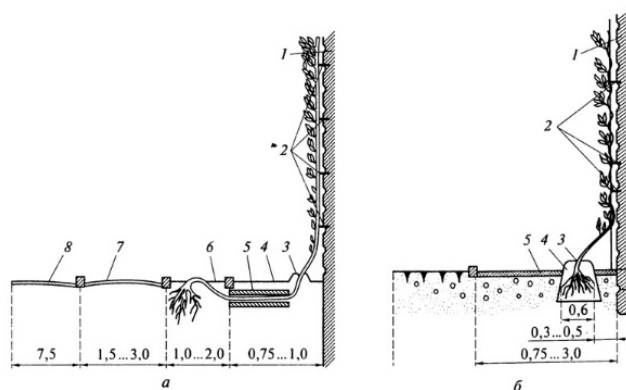


Рис. 3. Примеры расположения лиан у стены (а – за пределами отмошки (1 – фасад здания, 2 – каркас (сетка), 3 – лунка, 4 – отмошка, 5 – предохранитель (трубка), 6 – открытый грунт, 7 – пешеходная часть, 8 – проезжая часть), б – в пределах отмошки (1 – фасад здания, 2 – каркас, 3 – лунка, 4 – место посадки, 5 – отмошка)) [1, С. 279]

При выборе оформления фасада лианами, для подбора опоры, нужно учитывать вид их крепления:

1. При помощи воздушных корней (например: девичий виноград пятилисточковый (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.), гортензия черешковая (*Hydrangea petiolaris* Siebold & Zucc.), камписис укореняющийся (*Campsis radicans* (L.) Seem. ex Bureau)). Эти растения не требуют специальных систем для крепления, их в основном применяют на шероховатых каменных поверхностях.

2. С помощью черешков либо листьев (например: виноград амурский (*Vitis amurensis* Rupr.), сорта клематиса (*Clematis* Dill. ex L.), виноградовник аконитолистный (*Ampelopsis aconitifolia* Bunge)). Такие растения используют для оформления гладких стен, на которые крепится специальный каркас.

3. При помощи стеблей (например: древогубец круглолистный (*Celastrus orbiculatus* Thunb.), древогубец канадский (*Celastrus scandens* L.), жимолость каприфоль (*Lonicera caprifolium* L.), лимонник китайский (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.), сорта актинидии (*Actinidia* Lindl.)). Опорами для таких видов растений служат вертикальные стержни, диаметр которых не превышает 5-8 см.

Другие виды лиан, которые используются для оформления фасадов: актинидия полигамная (*Actinidia polygama* (Siebold & Zucc.) Maxim.), актинидия коломикта (*Actinidia kolomikta* (Maxim. & Rupr.) Maxim.), кирказон (*Aristolochia* L.), клематис виноградолистный (*Clematis vitalba* L.), ломонос Жакмана (*Clematis jackmanii* T. Moore), древогубец плетеоб-

разный (*Celastrus flagellaris* Rupr.), девичий виноград прикреплённый (*Parthenocissus inserta* (A.Kern.) Fritsch), девичий виноград триостренный (*Parthenocissus tricuspidata* (Siebold & Zucc.) Planch.), хмель обыкновенный (*Humulus lupulus* L.) и другие.

Одним из преимуществ «зелёных» стен является занимаемое небольшое пространство и объём, при этом площадь применения может варьироваться от частичного до сплошного заполнения фасада.

Для контейнерного озеленения используют низкорослые растения, хорошо поддающиеся формовке, с компактной кроной и корневой системой. Ёмкости могут быть как подвесного типа, так и напольного. Одним из достоинств такого вида озеленения считается возможность менять пространство, задавать движение и расставлять новые акценты.

К ассортименту контейнерного озеленения можно отнести некоторые лианы, перечисленные выше, также другие виды растений, например: берёза карликовая (*Betula nana* L.), ива пурпурная (*Salix purpurea* L.), спирея японская (*Spiraea japonica* L.f.), ракитник стелющийся (*Cytisus decumbens* (Durande) Spach), можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.), княжик сибирский (*Atragene sibirica*), паслён сладко-горький (*Solanum dulcamara* L.), вербейник монетный (*Lysimachia nummularia* L., Sp. Pl.), очиток едкий (*Sedum acre* L.), очитник видный (*Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba), очиток ложный (*Sedum spurium* M. Bieb.) и другие.

Примером террасного вертикального озеленения может служить жилой комплекс Bosco Verticale (г. Милан) – два небоскрёба высотой 110 и 76 метров (архитекторы С. Бозри, Д. Баррека и Д. Ла Варра) (рис. 4). В проекте высажено около 900 деревьев, 5 тыс. кустарников и большое разнообразие трав. Здания превратились в небольшие оазисы, зелёные акценты подчеркнули динамику террас и разбавили чёрно-белую гамму фасада.



Рис. 4. Жилой комплекс Bosco Verticale (г. Милан)  
Источник URL: <https://archi.ru/projects/world/8818/zhiloi-kompleks-bosco-verticale>.

Вертикальное озеленение – это работа с живым материалом, который меняет здание в течение года и на протяжении всего времени эксплуатации. Изменяется рельеф и объём за счёт наращивания биомассы, каждый сезон предлагает свой сценарий

расставления акцентов и фона, непрерывно перемещающая наше внимание по фасаду (рис. 5).



Рис. 5. L'Oasis d'Aboukir (слева направо: здание до реализации проекта, июнь 2013 г., апрель 2014 г., февраль 2021 г. (г. Париж))  
Источник URL: <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/paris/loasis-daboukir-paris>.

Проект П. Бланка «Оазис Абукира» создан в рамках Парижской Недели Дизайна, проходившей в 2013 году. Рисунок на стене имитирует джунгли, которые подчёркиваются выбором цветов и текстур растений. Здесь автором продемонстрировано преобразование торцевой стены при помощи живописности красок озеленения, появилась эстетика бокового фасада.

Архитектуру и озеленение нужно рассматривать единой системой, используя эти компоненты вместе как на этапе проектирования, так и в процессе модернизации строения, мы формируем устойчивое развитие среды. Многочисленные проекты Мехико, Сингапура и других городов демонстрируют такое объединение во многом благодаря климатическим условиям. Например, в столице Мексики озеленили одну из оживлённых магистралей, превратив основание эстакады в вертикальные сады (рис. 6). Сооружение заметно изменилось, ушла серость и монотонность колонн, появились динамичный рисунок, текстура и цвет, оттенки которого повышают внимательность водителей за рулём. Кроме того, данная конструкция поглощает шум и снижает загрязнение воздуха. На колоннах расположены датчики, с помощью которых передаётся информация о водном режиме, температуре, об освещении и других составляющих, необходимых для поддержания жизнедеятельности растений. Такая система позволяет вносить поправки в режиме реального времени.



Рис. 6. Кольцевая дорога в Мехико  
Источник URL: <https://mexiconewsdaily.com/news/via-verde-prepares-to-go-international/>.



### Отечественный опыт, подбор ассортимента растений и уход

В нашей стране пока не развито это направление ландшафта. Для его осуществления требуются: бюджет, как на этапе строительства, так и для поддержания функционирования системы на протяжении срока эксплуатации; привлечение специалистов разных областей; подбор устойчивого ассортимента растений для конкретных климатических условий. Возможно, для воплощения данного направления в жизнь и поставки его на поток, вопрос нужно решать на законодательном уровне. Так как, говоря о вертикальном озеленении, мы затрагиваем не только его положительную направленность на здания и сооружения, но и его благоприятное влияние на микроклимат города в целом, поддержание которого сейчас, особенно, актуально из-за нехватки зелёных зон. Но для достижения желаемого эффекта нужно, чтобы это направление было представлено не в единичном случае, а носило массовый характер наполнения среды.

Сегодня уже есть пилотные проекты, но они нацелены на жильё класса повышенной комфортности, т. е. объекты представлены единичным форматом. Так, в Москве будет реализован комплекс апартаментов «Большая Дмитровка IX», в одном из дворов которого планируется вертикальное озеленение (рис. 7). Одна из стен здания будет террасированной. Здесь создадут «вертикальный лес» с помощью деревьев и кустарников (контейнерная система). По другим фасадам пустят дикий виноград. В центре города такое преобразование исторического здания, пусть и его двора – это большой прорыв вперёд. Во-первых, пространство читается по-новому, во-вторых, озеленение понижает температуру здания в тёплое время года и блокирует вход вредным частицам в него, в-третьих, уменьшается скопление теплового острова за счёт образования небольшого сада, все эти компоненты особенно актуальны для мегаполиса.

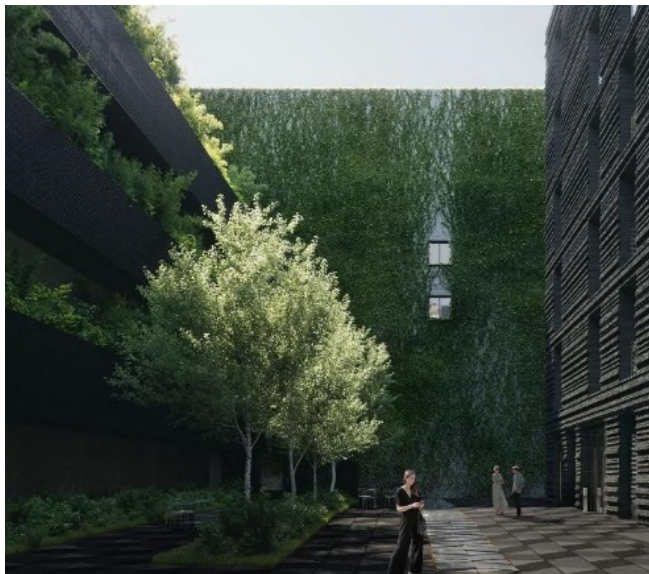


Рис. 7. Вертикальное озеленение комплекса апартаментов «Большая Дмитровка IX» (г. Москва)  
Источник URL: <https://bolshaya-dmitrovka-9.dax-realty.ru/>.

Пока на улицах городов России мы наблюдаем только озеленённые фасады жителями, не имеющие системного характера. В Санкт-Петербурге можно найти несколько таких примеров, когда глухие стены преобразуются и открываются с дугой стороны, формируя облик «живой» архитектуры. В тёплое время года они радуют сочной окраской зелёных оттенков, осенью – пёстрыми цветами, а зимой создают эффект запущенного сада. Пространство вокруг здания приобретает новые функции, создаётся уют, образуются камерные места, новые точки притяжения горожан (рис. 8).

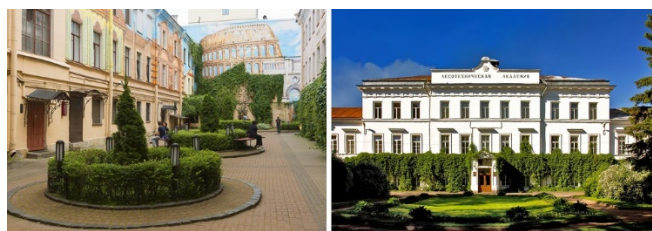


Рис. 8. Вертикальное озеленение Санкт-Петербурга (справа налево: двор на Итальянской ул., 29, СПб ГЛТУ им. С. М. Кирова)  
Источнику URL: <https://www.delfin-tour.ru/hotels/4838.html>.  
URL: [https://21mm.ru/news/obshchestvo/akademiya-lesnykh-iskusstv/?clear\\_cache=Y](https://21mm.ru/news/obshchestvo/akademiya-lesnykh-iskusstv/?clear_cache=Y).

Ещё один пример озеленения пятиэтажного панельного дома в городе Ростов-на-Дону. Плющ, привезённый из Абхазии в 2008 году и посаженный в открытый грунт жильцами, для укрытия от солнечных лучей в жаркие дни, полностью покрыл стены здания за 13 лет (рис. 9). Вид дома кардинально изменился, архитектура приобрела другое направление. Такое преобразование, особенно, в тёплых городах даёт дополнительный источник охлаждения фасадов, их защиты, фильтрации воздуха и образование тенистых мест внутри здания.



Рис. 9. Вертикальное озеленение фасада жилого дома (г. Ростов-на-Дону)  
Источник URL: <https://www.rostov.kp.ru/daily/28321/4465552/>.

При подборе ассортимента растений, необходимо учитывать климатические условия, внешний вид (размер, форму, цвет), инсоляцию, период цветения, функцию и эффект-результат, который нужно получить на выходе. Озеленение могут представлять как однолетние, так и многолетние культуры. Лучше использовать многолетние растения, так как

они экономичнее по вложениям. Преимуществом однолетних – является ежегодное изменение фасада путём подсадки новых экземпляров, но для достижения разнообразной палитры потребуется выделение дополнительных средств. Чтобы фасад играл красками и объёмом круглогодично, лучше всего сочетать однолетние и многолетние растения вместе, но это во многом зависит от приёма, который выбирают для озеленения. Если при формировании стены первостепенная роль отдана цветущим культурам, то для поддержания целостности картины зелёный материал нужно располагать так, чтобы добиться эффекта непрерывного цветения.

Вертикальный сад, как и любой другой, требует ухода. Чтобы обеспечить максимально долгую эксплуатацию «зелёной» стены, нужно соблюдать следующие действия:

1. Регулярный полив и подкормка.
2. Подвязывание новых побегов к опорам, если это требуется (такая процедура характерна для лиан).
3. Санитарная обрезка сухих и повреждённых болезнями веток и лозы. При работе на высоте данная процедура выполняется с помощью лесов или спецтехники (краны, подъёмники), если есть непосредственный доступ к объекту (например, террасы), то использование техники опускается.
4. Рыхление и мульчирование субстрата растений, произрастающих в контейнерах и открытом грунте.

Также для поддержания формы деревьев и кустарников, контроля роста лиан, подчёркивания архитектуры здания, вертикальный сад нужно регулярно стричь, добиваясь желаемого результата, иначе стена может превратиться в заброшенный, небезопасный зелёный каркас.

## Вывод

Вертикальное озеленение зданий является одним из перспективных направлений современного строительства, которое решает эстетические и защитные задачи применительно к строению. Кроме того, при проектировании «зелёной» архитектуры, площади вертикальных садов на фасадах и зелёных крыш учитываются при подсчёте баланса территории, так как они выполняют роль компенсационного озеленения среды [3]. Поэтому интегрируя ландшафт в архитектуру и наоборот, мы улучшаем их характеристики и уравниваем между собой.

Сегодня эксперты считают, что данное направление имеет большой потенциал развития и влияния. При условии регулярного характера взаимодействия архитектуры и ландшафта можно добиться решения более глобальных вопросов, это: улучшение микроклимата городской среды, в частности, обогащение воздуха кислородом, контроль уровня влажности, уменьшение эффекта теплого острова; снижение рисков заболеваемости и смертности путём положительного влияния растений и их цвета на психическое и физическое здоровье лю-

дей; укрепление зелёного каркаса города в условиях плотной, быстро развивающейся застройки, в т. ч. увеличение биоразнообразия.

## Литература

1. Теодоронский В. С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / В. С. Теодоронский, Е. Д. Сабо, В. А. Фролова. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
2. Керимова Н. А. Ландшафтная организация территорий общественно-деловых центров: на примере Санкт-Петербурга : автореф. дис. ... канд. с-х наук : 06.03.03 / Керимова Надежда Алиевна ; СПб ГЛТУ им. С.М.Кирова. – Санкт-Петербург, 2012. – 22 с.
3. ГОСТ Р 58875-2020. «Зелёные» стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2020-06-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартинформ, 2020 – 54 с.
4. Hopkins G. Living Architecture: Green Roofs and Walls / G. Hopkins, C. Goodwin. – CSIRO Publishing, 2011. – 287 с.
5. Ling, Rethinking greening the building façade under extreme climate: Attributes consideration for typo-morphological green envelope retrofit / Tzen-Ying Ling // ScienceDirect. – 2022. – Т. 3. – December. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772801322000203> (дата обращения: 26.03.2023).

**Vertical landscaping of facades – combining landscape and architecture**  
Makaryan, V.V., Korzhembo Ya.A.

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering  
Vertical landscaping is a direction of landscape architecture used in the exterior (decoration of facades (including firewall walls) and slopes, screening of zones, etc.) and interior (decoration of "green" walls in rooms).

The article discusses this type of landscaping on the example of facades of buildings and structures. Today, in connection with the development of cities, this area has a great, invaluable development potential. The competent unification of landscape and architecture into a single organism in which all elements are interconnected, and each helps to emphasize the merits of the other – this is one of the most important tasks of shaping the image of the city, both from the ecological and aesthetic, cultural and educational side.

Keywords: vertical landscaping of the facade, landscape, architecture, «green» architecture, vertical garden, the «green» wall.

## References

1. Teodoronsky V. S. Construction and operation of objects of landscape architecture: a textbook for students. higher textbook Institutions / V. S. Teodoronsky, E. D. Sabo, V. A. Frolova. - 3rd ed., erased. - M.: Publishing Center "Academy", 2008. - 352 p.
2. Kerimova N. A. Landscape organization of the territories of public and business centers: on the example of St. Petersburg: author. dis. ... cand. Agricultural Sciences: 06.03.03 / Kerimova Nadezhda Aliевна; SPb GLTU im. S.M. Kirova. - St. Petersburg, 2012. - 22 p.
3. GOST R 58875-2020. "Green" standards. Landscaped and exploited roofs of buildings and structures. Technical and environmental requirements: national standard of the Russian Federation: introduction date 2020-06-01 / Federal Agency for Technical Regulation and Metrology. – Ed. Official. - Moscow: Standartinform, 2020 - 54 p.
4. Hopkins G. Living Architecture: Green Roofs and Walls / G. Hopkins, C. Goodwin. - CSIRO Publishing, 2011. - 287 p.
5. Ling, Rethinking greening the building façade under extreme climate: Attributes consideration for typo-morphological green envelope retrofit / Tzen-Ying Ling // ScienceDirect. - 2022. - Т. 3. - December. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772801322000203> (accessed 03/26/2023).

# К вопросу обеспечения в жилых помещениях системы пожарной безопасности

**Михайлова Марина Юрьевна**

магистрант, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», malinamih@mail.ru

**Аксенов Сергей Геннадьевич**

д-р эконом. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Безопасность людей при пожарах в России остается одной из главных задач. Решение проблемы обеспечения безопасности на пожарах особенно важно и актуально для объектов жилых зон. В статье озвучены решение задач по эффективности срабатывания пожарной сигнализации в жилых помещениях, сводов правил и требований установки и пользования по пожарной безопасности. В связи с эти жилые зоны должны быть оборудованы автономными дымовыми пожарными извещателями. Подсчеты сохраненных жизней людей и предотвращения пожаров с помощью автономных пожарных извещателей показывает, что в большинстве случаев АПИ в жилых зонах выручает вовремя заметить очаг возгорания и принимать меры по его тушению.

**Ключевые слова:** пожар, автономный пожарный извещатель, пожарная безопасность, погибшие, травмированные, пострадавшие, статистика.

Безопасность людей при пожарах в России остается одной из главных задач. Решение проблемы обеспечения безопасности на пожарах особенно важно и актуально для объектов жилых зон. По данным Росстата за 2020 год в нашей стране произошло более 440,3 тыс. пожаров и сгоревших жилых зон, из которых 7 335 человек погибли, а травмированы 6144 человека (73,3 процента от общей численности пострадавших людей при пожаре). Определяющие факторы пожаров в жилых зонах:

- не соблюдения правил противопожарной безопасности к жилым зонам;
- нарастание этажности жилых зон;
- повышение объемов горючих веществ жилых зон;
- создания в жилых зонах коммерческих помещений;
- недостаточность координирования и слежения за противопожарной безопасностью жилых зон;
- большой показатель ветхих жилых зон и технических оснащений;
- не правильное действие во время пожаротушения жилых зонах.

Среди проблемных помещений жилой зоны предлагается особо отметить многоквартирные и многоквартирные дома. Каждый год подобных помещениях случаются примерно 56,36 тыс. пожаров (48,6 % от общей численности загораний в жилых помещениях). На графике показано варьирование численности полученных травм и скончавшихся людей во время пожара в многоквартирных и многоквартирных домах, представлено на рис. 1.

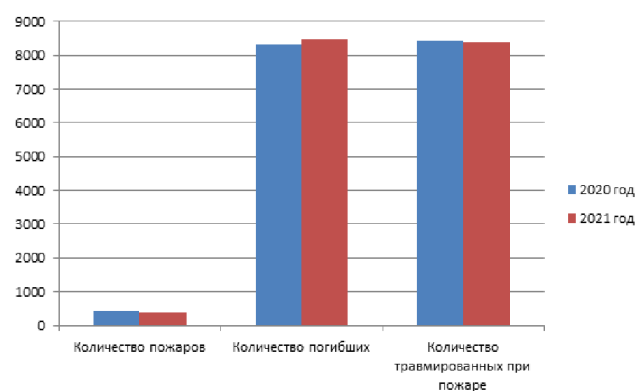


Рис. 1

Исходя из этого следует, главными задачам органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, организаций по профилактике пожаров в жилых зонах организовывать

обучение населения мерам пожарной безопасности, информирование населения о мерах пожарной безопасности и о необходимости использования АПИ.

АПИ - это эффективные средства защиты от пожаров, так как они реагируют на дым начального очага и способны предотвратить гибель людей во время пожара и уведомить вероятность возникновения пожара. В применении такие извещатели простые и не нуждаются каких-либо определенных каналов.

Автономные пожарные извещатели (АПИ) - это устройство, которое реагирующее на аэрозольные продукты горения (пиролиза) веществ и материалов в воздухе. Корпус, которого конструктивно объединены автономный источник питания и компоненты, необходимые для обнаружения пожара и непосредственного оповещения о нем и обладающее аккумуляторной батареей (АКБ). На данный момент АПИ считается одним из самым результативным средством для предотвращения пожара.

В России установлены нормативы по установке АПИ в многоквартирных домах и жилищных помещениях. Непосредственно это отражено в строительных нормах и правил, в частности СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные» в нем говорится, что автономные дымовые пожарные извещатели (АДПИ) обязаны применять и устанавливать в общежитиях и квартирах (за исключением санузла, ванной комнаты, душевой, сауны).

Автономный извещатель – это конструкция, в которой все элементы присутствуют в одном устройстве. Простой вариант автономного пожарного извещателя состоит из камеры дымового датчика, фотодиода, отдающего светодиода, электронного блока и источника питания, которые встроены в его корпус.

Оптическая камера датчика дыма измеряет и определяет наличие в окружающей среде дыма и контролирует их плотность. Измерительная камера сделана так, чтобы исключать и не допускать попадание внутрь света от внешнего источника. А в тоже время позволяет при этом свободно проникать воздуху внутрь, котором установлен датчик. Внутренней стороны камеры находятся излучатель и приемник, которые показывают работу инфракрасного светового диапазона. Принцип излучателя выполнено таким образом, чтобы его свет излучателя могло отражать от его твердой частицы, находящегося внутри камеры в контролируемой области датчика. Повышенный сигнал приемника говорит о том, что оптическая плотность в измеренной области увеличилась. Как правило, АПИ срабатывает при наличии в камере частиц, отличающихся от дыма или паров.

Сигнализатор звуковой – это сирена предназначенная для привлечения внимания и издает громкий, пронзительный звук, так же способный разбудить спящего человека. Для излучения звука используют пьезоид, у которого низкое энергопотребляемость и имеет низкий уровень шума. Оповещатель может разбудить человека, его частота состав-

ляет от 85 дБ до 110 дБ. Если в доме есть маленькие детки, то для защиты от навязчивого шума используют специальные устройства с функцией антишока.

Источник питания - это электронный комплекс, который для обеспечения своей работы получает электроэнергию без подключения к централизованным электросетям. Автономном источнике питания (АПИ) используется девятивольтовой батареи. В таких источниках питания элементы примерно заряжаются на год, если зарядки мало подаётся специальный сигнал о том, что надо заменить батарейки. Сигнал бывает звуковым или световым, которые сопровождаются кратковременными сигналами. На корпусе извещателя установлен световой индикатор для проверки работы.

У АПИ имеется специальная крепежная площадка для приклеивания к поверхности потолка или к стене и туда вставляют извещатель. Их необходимо установить определенное положение и можно поворачивать на 180 градусов. Для снятия извещателя необходимо поворачивать в противоположную сторону от часовой стрелки.

АПИ лучше всего устанавливать в помещениях, где есть спальные места или рядом с ними. Это устройство предназначено для того, чтобы разбудить спящего человека или привлечь его внимание. Из-за стен и закрытых дверей извещатели не могут быть установлены в одной комнате, поэтому их лучше размещать в разных помещениях.

Автономные пожарные извещатели устанавливают по одному на каждую жилую зону, если контролируемая площадь не превышает допустимую норму. Площадь контроля автономных пожарных извещателей одного типа составляет 80 м<sup>2</sup>, высота потолка не должно превышать 3,5 метра. Извещатели устанавливают на вертикальных поверхностях. Не рекомендуется их устанавливать в местах с низким уровнем атмосферного давления (например, в углах и под дверным проемом).

Использующие автономные пожарные извещатели должны учитывать и применять технические рекомендации по обслуживанию и использованию. По необходимости посещать специалистов для технической проверки: чистка (продува) камеры и проверка работоспособности (нажимать кнопку «Тест», вставлять неметаллический шуп на тестовое отверстие), замена элемента питания (в зависимости от того, какой тип АПИ).

Следующие правила, которые следует соблюдать при работе с АПИ.

- Продолжительность работы в автономном режиме на одном из аккумуляторной батарей (АКБ) составляет до 10 лет.
- Подача сигнала звукового происходит с интервалом по 30 минут о состоянии замены аккумуляторной батарей (АКБ).
- Имеется светодиодный индикатор для информирования о работе устройства его одно мигание означает 30 секунд.
- При получении пожарной тревоги сигнал звуковой имеет продолжительность около 4 минут. Шкала частоты сигнала звукового при этом должен



находиться от 85 дБ и выше. Минимальная частота подачи тревожного сигнала – составляет три сигнала;

- Разрешено работать в помещении с температурой от -50 до +70 °С.

Из этого следует, большинство пожаров и жертвы от огня происходят в жилых зонах. В связи с эти жилые зоны должны быть оборудованы автономными дымовыми пожарными извещателями. Подсчеты сохраненных жизней людей и предотвращения пожаров с помощью автономных пожарных извещателей показывает, что в большинстве случаев АПИ в жилых зонах выручает вовремя заметить очаг возгорание и принимать меры по его тушению.

## Литература

1. ГОСТ 59638-2021 «Системы пожарной сигнализации. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность».

2. Костюченко Д.В., Соколов С.В. Эффективность средств пожарной автоматики на пожарах в жилых домах // Пожаровзрывобезопасность. 2014. № 6. С. 64–69

3. Методика оценки пожарной безопасности жилого дома (квартиры) [Электронный ресурс]: направлена письмом МЧС России от 07.04.2022 № 43-2004-19

4. Мамышева Р.Ф., Аксенов С.Г. «Система охранно-пожарной сигнализации» // Молодой исследователь: вызовы и перспективы: сб. ст. по материалам ССII Международной научно-практической конференции «Молодой исследователь: вызовы и перспективы». – № 7(202). – М., Изд. «Интернаука», 2021.

5. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты».

6. Соколов С.В., Костюченко Д.В. Управление рисками гибели людей при пожарах в жилых домах городских поселений. Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2017;26(1):61-74. <https://doi.org/10.18322/PVB.2017.26.01.61-74>

7. Сулиманова Э.Т., Аксенов С.Г. «Анализ пожарного риска жилых зданий на основе сценарных кластеров и его применение в управлении пожарным риском» // Молодой исследователь: вызовы и перспективы: сб. ст. по материалам ССII Международной научно-практической конференции «Молодой исследователь: вызовы и перспективы». – № 7(202). – М., Изд. «Интернаука», 2021.

8. Чернов А.В., Аксенов С.Г. Автономный пожарный извещатель в каждый дом // Студенческий форум: научн. журнал 2021, №12 (148) – 50 с.

9. <https://propb.ru/library/wiki/avtonomnyy-pozharnyy-izveshchatel/>

10. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

11. <https://34.mchs.gov.ru/uploads/resource/2021-09-01/13-2-1-3-svody-3>.

pravil\_1630505371703744763.

12. <http://government.ru/>

13. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/izveshchatel-pozharnyy-dymovoy-modeli-harakteristiki-printsip-raboty/>

14. <https://mchs.fun/wp-content/uploads/2021/09/pozhary-i-pozharnaya-bezopasnost-v-2020-gordienko-vniipo.pdf>

## On the issue of providing a fire safety system in residential premises

Mikhailova M.Yu., Aksekov S.G.

Ufa University of Science and Technology

The safety of people during fires in Russia remains one of the main tasks.

Solving the problem of ensuring safety in fires is especially important and relevant for residential areas. The article voiced the solution of tasks on the effectiveness of fire alarms in residential premises, sets of rules and requirements for installation and use of fire safety. Therefore, these residential areas should be equipped with autonomous smoke detectors. Calculations of the saved lives of people and the prevention of fires with the help of autonomous firefighters and broadcasters shows that in most cases, API in residential areas helps to notice the source of fire in time and take measures to extinguish it.

Keywords: fire, autonomous fire detector, fire safety, dead, injured, injured, statistics.

## References

1. GOST 59638-2021 "Fire alarm systems. Design, installation, maintenance and repair manual. Methods of performance testing".

2. Kostyuchenko D.V., Sokolov S.V. Efficiency of means of fire automatics on fires in residential buildings. Pozharovzryvobezopasnost. 2014. No. 6. P. 64–69

3. Methodology for assessing the fire safety of a residential building (apartment) [Electronic resource]: sent by letter to the EMERCOM of Russia dated 07.04.2022 No. 43-2004-19

4. Mamysheva R.F., Aksekov S.G. "System of security and fire alarm" // Young researcher: challenges and prospects: Sat. Art. Based on the materials of the CCII International Scientific and Practical Conference "Young Researcher: Challenges and Prospects". - No. 7(202). - M., Ed. "Internauka", 2021.

5. SP 484.1311500.2020 "Fire protection systems. Fire alarm systems and automation of fire protection systems".

6. Sokolov S.V., Kostyuchenko D.V. Managing the risk of death in case of fires in residential buildings in urban settlements. Fire and Explosion Safety. 2017;26(1):61-74. <https://doi.org/10.18322/PVB.2017.26.01.61-74>

7. Sulimanova E.T., Aksekov S.G. "Analysis of the fire risk of residential buildings based on scenario clusters and its application in fire risk management" // Young Researcher: Challenges and Prospects: Sat. Art. Based on the materials of the CCII International Scientific and Practical Conference "Young Researcher: Challenges and Prospects". - No. 7(202). - M., Ed. "Internauka", 2021.

8. Chernov A.V., Aksekov S.G. Autonomous fire detector in every house // Student forum: scientific. magazine 2021, No. 12 (148) - 50 p.

9. <https://propb.ru/library/wiki/avtonomnyy-pozharnyy-izveshchatel/>

10. Federal Law No. 123-FZ of July 22, 2008 (as amended on July 14, 2022) "Technical Regulations on Fire Safety Requirements".

11. [https://34.mchs.gov.ru/uploads/resource/2021-09-01/13-2-1-3-svody-3-pravil\\_1630505371703744763](https://34.mchs.gov.ru/uploads/resource/2021-09-01/13-2-1-3-svody-3-pravil_1630505371703744763).

12. <http://government.ru/>

13. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/izveshchatel-pozharnyy-dymovoy-modeli-harakteristiki-printsip-raboty/>

14. <https://mchs.fun/wp-content/uploads/2021/09/pozhary-i-pozharnaya-bezopasnost-v-2020-gordienko-vniipo.pdf>

# Использование инновационного вертикального транспорта при проектировании небоскребов

**Ничаева Людмила Сергеевна**

магистрант департамента архитектуры, Инженерной академии,  
Российского Университета Дружбы Народов,  
ludmilanichaeva@mail.ru

В связи с развитием городов и увеличением количества населения все большую популярность приобретают небоскребы. Они становятся неотъемлемой частью городской архитектуры и служат местом работы, проживания и отдыха для тысяч людей. Однако, с ростом высоты зданий, возникает проблема транспортировки людей и грузов внутри них. Именно поэтому вертикальный транспорт в небоскребах становится все более важным.

Основным видом вертикального транспорта в небоскребах являются лифты. Они позволяют быстро и безопасно перемещаться между этажами. В настоящее время существует множество различных типов лифтов, которые отличаются по скорости, грузоподъемности, дальности перемещения и другим параметрам.

Различают несколько современных решений для использования скоростных лифтов: зонирование, скай-лобби, двухэтажные лифты, двойные лифты и умный пункт управления лифтами.

**Ключевые слова:** вертикальный транспорт, лифт, зонирование, скай-лобби, двухэтажный лифт, двойной лифт, управление лифтами.

Вертикальные коммуникационные системы являются ключевым требованием к высотным зданиям.

Когда появились первые лифты, главным требованием была безопасность, а не производительность или устойчивость. Открытие Элишей Отисом в 1851 году системы безопасного торможения привело к тому, что у людей наконец-то появился безопасный способ попадания на верхние этажи зданий.

Со временем здания становились все выше, а увеличение количества лифтов оказывалось недостаточным. Сверхвысокая офисная башня может насчитывать десятки тысяч пассажиров, и если он хорошо спроектирован, никто из них не должен ждать более 20-25 секунд, чтобы начать подъем или спуск на лифте. Чем больше людей и чем больше этажей, тем больше скоростных лифтов требуется [6]. Это оказывает огромное влияние на план здания, так как лифты влияют на размер помещения.

Ядро обслуживания здания, таким образом, занимает площадь, предназначенную под аренду, что может нанести серьезный ущерб доходу от инвестиций [5]. Исследование, проведенное в офисном здании с 50 этажами, продемонстрировало, что для достижения хорошего качества обслуживания, необходимая лифтовая система заняла бы почти 5% общей площади этажа. Такой показатель является экономически невыгодным. Лифты могут составлять 6-12% стоимости строительства зданий [3].

Таким образом, можно сказать, что лифты сильно влияют на проектирование такого высотного здания как небоскреб. Их влияние распространяется на конструктивную систему небоскреба, поскольку они будут влиять на размер ядра. С функциональной точки зрения, лифты также играют важнейшую роль, поскольку они должны эффективно транспортировать пассажиров к месту назначения. Также необходимо учесть экологический фактор, так как лифты составляют значительную часть энергопотребления здания. Финансовый аспект можно рассматривать напрямую - он состоит из затрат на строительство и эксплуатацию лифта, а также косвенно, поскольку лифты будут занимать некоторое пространство, пригодное для аренды.

По мере того, как здания становятся выше, больше внимания уделяется уменьшению количества лифтов, так как обычные решения, связанные с проектированием лифтов, начинают терять свою эффективность и не справляются с требуемым уровнем обслуживания [6]. Несколько представленных ниже решений являются проверенными для



лифтовых систем, разработанными для обеспечения хороших эксплуатационных характеристик с экономической точки зрения, хотя оптимальные решения варьируются в зависимости от типа здания и требований владельца.

Следующие решения для скоростных лифтов, являются наиболее часто используемыми при проектировании небоскребов. Чаще всего используются зонирование, скай-лобби (Sky Lobby) и двухэтажные лифты (Double Deck Elevators). Использование данных технологических разработок позволяют улучшить условия эксплуатации и могут способствовать сокращению количества лифтов.

### Зонирование

Чтобы поддерживать надлежащий уровень обслуживания для высотных зданий, необходимое количество лифтов означало бы очень большое ядро, что делает здание неэффективным. Один из способов решения данной проблемы является внедрение лифтовых зон для обслуживания разных этажей, таким образом ограничение общего количества остановок. Зонирование можно использовать разными способами, например, лифты могут останавливаться только на четных или нечетных этажах. Обычное же расположение предполагает зонирование по высоте, как изображено на рисунке ниже (см.рис.1).

На основании СП 267.1325800.2016 схема организации работы лифтов с высотным зонированием – это объединение лифтов в группы, каждая из которых обслуживает определенные этажи, при этом все лифты останавливаются на общем основном посадочном этаже [1].

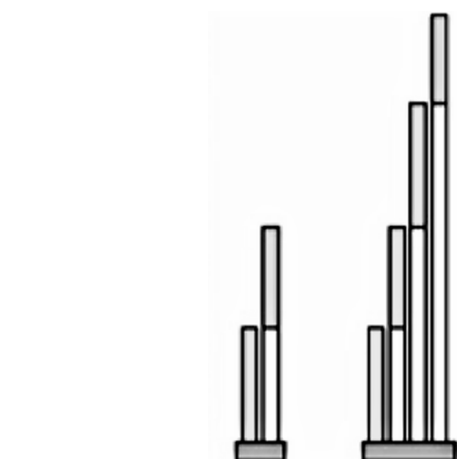


Рис. 1. Зонирование лифтов по высоте  
а – здания высотой до 40 этажей  
б – здания высотой 25-70 этажей

### Скай-лобби (Sky Lobby)

По мере того, как здания становятся выше, зонирование становится непрактичным и невыполнимым, поскольку лифты снова начинают занимать слишком много места [6].

Скай-лобби - это популярное решение в современных небоскребах, которое позволяет улучшить транспортную инфраструктуру и создать комфорт-

ные условия для жизни и работы в здании. Это промежуточный этаж, который располагается на высоте от 100 до 200 метров и обычно предназначен для пересадки между лифтами (см.рис.2).

Одним из преимуществ скай-лобби является то, что он позволяет уменьшить количество лифтов на каждом этаже здания. Это связано с тем, что лифты могут останавливаться только на скай-лобби, а затем пассажиры могут пересаживаться на другой лифт для продолжения пути на нужный этаж. Это позволяет существенно снизить нагрузку на лифты и уменьшить время ожидания для пассажиров.

Кроме того, пересадочный этаж может быть использован для организации общественных пространств, что в свою очередь позволяет создать комфортные условия для жизни и работы в здании.

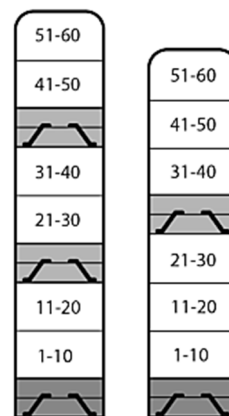


Рис. 2. Схемы зданий с пересадочными этажами [7]

Большим преимуществом скай-лобби является оптимизация ядра, поскольку всем лифтам не нужно обслуживать первый этаж. Верхние локальные зоны расположены одна над другой, поэтому шахта лифта, как правило, занимают ту же «площадку», что и локальные зоны ниже [4].

Использование небоскребов, связанное с высотным зонированием, может обслуживать здания до 120 этажей (если лифты одноэтажные). При более высокой этажности необходимо использовать двухэтажные лифты. Хотя двухэтажные лифты обычно используют и при более низкой этажности.

### Двухэтажные лифты (Double Deck Elevators)

Двухэтажные лифты состоят из двух пассажирских механизмов, расположенных друг над другом, которые подключены к одной и той же системе привода. Верхний и нижний этажи лифтов могут обслуживать два смежных этажа одновременно. Это позволяет удвоить вместимость лифтов при сохранении той же площади [2]. Двухэтажные лифты предполагают тщательное планирование вестибюля, так как у этих лифтов есть свои недостатки.

#### Преимущества двухэтажных лифтов:

1. Меньшее количество лифтов.
2. Меньшие размеры механизма лифта.
3. Более низкие номинальные скорости.
4. Меньше остановок.
5. Увеличенный размер обслуживания зоны.
6. Более быстрое время транзита пассажиров.

7. Занимают на 30% меньше места в ядре.
8. Более высокие здания на той же площади.
9. Маленькие вестибюли.
10. Меньше входов.
11. Более быстрая установка.
12. Снижение затрат на техническое обслуживание.

#### *Недостатки двухэтажных лифтов:*

1. Ограниченность выбора в поставщиках.
2. Пассажиропоток на четных и нечетных этажах должен быть сбалансирован.
3. Межэтажное расстояние должно быть равномерным.
4. Необходимость в более больших лифтовых шахтах.
5. Повышенная нагрузка на приямок и машинное отделение.
6. Выходы в лобби должны быть больше.
7. Специальные приспособления для доступа инвалидов на «другой» этаж.

Эффективное использование данных лифтов подразумевает использование сложных систем управления движением, чтобы сокращать ненужные остановки, улучшая производительность и энергопотребление [2]. На рисунках ниже показана схема двухэтажного лифта (см.рис.3).

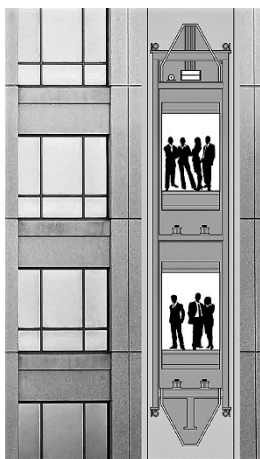


Рис. 3. Схема двухэтажного лифта

Три рассмотренных технологии являются наиболее значимыми инновациями в лифтовой технологии в мире. Последние годы они направлены как на производительность движения, так и на механические оптимизации.

#### **Управление лифтами**

Инновации, касающиеся систем управления лифтами, создают существенные преимущества в сокращении количества лифтов.

Обычные системы позволяют пассажирам выбирать, куда подняться или спуститься только после входа в кабину лифта. Это приводит к тяжелонагруженным механизмам, где количество нажатых кнопок этажа лишь немного меньше количества пассажиров. Пункт управления позволяет пассажирам вводить пункт назначения перед входом в кабину лифта, затем запросы обрабатываются с использо-

ванием сложных алгоритмов, а движение лифта оптимизирует сбор пассажиров, следующих на один этаж.

#### **Двойные лифты (TWIN elevators)**

Наконец, одним инновационным решением, которое до сих пор мало где применимо, является лифт TWIN.

В настоящее время разрабатывается одним из крупных производителей. Эта система позволяет использовать два лифта работать независимо друг от друга в одной шахте. Это требует сложной системы мониторинга и системы управления. По прогнозам производителя, внедрение Twin может помочь уменьшить количество лифтовых шахт [6].

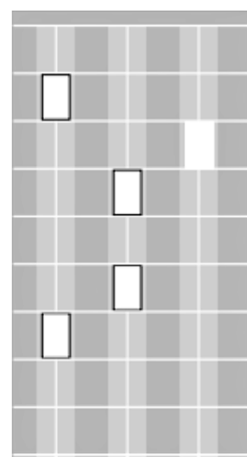


Рис. 4. Схема расположения двойных лифтов в шахте

Эта система может оказаться чрезвычайно полезной в случае модернизации зданий, где действующая система не соответствует стандартам производительности, поскольку позволяет повысить эффективность обслуживания при использовании тех же шахт.

Таким образом, дальнейшие шаги в области инноваций лифтов будут состояться в виде усовершенствования систем управления лифтов, что позволит удобное и безопасное использование новых двойных лифтов, способных организовать перевозку пассажиров быстро и рационально.

#### **Литература**

1. СП 267.1325800.2016. Здания и комплексы высотные. Правила проектирования [Текст]. – Москва: Минстрой России, 2016. – 140 с.
2. Barney, G. C. Elevator Traffic Handbook. Taylor & Francis Routledge [Text]. – London, 2002. – 456 p.
3. Elnimeiri, G., Gupta, P. Sustainable structures of tall buildings. The Structural Design of Tall and Special Buildings [Text]. – CTBUH / Wiley Tal Journal, 2008. – pp. 881-894.
4. Fortune, J. Mega High Rise Elevators. Elevator World, 1995, pp.1-11.  
[Online resource]: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/2388-elevator-designs-for-the-kingdom-tower.pdf>
5. Jong, P. High rise ability, 2007, pp. 1-11. [Online resource]:

[https://www.researchgate.net/publication/37392116\\_High\\_Rise\\_Ability](https://www.researchgate.net/publication/37392116_High_Rise_Ability)

6. Câmara, J. Tall Buildings and Elevators. Historical Evolution of Vertical Communication Systems, 2017, pp.1-105. [Online resource]: <https://cupdf.com/document/tall-buildings-and-elevators.html>

7. Gravit M., Kuzenkov K., Dmitriev I., Nafikova M. Vertical Transport Systems for High-Rise Buildings, 2021, pp. 1-15. [Online resource]: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2021/2\(95\)/9505.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2021/2(95)/9505.pdf)

#### **The use of innovative vertical transport in the design of skyscrapers Nichaeva L.S.**

Peoples' Friendship University of Russia

In connection with the development of cities and an increase in the number of population, skyscrapers are becoming increasingly popular. They become an integral part of urban architecture and serve as a place of work, residence and recreation for thousands of people. However, with the increase in the height of buildings, the problem of transporting people and goods inside them arises. That is why vertical transport in skyscrapers is becoming increasingly important.

The main type of vertical transport in skyscrapers are elevators. They allow you to quickly and safely move between floors. Currently, there are many different types of elevators, which differ in speed, load capacity, travel distance and other parameters.

There are several modern solutions for the use of high-speed elevators: zoning, sky-lobby, double-decker elevators, double elevators and a smart elevator control room.

Keywords: vertical transport, elevator, zoning, sky lobby, double deck elevator, twin elevator, call destination.

#### **References**

1. SP 267.1325800.2016. Buildings and complexes are high-rise. Design rules [Text]. - Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016. - 140 p.
2. Barney, G. C. Elevator Traffic Handbook. Taylor & Francis Routledge [Text]. - London, 2002. - 456 p.
3. Elnimeiri, G., Gupta, P. Sustainable structures of tall buildings. The Structural Design of Tall and Special Buildings [Text]. – CTBUH / Wiley Tal Journal, 2008. – pp. 881-894.
4. Fortune, J. Mega High Rise Elevators. Elevator World, 1995, pp.1-11. [Online resource]: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/2388-elevator-designs-for-the-kingdom-tower.pdf>
5. Jong, P. High rise ability, 2007, pp. 1-11. [Online resource]: [https://www.researchgate.net/publication/37392116\\_High\\_Rise\\_Ability](https://www.researchgate.net/publication/37392116_High_Rise_Ability)
6. Camara, J. Tall Buildings and Elevators. Historical Evolution of Vertical Communication Systems, 2017, pp.1-105. [Online resource]: <https://cupdf.com/document/tall-buildings-and-elevators.html>
7. Gravit M., Kuzenkov K., Dmitriev I., Nafikova M. Vertical Transport Systems for High-Rise Buildings, 2021, pp. 1-15. [Online resource]: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2021/2\(95\)/9505.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2021/2(95)/9505.pdf)

# Формирование благоприятной социальной среды посредством архитектурно-дизайнерского проектирования

**Носова Валерия Дмитриевна**

студент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 9681022@mail.ru

**Коржемпо Ян Александрович**

доцент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Проблема создания благоприятной современной городской среды – одна из наиболее актуальных в современной теории градостроительства и архитектуры. Она касается вопросов экономической целесообразности проектов, выразительности и современности архитектурных решений, возможности окружения человека природной средой, извлечения из территории материальной выгоды. Это сложная социальная система, постоянно подвергающаяся риску проживающих в ней горожан. Одной из главных задач муниципальных властей является охрана общественного порядка, то борьба с преступностью и другими проявлениями деструктивного поведения граждан. В результате социальных экспериментов было выяснено, что даже незначительное ухудшение внешнего облика города способно спровоцировать мелкие правонарушения. Была выявлена закономерность: чем хуже становится среда обитания, тем серьезнее преступления, которые в ней происходят. Верна о обратная тенденция. Таким образом, возможны благоприятные изменения в поведении населения методами архитектурно-дизайнерского проектирования.

**Ключевые слова:** городская среда, архитектура и дизайн, социальные эксперименты, антивандальные мероприятия, гражданская инициатива.

В 1982 году Джеймс Уилсон и Джордж Келлинг сформулировали теорию. Они утверждали, что в неблагоприятной обстановке проще заняться хулиганством. Так, по их мнению, если в доме разбить хотя бы одно окно и не вставить новое, то вскоре ни одного целого окна в этом доме не останется. Разбитое окно определенным образом подает людям «пример для подражания». Сказать иначе, явные признаки беспорядка и несоблюдения людьми принятых норм поведения провоцируют окружающих тоже забыть о правилах и в результате возникающей цепной реакции «приличный» городской район может быстро превратиться в место, где людям страшно выходить на улицу. Это становится причиной социальной отчужденности граждан, увеличения случаев депрессии, уход от реальности в алкоголь, наркотики и виртуальную сферу социальных сетей. Усиливается социальное разделение, появляются банды подростков. Чем дольше продолжаются ухудшения, тем сложнее вернуть территорию к нормальной жизни. В результате на карте города появляются целые районы с неблагоприятной средой проживания, из которых добропорядочные жители стремятся уехать, а те, кто не может этого сделать, постепенно деградируют.

Данное явление получило название «Теория разбитых окон». Суть его поясняет следующий пример: рассмотрим здание с несколькими разбитыми окнами. Если окна не ремонтируются, это дает повод вандалам сломать еще несколько окон. В конце концов, они могут проникнуть в здание, а если никого нет, возможно, стать его незаконными жителями.

Был проведен ряд экспериментов, выявляющий причины такого асоциального поведения граждан.

Первый проводили на проходимой улице с большим количеством магазинов, и где жители, приезжая за покупками, паркуют свои велосипеды. У стены рядом с парковкой для велосипедов был вывешен знак, запрещающий рисовать на стенах. Стена оставалась чистой. На руль велосипедов повесили рекламный флаер. С улицы специально были убраны урны, поэтому человек мог либо бросить рекламу на землю, либо взять ее с собой и выбросить позже. Первый вариант рассматривался как нарушение принятых норм, второй — как их соблюдение.

Лишь 25 (33%) из 70 велосипедистов повели себя неправильно. Эксперимент повторили, при аналогичных условиях, предварительно испачкав стену граффити. На этот раз флаер бросили 53 человека (69 %). Таким образом, первое нарушение

(рисовать на стенах) спровоцировало людей нарушать другое общепринятое правило — не сорить на улицах.

Суть второго эксперимента заключалась в том, чтобы проверить, как поведут себя граждане в конкретной ситуации или в конкретном месте. Был перекрыт главный вход на общественную автомобильную стоянку забором, в котором была проделана большая дыра. Рядом с ней повесили табличку, объясняющую, что проход находится в нескольких метрах далее, а также объявление: «Не парковать велосипеды». Опыт проводили в двух вариантах. В одном случае вблизи забора стояло несколько велосипедов не пристегнутые к нему. Во втором - их пристегнули к забору. В результате мы видим, что в первом случае, в ситуации «порядок» на территорию проникли только 27 % владельцев машин, а в ситуации «беспорядок» их оказалось 82 %.

Следующий эксперимент проводился в паркинге у супермаркета, провокационным элементом выступали торговые тележки. Был повешен крупный плакат, который призывал возвращать их из подземной парковки обратно в магазин. В случае «порядок» тележек не было, в ситуации «беспорядок» несколько тележек были оставлены. На автомобили повесили бумажки с рекламой, которые или бросали, или забирали с собой до ближайшей урны. Результат получился аналогичный: 30 % на 58 % в первом и втором случае.

Есть примеры, где в эксперименте используются не только визуальные составляющие. Один из таких экспериментов проводился в Нидерландах, где городскими правилами запрещено использовать петарды в предновогодние дни. В случае, когда были слышны разрывы петард и фейерверков, количество мусора на улицах увеличивалось. Здесь не было использовано никакой визуальной провокации. Только звук.

Если в почтовом ящике с прозрачным окошком оставить мелкую денежную купюру, то в благоприятной среде ее никто не попытается вынуть. Можно смело оставить автомобиль с открытым капотом или багажником в районе, где соблюдается внешний порядок и чистота. Стоит только немного испортить среду обитания вокруг предмета эксперимента, как тут же будут совершены действия, нарушающие общественные нормы и порядок. В данном случае речь идет о мелкой краже и вандализме, а это уже уголовные преступления.

Еще раз рассмотрим городскую среду. Мусор, если его не убирать постоянно, накапливается. Одна брошенная бумажка или собачьи фекалии, не убранные хозяином, становятся зародышем будущего беспорядка. Постепенно район, часть улицы, отдельное здание или целый комплекс, становится рассадником сначала мелких, а затем и более крупных преступлений. А источник беспорядка — окурки, флаер или фантик, брошенный мимо урны.

Казалось бы, какая связь между причиной и следствием. Почему одно провоцирует другое? С чего же не начинать и какими методами «лечить» данное социальное «заболевание»? Расхожая фраза: «Чи-

сто не там, где метут, а там, где не мусорят», приобретает неожиданный смысл. С преступностью надо начинать бороться с разбитого окна, с бумажки на улице, с граффити на стене. Шаг за шагом, от человека к человеку, от дома к дому, квартал за кварталом. Неожиданно в полицейских сводках начнут сокращаться рапорты о мелких, а потом и серьезных правонарушениях.

Небезызвестный мэр Нью-Йорка Рудольф Джулиани таким образом сумел победить преступность в метро, где только за одни сутки совершалось от четырех до восьми убийств. Если добропорядочный гражданин спускался вечером в подземку Нью-Йорка, ему становилось не по себе. Мероприятия, основанные на теории «разбитых окон», помогли побороть преступность. Естественно, нельзя не учитывать работу правоохранительных органов и разъяснительную работу с гражданами, но одними убеждениями и наказаниями проблему не решить. Здесь подключаются дизайнеры среды и архитекторы, которые своими методами формируют благоприятную социальную городскую среду.

Первый и самый маленький шаг в наведении порядка — это чистка и уборка. Многострадальные вагоны метро Нью-Йорка, раскрашенные граффити изнутри и снаружи, оттирали и мыли ежедневно. Каждую ночь их раскрашивали снова, а каждое утро их опять отмывали и отправляли на линию. Видя бесполезность своих усилий, банды «художников» постепенно отступали, а в чистых вагонах начали происходить и более значимые изменения: количество мелких краж, актов вандализма и простого хулиганства стало сокращаться, а более тяжкие преступления сошли на нет.

С гордостью можно сказать, что ни в московском, ни в питерском метро таких проблем никогда не возникало. И то и другое по праву причисляют к лучшим произведениям отечественного и мирового зодчества, а некоторые станции числятся памятниками архитектуры. Почему, находясь в нашем метро, никому не приходит в голову не только хулиганить, но даже просто мусорить. И это притом, что на станциях, по соображениям безопасности, отсутствуют урны. Никогда не встретишь сильно пьяного человека, очень редко нищего, или плохо одетого. Сама атмосфера, благородные интерьеры, добротные материалы и грамотное освещение создают среду, которая влияет на поведение благоприятно.

Следующим шагом, направленным на создание благоприятной среды, является метод, называемый городской акупunkturой. Суть его заключается в наведении порядка в тех местах, которые наиболее в этом нуждаются. Термин пришел из медицины. Как и в случае с телом человека, на городскую среду воздействуют точечно, в тех местах, которые особенно «больны». Это может быть территория наиболее популярная среди туристов и жителей города или пересечение транспортных и пешеходных потоков, другие особо значимые места на карте города. Поскольку городского бюджета не всегда хватает, можно навести порядок выборочно. Мы, жители Санкт-Петербурга, знаем и посещаем эти места массово и довольно часто. Даже, если найти тот или

иной аттрактивный объект бывает трудно, на помощь приходит сарафанное радио. Тут же подключаются социальные сети и электронные карты и, таким образом, создается новая достопримечательность.

Нельзя также игнорировать инициативу снизу. Тактический урбанизм — это новое веяние в общественной жизни городов, суть его заключается в спонтанном движении жителей по самостоятельному благоустройству территории, прилегающей к их жилищам. Наиболее известен в нашем городе так называемый мозаичный дворик, расположенный в старой застройке на набережные реки Фонтанки недалеко от Летнего сада. Усилиями художника Владимира Лобенко, организатора и председателя Малой академии искусств, была спроектирована и осуществлена идея комфортной среды обитания как для проживающих там горожан, так и для любых людей, желающих посетить это место. Замки с ворот дворов были сняты и теперь это обязательное к посещению место среди туристов.

Подобных примеров немало за рубежом. Конечно, это движение должно быть в русле общей концепции развития городских территорий и находиться под присмотром городских и муниципальных властей, районных архитекторов и самих горожан, чтобы доброе начинание не мешало их нормальной жизни. Участились случаи стихийной самоорганизации дворовых пространств под так называемые лофты. Одним из самых известных и первым в городе был арт-центр «Пушкинская, 10» — место пребывания и работы неформальных художников. Постепенно, родившееся спонтанно, оно приобрело статус городской легенды. Там начали проводится выставки, концерты, открылись магазины и кафе. Городские власти вначале пытались бороться с инициативой неформалов, затем просто легализовали это движение и придали ему юридический статус. Таким образом, если попытки граждан осуществить благоустройство придомовой территории не входят в конфликт с общей идеей застройки города, то ее можно только приветствовать и, по мере сил, стимулировать и поддерживать. В итоге мы получим старое пространство с новым «лицом» и решим многие социальные проблемы.

## Литература

1. George L. Kelling and James Q. Wilson: Broken Windows. The police and neighborhood safety
2. Newman, Oscar, Defensible Space: Crime Prevention Through Urban Design, ISBN.
3. Herbert, Steve; Brown, Elizabeth (September 2006), "Conceptions of Space and Crime in the Punitive Neoliberal City".
4. Jacobs, J (1961), *The Death and Life of Great American Cities*, New York.
5. Sampson, RJ; Raudenbush, SW (2004), "Seeing Disorder: Neighborhood Stigma and the Social Construction of "Broken Windows"", *Social Psychology Quarterly*.

## Formation of a favourable civil environment through design methods Nosova V.D., Korzhembo Ya.A.

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

The problem of creating a favorable modern urban environment is one of the most urgent in the modern theory of urban planning and architecture. It concerns the issues of economic feasibility of projects, expressiveness and modernity of architectural solutions, the possibility of surrounding a person with a natural environment, extracting material benefits from the territory. This is a complex social system that constantly puts the citizens living in it at risk. One of the main tasks of the municipal authorities is the protection of public order, the fight against crime and other manifestations of destructive behavior of citizens. As a result of social experiments, it was found out that even a slight deterioration in the appearance of the city can provoke minor offenses. A pattern was revealed: the worse the habitat becomes, the more serious the crimes that occur in it. The reverse tendency is true. Thus, favorable changes in the behavior of the population by methods of architectural design are possible.

Keywords: urban environment, architecture and design, social experiments, anti-vandal measures, civil initiative.

## References

1. George L. Kelling and James Q. Wilson: Broken Windows. The police and neighborhood safety
2. Newman, Oscar, Defensible Space: Crime Prevention Through Urban Design, ISBN.
3. Herbert, Steve; Brown, Elizabeth (September 2006), "Conceptions of Space and Crime in the Punitive Neoliberal City".
4. Jacobs, J (1961), *The Death and Life of Great American Cities*, New York.
5. Sampson, RJ; Raudenbush, SW (2004), "Seeing Disorder: Neighborhood Stigma and the Social Construction of "Broken Windows"", *Social Psychology Quarterly*.



# Замена тепловой изоляции трубопроводов отопления в целях повышения энергоэффективности

**Путилов Станислав Сергеевич**

генеральный директор, главный эксперт, ООО «ЭнергоЭксперт Групп», putilov@enexgroup.ru

В данной статье рассмотрен технический и экономический расчет экономии потерь тепловой энергии при ее транспортировке по тепловой сети отопления с температурным графиком 95-70 °С для условий г. Москвы при замене устаревшей тепловой изоляции трубопровода на современные изоляционные материалы. Произведен расчет потерь тепловой энергии на каждом участке рассматриваемой тепловой сети прямого и обратного трубопровода отдельно для варианта изоляции устаревшей минеральной ватой и для варианта с использованием современным изоляционных материалов. Расчет произведен с учетом разного показателя коэффициента теплопроводности материала стенки изолируемого объекта двух вариантов изоляции. Выполнен расчет простого срока окупаемости мероприятия с учетом тарифа без НДС на компенсацию потерь тепловой энергии ПАО «МОЭК», в качестве ролевой модели. Экономический расчет показал целесообразность замены тепловой изоляции трубопровода отопления.

**Ключевые слова:** тепловая изоляция, минеральная вата, энергоэффективность, энергосбережение, экономия тепла, трубопроводы, теплоснабжение

## Введение

В современном мире энергосбережение является важной темой, особенно в отношении теплоснабжения зданий и сооружений. Одной из ключевых задач, связанных с обеспечением эффективности систем отопления, является поддержание теплоизоляции трубопроводов в хорошем состоянии. Тепловая изоляция позволяет снизить теплопотери и улучшить теплоэффективность системы отопления. «Ключевым показателем ее эффективности является коэффициент теплопроводности материала, от которого зависит толщина тепло- изоляционного слоя, соответственно, и нагрузка на изолируемый объект, его конструктивные характеристики и габаритные размеры» [1, с. 2].

Однако, традиционные материалы, используемые для тепловой изоляции трубопроводов в России, такие как минеральная вата, стекловолокно и пенопласт, не всегда являются оптимальным выбором. Они могут выделять вредные вещества, иметь низкую прочность, быть подвержены влаге и деформации со временем, что приводит к снижению эффективности системы отопления и увеличению расходов на ее обслуживание. По всей стране все еще используется морально и физически устаревшая минеральная вата на тысячах километрах тепловых трасс и трубопроводов. В регионах России местные теплосетевые компании периодически проводят сезонные кампании по системной замене устаревших изоляционных материалов, если нет возможности поменять участок теплотрассы целиком. В своей инженерной практике я сталкивался с изоляционными материалами, установленными в начале 90-х годов, а значит произведены, скорее всего, они были еще в СССР. Неудивительно, что потери тепловой энергии при ее транспортировке по тепловым сетям могут достигать 10-15%, даже в городских условиях, где длина тепловой сети от генерации до потребителя не столь велика, по сравнению с вариантом, если объект генерации находится за пределами города. «Ежегодно мы наблюдаем увеличение платы за энергопотребление и нельзя не отметить, что се теплопотери при доставке тепловой энергии от источника теплоты до потребителя также предусматриваются в платежных документах» [2, с. 19]

В данной статье мы рассмотрим расчет технической и экономической выгоды замены устаревшей минеральной ваты на современные теплоизоляционные материалы в разрезе потери тепловой энергии через изоляцию.

## Расчет:

Планируется замена участка тепловой изоляции трубопровода отопления ДУ 200 мм, суммарной

длинной 150 метров (прямой плюс обратный трубопровод) надземной прокладки в г. Москва.

В качестве новой тепловой изоляции **для примера** была выбрана изоляция URSA TERRA, коэффициент теплопроводности материала составляет 0,034 Вт/(м·°C) [3] (**упоминание бренда и производителя в данной статье не является рекламным**). Технический мат хорошо зарекомендовал себя на рынке. Производитель - российская компания ООО «УРСА Евразия». Основное отличие существующей тепловой изоляции и современной изоляции URSA TERRA в коэффициенте теплопроводности материала, что отражено в расчетах по каждому участку трубопровода ниже.

### 1. Определение тепловых потерь для изолированных трубопроводов при наземной прокладке.

Поскольку стенки изолируемого промышленного оборудования и трубопроводов обычно изготовлены из металла, теплопроводность которого в 100 раз и более превышает теплопроводность изоляции, то в соответствии с СП 41-103-2000 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов» [4, с. 3], термическим сопротивлением стенки без заметного снижения точности расчета пренебрегаем. Поэтому расчет тепловых потерь через изолированную поверхность оборудования и трубопроводов диаметром менее 2 м выполняется по следующей формуле [4, с. 3, формула 17]:

$$q_L = \frac{(t_B - t_H)K}{\sum_{i=1}^n R_i^L + R_H^L}$$

где  $t_B$  - температура среды (теплоносителя) внутри изолируемого оборудования - 95°C (рассмотрим стандартный график работы тепловой сети отопления 95-70 °C);

$t_H$  - среднесуточная температура наружного воздуха в отопительный

период - 2,2 °C [5, с. 2, табл. 3.1];

$K$  - коэффициент дополнительных потерь, учитывающий теплопотери через теплопроводные включения в теплоизоляционных конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор при диаметре до 150 мм - 1,2, при диаметре 150 мм и более - 1,15 [4, табл. 1];

$\sum_{i=1}^n R_i^L$  - полное линейное термическое сопротивление кондуктивному переносу теплоты n-слойной цилиндрической изоляции, м°С/Вт [4, стр. 1, формула 7];

$$R_i^L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_i} \cdot \ln \frac{d_H^i}{d_{BH}^i}$$

$\lambda_i$  - коэффициент теплопроводности материала стенки изолируемого объекта однослойной изоляции, изоляции i-го слоя n-слойной изоляции, Вт/(м·°C);

$d_H^i$  - наружный диаметр i-го слоя n-слойной изоляции трубопроводов;

$d_{BH}^i$  - внутренний диаметр i-го слоя n-слойной изоляции трубопроводов; Примечание: в качестве теплоизоляции применяем минераловатные маты толщиной 100 мм.

$R_H^L$  - линейное термическое сопротивление теплоотдаче внешней стенки наружной изоляции, м°С/Вт [4, стр. 1, формула 6];

$$R_H^L = \frac{1}{\pi \cdot d_H^{из} \cdot \alpha_H}$$

$d_H^{из}$  - наружный диаметр изоляции, м;

$\alpha_H$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности изоляции согласно [4, табл. 2] - 20 Вт/(м²·°C).

Продолжительность отопительного периода и средняя температура наружного воздуха принимается согласно [5, раздел 3, п. 3.1, табл. 3.1] и составляет соответственно: 205 дней и -2,2 °C.

Основное отличие существующей тепловой изоляции и современной изоляции URSA TERRA в коэффициенте теплопроводности материала, что отражено в расчетах по каждому участку трубопровода ниже.

При плотности минеральной ваты (существующая старая изоляция трубопроводов) 50-200 кг м³, коэффициент теплопроводности составляет 0,048-0,070 Вт/(м·°C), учитывая длительный срок службы, уменьшение плотности материала и ухудшение теплоизоляционных свойств материала и соответственно увеличение коэффициента теплопроводности, показатель был выбран чуть выше среднего значения 0,060 Вт/(м·°C);

Данные коэффициента теплопроводности:

- коэффициент теплопроводности старой изоляции = 0,06 Вт/(м·°C)

- коэффициент теплопроводности URSA TERRA = 0,034 Вт/(м·°C) [1]

Таблица 1

Параметры работы трубопровода ДУ200 на 1 метр длины

| Параметры                                                               | Прямой (до замены изоляции) | Обратный (до замены изоляции) | Прямой (после замены изоляции) | Обратный (после замены изоляции) |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| $t_B, ^\circ\text{C}$                                                   | 95                          | 70                            | 95                             | 70                               |
| $t_H, ^\circ\text{C}$                                                   | -2,2                        | -2,2                          | -2,2                           | -2,2                             |
| $d_H^i, d_{BH}^i, \text{м}$                                             | 0,412                       | 0,412                         | 0,412                          | 0,412                            |
| $d_{BH}^i, \text{м}$                                                    | 0,212                       | 0,212                         | 0,212                          | 0,212                            |
| $K$                                                                     | 1,15                        | 1,15                          | 1,15                           | 1,15                             |
| $L, \text{м}$                                                           | 1                           | 1                             | 1                              | 1                                |
| $\lambda_i, \text{ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ | 0,06                        | 0,06                          | 0,034                          | 0,034                            |
| $\alpha_H, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$                 | 20                          | 20                            | 20                             | 20                               |
| Отопительный период, сут.                                               | 205                         | 205                           | 205                            | 205                              |

1.1 Расчет тепловых потерь 1 м прямого трубопровода ДУ 200 с существующей изоляцией толщиной 100 мм в 1 слой.

Определяем линейное термическое сопротивление теплоотдаче внутренней стенки наружной изоляции,  $R_H^L$

$$R_H^L = \frac{1}{\pi \cdot d_H^{из} \cdot \alpha_H} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,412 \cdot 20} = 0,039 \text{ м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Определяем полное линейное термическое сопротивление кондуктивному переносу теплоты n-слойной цилиндрической изоляции  $R_i^L$

$$R_i^L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_i} \cdot \ln \frac{d_H^i}{d_{BH}^i} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,06} \cdot \ln \frac{0,412}{0,212} = 1,763 \text{ м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Определяем тепловые потери 1 м трубопровода ДУ200 с теплоизоляцией:

$$q_L = \frac{(t_B - t_H)K}{\sum_{i=1}^n R_i^L + R_H^L} = \frac{(95 + 2,2) * 1,15}{1,763 + 0,039} = 62,031 \text{ Вт/м}^2 = 53,337 \text{ ккал/ч}$$

Тепловые потери 1 м трубопровода с теплоизоляцией за отопительный период составляют:

$$Q_1 = q_L * 24 * \frac{205}{1000000} = 53,337 * 24 * 205/1000000 = 0,262 \text{ Гкал}$$

1.2 Расчет тепловых потерь 1 м прямого трубопровода ДУ 200 с новой изоляцией толщиной 100 мм в 1 слой.

$$R_H^L = \frac{1}{\pi * d_H^{из} * \alpha_H} = \frac{1}{3,14 * 0,412 * 20} = 0,039 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт}$$

$$R_i^L = \frac{1}{2 * \pi * \lambda_i} * \ln \frac{d_H^i}{d_{вн}^i} = \frac{1}{2 * 3,14 * 0,034} * \ln \frac{0,412}{0,212} = 3,112 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт}$$

$$q_L = \frac{(t_B - t_H)K}{\sum_{i=1}^n R_i^L + R_H^L} = \frac{(95 + 2,2) * 1,15}{3,112 + 0,039} = 35,474 \text{ Вт/м}^2 = 30,502 \text{ ккал/ч}$$

$$Q_2 = q_L * 24 * \frac{205}{1000000} = 30,502 * 24 * 205/1000000 = 0,150 \text{ Гкал}$$

1.3 Разница величины тепловых потерь на 75 м прямого трубопровода ДУ200 с новой и старой изоляцией составит:

$$\Delta Q_1 = (Q_1 - Q_2) * l = (0,262 - 0,150) * 75 = 8,400 \text{ Гкал}$$

1.4 Расчет тепловых потерь 1 м обратного трубопровода ДУ 200 с существующей изоляцией толщиной 100 мм в 1 слой.

$$R_H^L = \frac{1}{\pi * d_H^{из} * \alpha_H} = \frac{1}{3,14 * 0,412 * 20} = 0,039 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт}$$

$$R_i^L = \frac{1}{2 * \pi * \lambda_i} * \ln \frac{d_H^i}{d_{вн}^i} = \frac{1}{2 * 3,14 * 0,06} * \ln \frac{0,412}{0,212} = 1,763 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт}$$

$$q_L = \frac{(t_B - t_H)K}{\sum_{i=1}^n R_i^L + R_H^L} = \frac{(70 + 2,2) * 1,15}{1,763 + 0,039} = 46,077 \text{ Вт/м}^2 = 39,619 \text{ ккал/ч}$$

Тепловые потери 1 м трубопровода с теплоизоляцией за отопительный период:

$$Q_1 = q_L * 24 * \frac{205}{1000000} = 39,619 * 24 * 205/1000000 = 0,195 \text{ Гкал}$$

1.5 Расчет тепловых потерь 1 м обратного трубопровода ДУ 200 с новой изоляцией толщиной 100 мм в 1 слой.

$$R_H^L = \frac{1}{\pi * d_H^{из} * \alpha_H} = \frac{1}{3,14 * 0,412 * 20} = 0,039 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт}$$

$$R_i^L = \frac{1}{2 * \pi * \lambda_i} * \ln \frac{d_H^i}{d_{вн}^i} = \frac{1}{2 * 3,14 * 0,034} * \ln \frac{0,412}{0,212} = 3,112 \text{ м}^{\circ}\text{C/Вт}$$

Определяем тепловые потери 1 м трубопровода ДУ200 с теплоизоляцией:

$$q_L = \frac{(t_B - t_H)K}{\sum_{i=1}^n R_i^L + R_H^L} = \frac{(70 + 2,2) * 1,15}{3,112 + 0,039} = 26,350 \text{ Вт/м}^2 = 22,657 \text{ ккал/ч}$$

Тепловые потери 1 м трубопровода с теплоизоляцией за отопительный период составляют:

$$Q_2 = q_L * 24 * \frac{205}{1000000} = 22,657 * 24 * 205/1000000 = 0,111 \text{ Гкал}$$

1.6 Разница величины тепловых потерь на 100 м обратного трубопровода ДУ200 с новой и старой изоляцией составит:

$$\Delta Q_2 = (Q_1 - Q_2) * l = (0,195 - 0,111) * 75 = 6,3 \text{ Гкал}$$

1.7 Суммарная экономия на прямом и обратном трубопроводах

$$\Delta Q = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 = 8,4 + 6,3 = 14,7 \text{ Гкал}$$

## 2. Экономический эффект.

Экономический эффект от реализации замены тепловой изоляции:

$$\Delta \Delta = \Delta Q * T_{тэ}$$

$T_{тэ} = 1240,16$  руб./Гкал без НДС – тариф на компенсацию потерь тепловой энергии ПАО «МОЭК» до 31.12.2023 приказом ДЭПир г. Москвы от 17.11.2022 № 286-ТР [6].

$$\Delta \Delta = 14,7 * 1240,16 = 18\,230 \text{ руб.}$$

Объем изоляционного материала необходимый для реализации проекта:

- трубопровод ДУ200, L=150 (в одноструйном исчислении): Площадь изоляции определяется по формуле

$$S = \pi * D * l = 3,14 * 0,212 * 150 = 99,85 \text{ м}^2$$

В одной упаковке изоляции содержится 5,76 м<sup>2</sup> матов, согласно [1]. Необходимое количество упаковок = 99,85/5,76=17,3. То есть 18 шт. целых.

Средняя стоимость 1 рулона без НДС принята на основании 3х предложений, находящимся в открытом доступе, и составляет 1795 руб. без НДС [7][8][9].

Затраты на реализацию проекта: 18\*1795 = 32,31 тыс. руб. без НДС

Срок окупаемости проекта: 32,31/18,23 = 1,77 лет (1 год 9 мес.)

## Заключение

Как видно из расчета, простой срок окупаемости замены тепловой изоляции составляет 1 год 9 месяцев для небольшого участка тепловой сети, что делает этот вид работ экономически оправданным. Если теплоснабжающая компания будет производить замену тепловой изоляции в больших объемах, например в рамках программы энергосбережения предприятия, и выполнять оптовые закупки материала, то эффект будет еще выше, за счет снижения оптовой цены закупки материалов.

## Литература

1. Федюхин А.В., Ахметова И.Г., Соловьев С.А. Анализ эффективности применения современных теплоизоляционных материалов для высокотемпературных трубопроводов // Глобальная энергия. 2022. Т. 28, No 4. С. 79–89. DOI: <https://doi.org/10.18721/JEST.28405>

2. Замена трубопроводов в минераловатной изоляции на предизолированные трубы в пенополимерминеральной изоляции / Н.М. Попова, Д.М. Чудинов, М.А. Долбилова, Е.В. Чуприна // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. No 1 (30). С. 17-23.

3. Официальный сайт производителя ООО «УРСА Евразия»,

URL: <https://www.ursa.ru/products/terra/terra-34-rn/> (дата обращения 10.05.2023).

4. СП 41-103-2000 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов», Госстрой России, г. Москва, – 42 с.

5. СП 131.13330.2018. Строительная климатология СНиП 23-01-99\*, (Утв. Приказом Минстрой России 28.11.2018 №763-ПР), г. Москва – 107 с.

6. Утвержденные тарифы ПАО «МОЭК», URL: <https://www.moek.ru/d/textpage/6d/109/tarifnoe-menyu-pao-moehk-na-2019-2023-gg-dlya-sajta-i-bz.pdf?ysclid=Ihibx92h1f268564226> (дата обращения 10.05.2023).

7. Электронный ресурс компании ООО ТСК Дипломат, URL: [https://tskdiplomat.ru/catalog/izolyatsionnye\\_materialy/heat\\_insulation/glass\\_wool/ursaterra\\_34\\_rn\\_100\\_mm\\_1200kh4800\\_tekhnicheskij\\_mat.html](https://tskdiplomat.ru/catalog/izolyatsionnye_materialy/heat_insulation/glass_wool/ursaterra_34_rn_100_mm_1200kh4800_tekhnicheskij_mat.html) (дата обращения 10.05.2023).

8. Электронный ресурс компании «ТеплоТорг», URL: <https://minvata-spb.ru/uteplitel-ursa-terra-tehnicheskij-mat-100-1200-4800/> (дата обращения 10.05.2023).

9. Электронный ресурс компании ООО «Областная Керамика», URL: [https://oblceram.ru/catalog/mineral\\_blocks/17362/?ysclid=Ihcx8c97t445709531](https://oblceram.ru/catalog/mineral_blocks/17362/?ysclid=Ihcx8c97t445709531) (дата обращения 10.05.2023).

## Replacement of thermal insulation of heating pipelines to improve energy efficiency

Putilov S.S.

EnergExpert Group LLC

This article discusses the technical and economic calculation of savings in thermal energy losses during its transportation through a heating network with a temperature schedule of 95-70 ° C for Moscow conditions when replacing outdated thermal insulation of the pipeline with modern insulating materials. The calculation of heat energy losses in each section of the considered heating network of the direct and return pipelines was made separately for the option of insulation with obsolete mineral wool and for the option using modern insulating materials. The calculation was made taking into account the different coefficient of thermal conductivity of the wall material of the insulated object of two insulation options. The calculation of the simple payback period of the event was carried out, taking into account the tariff without VAT for compensation for heat losses of PJSC MOEK, as a role model. Economic calculation showed the feasibility of replacing the thermal insulation of the heating pipeline.

Keywords: thermal insulation, mineral wool, energy efficiency, energy conservation, heat savings, pipelines, heating

## References

1. Fedyukhin A.V., Akhmetova I.G., Soloviev S.A. Analysis of the effectiveness of the use of modern heat-insulating materials for high-temperature pipelines // Global Energy. 2022. V. 28, No 4. S. 79–89. DOI: <https://doi.org/10.18721/JEST.28405>
2. Replacement of pipelines in mineral wool insulation with pre-insulated pipes in foam polymer-mineral insulation / N.M. Popova, D.M. Chudinov, M.A. Dolbilova, E.V. Chuprina // Urban planning. Infrastructure. Communications. 2023. No. 1 (30). pp. 17-23.
3. Official website of the manufacturer URSA Eurasia LLC, URL: <https://www.ursa.ru/products/terra/terra-34-rn/> (accessed 05/10/2023).
4. SP 41-103-2000 "Design of thermal insulation of equipment and pipelines", Gosstroy of Russia, Moscow, - 42 p.
5. SP 131.13330.2018. Building climatology SNiP 23-01-99 \*, (Approved by Order of the Ministry of Construction of Russia on November 28, 2018 No. 763-PR), Moscow - 107 p.
6. Approved tariffs of PJSC MIPC, URL: <https://www.moek.ru/d/textpage/6d/109/tarifnoe-menyu-pao-moehk-na-2019-2023-gg-dlya-sajta-i-bz.pdf?ysclid=Ihibx92h1f268564226> (accessed 10.05.2023).
7. Electronic resource of TSK Diplomat LLC, URL: [https://tskdiplomat.ru/catalog/izolyatsionnye\\_materialy/heat\\_insulation/glass\\_wool/ursaterra\\_34\\_rn\\_100\\_mm\\_1200kh4800\\_tekhnicheskij\\_mat.html](https://tskdiplomat.ru/catalog/izolyatsionnye_materialy/heat_insulation/glass_wool/ursaterra_34_rn_100_mm_1200kh4800_tekhnicheskij_mat.html) (accessed 10.05.2023).
8. Electronic resource of the TeploTorg company, URL: <https://minvata-spb.ru/uteplitel-ursa-terra-tehnicheskij-mat-100-1200-4800/> (accessed 10.05.2023).
9. Electronic resource of the company Regional Ceramics LLC, URL: [https://oblceram.ru/catalog/mineral\\_blocks/17362/?ysclid=Ihcx8c97t445709531](https://oblceram.ru/catalog/mineral_blocks/17362/?ysclid=Ihcx8c97t445709531) (date of access 10.05.2023).

# Влияние советской архитектуры на модернизацию зданий Нанкина середины XX века

**Сун Ваньли**

аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 1143889737@qq.com

Статья раскрывает распространение и влияние советского архитектурного стиля в Нанкине. В период дружбы и сотрудничества между Китаем и СССР, Китай активно принимал теории и практику советской архитектуры, строил ряд зданий в имитации советского стиля. Эти здания были оказаны влиянием советского архитектурного стиля, обладали явными чертами модернизма, такими как крепкая бетонная конструкция и простые геометрические формы. Кроме того, данная статья также анализирует процесс локализации советского архитектурного стиля на китайский лад, который заключается в сочетании элементов традиционной культуры и этнического стиля КНР со свойственным для СССР архитектурным стилем для создания новых образцов зданий соответствующих культуре КНР. Например, при перестраивании города Нанкина появилось несколько зданий социалистического содержания и национальной формы в советском стиле, которые сочетают в себе элементы советской архитектуры и южного китайского архитектурного стиля, отражая многокультурность и локализацию китайской архитектуры. В целом данная статья освещает влияние советской архитектуры на развитие китайской модернизации зданий и конкретные проявления этого в Нанкине.

**Ключевые слова:** Советская архитектура, Китай, Нанкин, сталинский стиль зданий, социалистическое содержание, национальная форма.

**Введение:** Нанкин, как исторический и культурный город, в период трансформации города после создания Новой Китайской Республики также имел социалистическое содержание и национальную форму советского стиля архитектуры. Фоном для изучения этой статьи является период дружбы и сотрудничества между Китаем и СССР, когда СССР оказал значительную помощь Китаю, направив большое количество специалистов в различных областях техники для непосредственной помощи Китаю. Эти специалисты также принесли культуру архитектуры СССР в Китай. Открытие влияния советской архитектуры на Нанкин позволяет рассмотреть особенности процесса культурного развития смешения стилей СССР и национальных черт при разработке архитектурного стиля. Это имеет большое значение для понимания истории развития современной культуры строительства в КНР. Более глубокое понимание влияния культуры архитектуры СССР на развитие современной культуры строительства в КНР может также служить примером и руководством для будущего городского планирования и строительства.

## Период дружбы и сотрудничества между Китаем и СССР в 1950-1960 годах.

В начале своего существования КНР, представленная Мао Цзэдуном в "О народной демократической диктатуре", высказала концепцию односторонней внешней политики, что явно указывает на присоединение новой Китайской республики к социалистическому лагерю. В 1950 году Китай и СССР заключили альянс, став основными странами социалистического лагеря. Советский Союз оказал значительную помощь экономическому развитию Китая, направив большое количество специалистов и экспертов из различных областей для непосредственной поддержки КНР. В то же время эти технические специалисты также привезли культуру строительства из СССР в КНР. Группа экспертов по планированию и строительству города Москва прибыла в Пекин для руководства работами по строительству города Бэйцзин[1]. Эксперт из СССР, Абиларамов, в процессе общения с Лян Сычэном особо подчеркнул важность национальных форм.

24 июня 1960 года отношения между Китаем и СССР были официально разорваны. 16 июля правительство Советского Союза неожиданно уведомило китайское правительство о решении вывести всех советских специалистов из КНР, односторонне аннулировав сотни договоренностей и контрактов, прекратив поставки важного оборудования.

## Социалистическое содержание и национальная форма в Советском союзе

Лозунги "социалистическое содержание, национальная форма" и "метод творчества социалистического реализма" из теории советской архитектуры указывают на то, что при проектировании и строительстве зданий следует обращать внимание на культурное содержание пролетариата и использовать местные формы и языки. Эти лозунги показывают политический подход к архитектурной сфере в Советском Союзе, а также предоставляют архитекторам направление мышления и методы работы. Они также связаны с литературой и другими видами искусства, расширяя возможности для создания новых произведений. Лозунг о выражении социалистического содержания и национальных особенностей через архитектуру не только открыл дверь для движения по стилистическому направлению ретроспективного декоративного убранства зданий, но также предоставил политическую цель для работы архитекторов.

В 1925 году Сталин выступил с лекцией "Политические задачи Восточного университета", в которой был представлен первый из этих лозунгов: "Мы строим культуру пролетариата, и для народов социалистического строительства мы используем различные формы и методы выражения в зависимости от языка, образа жизни и т.д., что также правильно. Содержание - пролетарское, форма - национальная - это культура всего человечества, которую движет социализм"[2].

Советская публицистика часто гордо говорила о классической культурной традиции России, часто заменяя русское классическое искусство или архитектуру на критику буржуазного искусства. В атмосфере ярких похвал классическому художественному наследию "национальная форма" в архитектуре была реализована: классический художественный стиль и архитектура всех национальностей России, включая присоединившиеся республики, стали новыми формами социалистического искусства и архитектуры СССР. Что касается "общественного содержания", то обычно это связывается с пропагандой превосходства социальной системы. Содержание зданий не выражает функцию строительства, как утверждают некоторые теоретики, которые ещё не отказались от остатков формализма, но скорее отражает самую общую мыслимую объективную закономерность действительности... Вызывая лозунг "общественное содержание - национальная форма", на практике архитектурное творчество было направлено на дорожку, где уделялось внимание сознательности мышления. Достижения русской классической архитектуры использовались как основной метод строительства, а живопись, скульптура и другие связанные виды искусства использовались в качестве вспомогательных инструментов для создания памятников эпохи.

## Социалистическое содержание и национальные формы архитектуры Советского Союза.

### 1. Колоннада классицизма



Рис. 1 Новосибирский театр оперы и балета (1931-1945)

Западная классическая архитектура - это межкультурный стиль архитектуры в этой области с эпохи Возрождения, а российская культура строительства как часть европейской культуры сформировала русскую классическую архитектуру. В ходе развития советского зодчества поиск национальных форм привел к возникновению русской классической архитектуры. Например, театр оперы и балета в Новосибирске не только полностью сохраняет классический композиционный подход, но также умело сочетает элементы традиционной русской архитектуры, что делает его уникальным и имеющим значительную культурную ценность.

### 2. Высокие острые шпили многоэтажных зданий



Рис. 2 Главный павильон выставочного комплекса Всесоюзной выставки сельского хозяйства

Острые шпили русской архитектуры, также известные как "шатерные", можно назвать региональной или национальной формой архитектуры. Советские архитекторы использовали купольную форму в качестве национального стиля, особенно выделяется главное здание Всесоюзной сельскохозяйственной выставки с его ярким центральным симметричным композиционным элементом и высоко поднимающейся острой куполообразной конструкцией, которая часто украшена золотом и имеет богатую декорацию вокруг неё[4].

### 3. Характеристики готической архитектуры высотных зданий





Рис 3 Главное здание Московского университета 1943-1953 годы

Высотные здания в основном характеризуются простыми объемами, повторяющимися интервалами и одинаковыми этажами, что затрудняет полное отображение национальной формы. Однако 8 высотных зданий, начиная с 1947 года разработанных и построенных в Москве, проявляют вертикальное разделение и высокие формы, не только обращая внимание на дизайн крыши и фасада, но также сочетая готический стиль с национальным колоритом в архитектуре и моделировании объемов. Для этих высотных зданий были использованы элементы традиционной национальной архитектуры: центральная ось симметрии, регулярный план помещений, коридорный тип застройки и "трипольная" конструкция. Несмотря на то что эти высокие строения были расценены как "гнилые", "раздутые" и "безумные" типичные для своего времени в 1954 году, они все еще являются одним из представителей "советской архитектуры". Они не только занимают важное место в российской национальной архитектуре, но также глубоко повлияли на дизайн высотных зданий по всему миру.

#### 4. Памятный и символический характер

Национальные формы Советского Союза всегда имели сильный памятный, символический и декоративный характер. Как символ власти и престижа Советского Союза, Дворец Советов был создан после четырех раундов конкурсного проектирования и является вершиной стремления к созданию памятных зданий. Дизайн Дворца Советов почти полностью отображает концепцию архитектурного дизайна в СССР - это грандиозная, высокая, роскошная архитектура с церемониальным украшением и скульптурой, которые отражали превосходство политической, экономической и культурной жизни в стране[3]. Он не только является одним из важных представителей классической национальной архитектуры в

СССР, но также является одним из ключевых символов мощи государства через его дизайн-силу.

#### Исследование социалистического содержания и национальной формы китайской архитектуры

##### 1. Исследование традиционных китайских форм, сочетающих в себе социалистическое содержание и национальную форму.

В традиционной китайской архитектуре крыша играет важную роль, поэтому при изучении национальной формы она была первоочередным объектом внимания. "Классический" стиль архитектуры - это создание новых моделей на основе древних государственных зданий Китая с учетом новых функций, технологий и строительных материалов для изучения национальной формы. Его основные характеристики заключаются в разделении всего здания на три части: верхняя часть - это крыша; средняя часть - стены; нижняя часть - фундамент. Кровля обычно покрыта лазурными черепичными плитами, имеет декоративные элементы такие как конструкции сводов и выступы; балки украшены цветными рисунками. Здания в стиле дворцовой архитектуры выглядят величественно и имеют памятное значение, соответствующее "национальному чувству гордости" после установления нового политического режима. Поэтому этот классический стиль широко применяется в правительственных и культурных зданиях Китая, являясь основной чертой национальной формы китайской архитектуры.



Рис 4 Здание Юго-Восточного корпуса Нанкинского университета, 1953 год.

Юго-Восточное здание Нанкинского университета было спроектировано мистером Ян Тинбао в 1953 году. Оно имеет традиционную планировку в форме буквы "Г", ориентированную на восток и выходящую на запад. Внешний вид здания выполнен из серых кирпичных стен и элементов из железобетона, имитирующих каменные перила и ступени, которые совместно с другими зданиями на кампусе - библиотекой, Северным корпусом и другими - образуют единую композицию. Кроме того, это здание имеет большую крышу с этническим колоритом: она выполнена в традиционной форме двухскатной крыши со своеобразными декоративными элементами типа "зубастых ржавчин". Общий вид строгий и

достойный, но при этом пропитанный свежей элегантностью. Это является символическим зданием.



Рис 6. Учебный корпус Восточно-Китайского авиационного института в Нанкине, 1953 год.

Учебный корпус Восточно-Китайского авиационного колледжа в Нанкине был спроектирован профессором архитектуры Ян Тинбао из Нанкинского института технологии в 1953 году. Он использовал планировку с перепадами уровня, чтобы уменьшить объем земляных работ. Фасад здания имеет несимметричную композицию, а вход выполнен по образцу китайских монументальных ворот, рядом находится лестница с двойными карнизами и крестовидной крышей. Кабинеты на западной и восточной сторонах используют зеленые черепичные покрытия и традиционные декоративные элементы подкладки свесов. Кроме того, это здание имеет большую наклонную крышу со сложным дизайном и несимметричное расположение фигур пятиконечных звезд на вершинах башен является центральным элементом композиции. Это очень сложный проект для архитекторов, которые должны были сочетать традиционный стиль с использованием новейших технологий и методов. Это здание прекрасно отражает китайский традиционный стиль архитектуры и имеет национальные черты в своем дизайне[5].

## 2. Влияние и исследование архитектуры национальных форм СССР



Рис 7. Учебный корпус Нанкинского университета почт и телекоммуникаций 1992 год

Особенностью национальной формы архитектуры СССР является то, что образ здания в основном соответствует советскому стилю, например,

имеются элементы западного классического стиля по пропорциям и масштабам, некоторые из которых развивались из национальной формы архитектуры СССР. Здания имеют симметричную композицию слева и справа от центра, регулярный план с высокой главным корпусом и широкими колоннадами. Они также имеют "трехэтажную" конструкцию: "три этажа" означает три части - карнизные украшения, стены зданий и подшвы. Это то, что люди называют "советской архитектурой".

Нанкинский университет связи и почты начал строительство учебного корпуса в 1992 году, проект был разработан Нанкинским институтом архитектурного дизайна. Здание имеет площадь более 26 тысяч квадратных метров, основное здание состоит из 16 этажей (есть также подземный этаж). Два смежных учебных корпуса высотой в 6 этажей соединены с основным зданием. Учебные корпуса имеют великолепную архитектуру: два приблизительно по 170 метровых дополнительных здания расположены на западной и восточной сторонах главного здания. Общий размер достаточно большой, качество проектирования и строительства отличное, функциональная зональность планировки ясна и четкая; лестницы соединяют вертикальные пространства с горизонтальными переходами через навесы; холл служит как переходное пространство. Конструкция железобетонная. Это был самый высокий и крупный учебный корпус провинции на тот момент. На фасаде здания явно видна симметрия центра здания, которое горизонтально разделено на карнизы, стены и подножки: в вертикальном направлении центральная часть выше, а боковые ниже; высшая часть здания имеет постепенное увеличение вверх и установлено на вершине здания высокий приёмник сигнала. Этот дизайн делает эффект прогрессивного движения от краев к центру более очевидным и обеспечивает большую глубину слоя. Декоративных элементов в строительстве очень мало, оно достаточно современное и было спроектировано по образцу Сталинской архитектуры СССР. Конструкция шпиль-конус является важным языком архитектурного дизайна и широко используется в строительстве высших учебных заведений Китая. Этот дизайнерский язык несёт символический смысл форм национальной архитектуры Китая, который не лишен значительного влияния Московского университета. Хотя некоторые архитектурные проекты подчёркивают простоту и не используют шпиль-конус в своих дизайнах, этот элемент дизайна всё ещё играет важную метафорическую роль в общей структуре здания.

## 3. Исследование символического и мемориального содержания национальной формы

Нанкинский мост через Янцзы был построен в 1968 году под руководством архитектора Чжун Сюня. Этот двухъярусный мост сразу же стал известен как прорыв с открытием новых возможностей. Китай первоначально надеялся на строительство Нанкинского моста вместе со специалистами из СССР. Ранее советские инженеры уже помогли Китаю построить переправу через реку в Ухани и были



готовы оказать техническую помощь ещё раз. Однако вскоре после начала стройки международные отношения двух стран ухудшились, и до разрыва китайско-советских отношений специалисты из СССР покинули проектную группу. Восемь лет спустя мост был построен, и Китай рассматривает это как важное инженерное достижение.



Рис 8 Нанкинский мост через Янцзы, 1968 год.

Само начало стройки моста уже имело символическое значение, а башни моста были наиболее выразительной частью его символического и коммеморативного значения. Башни Нанкинского моста - это двухъярусные платформы с двумя большими и двумя маленькими башнями на каждом берегу реки Янцзы. Архитектурный стиль Нанкинского моста является величественным, чтобы подчеркнуть его грандиозность и соединить пристани с помощью двухъярусных платформ. В то же время здание на конце моста отражает особенности социалистического содержания Советского Союза и дух всего китайского народа, а также имеет постоянную коммеморативную ценность.

**Вывод:** Самое важное влияние советской архитектуры на Китай заключается в связи архитектуры и идеологии. В рамках теории литературы и искусства СССР, художество имеет классовые проблемы, что относится также к архитектуре. Поэтому архитектура больше не является только вопросом хорошего или плохого, но более связана со стоящими за этим положениями, правильным или неправильным и другими подобными проблемами, что придает ей оковы идеологии. В таких условиях зарубежная (капиталистическая) архитектура была полностью отвергнута по идеологическим причинам, изучение современной архитектуры западных стран длительное время оставалось "запрещенной зоной" для КНР. Несмотря на упразднение движения "борьба с расточительством", декорации зданий все еще сохраняются упрощенными, однако они всё же аккуратно различаются от западной модели современной архитектуры. Стиль советской архитектуры оказал значительное влияние на здания, построенные в Нанкине после 1950-х годов и является значимым этапом модернизации архитектуры Нанкина, который нельзя игнорировать при переходе к новому стилю современной архитектуры. КНР также является социалистической страной и черпает опыт развития от первого социалистического государства - СССР. Под влиянием течения "социалистическое содержание, национальная форма" времени Сталина, стиль советской архитектуры более уделял

внимание национальности зданий и полностью отвергал зарубежную (капиталистическую) архитектуру по идеологическим причинам. Дизайн зданий Нанкина прошел этап объединения западных форм с национальными формами "больших крыш", чтобы изучить, как можно выразить национальный характер в зданиях. Такие здания как Учебное Заведение Почты И Телеграфа Нанкина, Мост Чанцзян и Учебное Заведение Восточной Авиации Китая в Нанкине отражают социалистическую мысль того времени и международную ситуацию дружбы между КНР и СССР.

## Литература

1. (Советский Союз.) Чжабинко (М.П.Цапенко). О реалистической основе архитектурного искусства Советского Союза / перевод Цинхэ. Издательство строительных работ, 1955 г., 246 с.
2. Чжан Байчунь, Яо Фан, Чжан Джиучунь, Цзян Лун. Передача технологий из Советского Союза в Китай 1949-1966 гг.. Издательство образования провинции Шандун, 2004 г., 529 с.
3. Редакция издательства строительных работ. История советской архитектуры / перевод не указан. Издательство строительных работ, 1955 г., 192 с.
4. Джан Ксянсян, Лу Джэньдунь. Текущие мысли о планировании города и деревни в Китае наших дней / перевод не указан. Издательство Восточно-Юго-Восточного университета, 2013 г., 280 с.
5. Зук Денонг, Дай лу, Чжан Сяньвэй. История китайской современной архитектуры / Издательство китайской строительной промышленности, 2010 г., 272 с.

## The Influence of Soviet Architecture on the Modernization of Nanjing Buildings in the Middle of the 20th Century

Song Wanli

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

The article reveals the spread and influence of the Soviet architectural style in Nanjing. During the period of friendship and cooperation between China and the USSR, China actively adopted the theories and practices of Soviet architecture, built a number of buildings in imitation of the Soviet style. These buildings were influenced by the Soviet architectural style, with clear modernist features such as solid concrete construction and simple geometric shapes. In addition, this article also analyzes the process of localization of the Soviet architectural style in the Chinese way, which consists in combining elements of the traditional culture and ethnic style of the PRC with the architectural style characteristic of the USSR to create new models of buildings corresponding to the culture of the PRC. For example, during the rebuilding of the city of Nanjing, several Soviet-style buildings of socialist content and national form appeared, which combine elements of Soviet architecture and southern Chinese architectural style, reflecting the multiculturalism and localization of Chinese architecture. In general, this article highlights the influence of Soviet architecture on the development of Chinese building modernization and specific manifestations of this in Nanjing.

Key words: Soviet architecture, China, Nanjing, Stalinist style of buildings, socialist content, national form.

## References

1. (Soviet Union.) Chzhabinko (M.P. Tsapenko). On the realistic basis of the architectural art of the Soviet Union / Qinghe translation. Construction Works Publishing House, 1955, 246 p.
2. Zhang Baichun, Yao Fang, Zhang Jiuchun, Jiang Long. Transfer of Technology from the Soviet Union to China 1949-1966. Shandong Provincial Education Publishing House, 2004, 529 pp.
3. Editorial office of the building works publishing house. History of Soviet architecture / translation not specified. Construction Works Publishing House, 1955, 192 p.
4. Zhang Xiangxiang, Lu Jendong. Current Thoughts on Urban and Country Planning in China Today / No translation provided. East Southeastern University Press, 2013, 280 pp.
5. Zuk Denong, Dai Lu, Zhang Xiangwei. History of Chinese Modern Architecture / Chinese Construction Industry Publishing House, 2010, 272 p.

# Архитектурно-пространственная сущность архитектуры.

## Архитектурные фантазии – краткий обзор архитектурного наследия

**Феофанова Светлана Александровна**

старший преподаватель кафедры ДАС, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, sofiafond@mail.ru

**Чернышева Екатерина Викторовна**

Магистрант гр.1-ДАСм-1, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Целью данной работы является раскрытие и анализ основных аспектов объемно-пространственной композиции, а, так же определение характерных взаимосвязей изучения этого предмета в высших архитектурных школах России. В работе дан краткий обзор основных этапов развития направления «архитектурные фантазии» и раскрыта непосредственная связь этого направления с реальным проектным процессом, в том числе и с обучением студентов.

**Ключевые слова:** объемно-пространственная композиция; архитектурное проектирование; архитектурные фантазии; Джованни Баттиста Пиронезе; Антонио Сант-Элиа; Ле Корбюзье; Яков Чернихов.

Как работал архитектор в давние времена на заре развития эволюции и что представляет из себя процесс архитектурного проектирования сегодня? Изучая историю архитектуры, градостроительства и дизайна архитектурной среды, мы делаем вывод, что во все времена зодчий должен был обладать объемно-пространственным мышлением. Впервые стали употреблять «объемно-пространственное мышление» в Петербургской Академии Художеств как раз в тот момент, когда там преподавали великие российские художники И.Е. Репин и Д. Н. Кордовский.

Объяснить этот термин возможно даже для студентов начальных курсов архитектурных школ России. Для этого достаточно взять любое типовое учебное задание по проектированию. Типичными заданиями для бакалавров в ВУЗах, где готовят архитекторов могут быть, например, такие задания на проектирование как: павильон, индивидуальный жилой дом, секционный жилой дом, блокированный жилой дом, гостиница, кафе, клуб, др.

Но прежде, чем начать заниматься учебным проектированием, практически в течении всего первого курса будущие зодчие изучают уже готовые архитектурные объекты, созданные и века назад и современные.

Именно на этом этапе обучения и необходимо начинать осваивать объемно-пространственную композицию.

В процессе овладения навыками «Объемно-пространственного мышления» (предмет, развивающий такие навыки в процессе обучения называется «Объемно-пространственная композиция» во многих высших архитектурных школах, но название может быть незначительно видоизменено) будущий зодчий должен пытаться представить каждый заданный объем отдельных частей здания как комбинацию. Вариантов здесь может быть великое множество. Но, что характерно, далеко не все студенты могут сразу представить себе их.

Но это совершенно не значит, что нельзя развить в себе это очень нужное, скорее необходимое для архитектора «объемно-пространственное мышление».

Изучение предмета «Объемно-пространственная композиция» необходимо для осуществления основной цели обучения - создания будущим зодчим архитектурного проекта. Каждый архитектор перед началом проектирования раскладывает по полочкам функционал объекта проектирования и представляет себе, какие функциональные зоны могут присутствовать в проектируемом им объекте.

Что же представляет собой учебный предмет «Объемно-пространственная композиция» и почему без хорошего знания ее основ не может состояться архитектор?

Объемно-пространственная композиция строится исходя из закономерностей видового восприятия человека. Фигуры и формы, которые мы наблюдаем, складываются из плоскостей и линий их пересечения. Из плоскостей формируются объемы, из объемов создается пространство.

Архитектурное пространство неразрывно связано с человеком.

Возьмем к рассмотрению любое здание, например, жилой дом. Форма объема здания определяется его внутренней конструкцией и так же неразрывно связаны.

Но, приоритет функциональности в архитектуре может меняться на приоритет эстетики и художественного замысла. В реальном же процессе проектирования непременно появляются архитектурные фантазии как часть художественного замысла. Если бы было иначе, архитектура не была бы искусством.

И архитектор не был бы творцом и мастером, если бы не мог достичь гармонии в проекте, учитывая только утилитарную функцию.

Функция далеко не всегда соответствует оболочке.

В истории архитектуры встречаются примеры, когда объем как - будто бы не зависит от внутреннего пространства. Осмысление формы здания служит и решению художественных задач, связанных с обликом сооружения и его ролью в ансамбле соседних зданий.

Любое сооружение имеет 3 измерения: длину, высоту, ширину.

Признаками объемно-пространственной композиции являются:

- фронтальность;
  - объемность.
  - пространственность
- Фронтальная (фронтально-плоскостная) композиция, это композиция, которую человек видит с одной стороны. воспринимается со статичных точек зрения. Фронтальная композиция статична.

Объект фронтальной композиции нельзя обойти вокруг.

Характерным для фронтальной композиции является расположение всех ее элементов и частей по отношению к зрителю в двух фронтальных координатах — ширине и высоте. Третья глубинная координата во фронтальных композициях стремится к нулю или имеет подчиненное значение. Примерами фронтальной композиции может служить каждый отдельно взятый фасад или барельеф в составе здания.

Объемная композиция — это геометрическая или архитектурная форма, которая развивается в трех измерениях. Объемную композицию человек может обойти вокруг.

Помимо выявления трехмерности, основной задачей остается достижение композиционного единства частей и гармонии в целом.



Рис.1 Примеры студенческих работ на тему «Фронтальная композиция» (макеты)

Примерами объемной композиции в архитектуре может служить любое здание, элементы которого взаимосвязаны, а в соотношении «объем-пространство» превалирует объем.

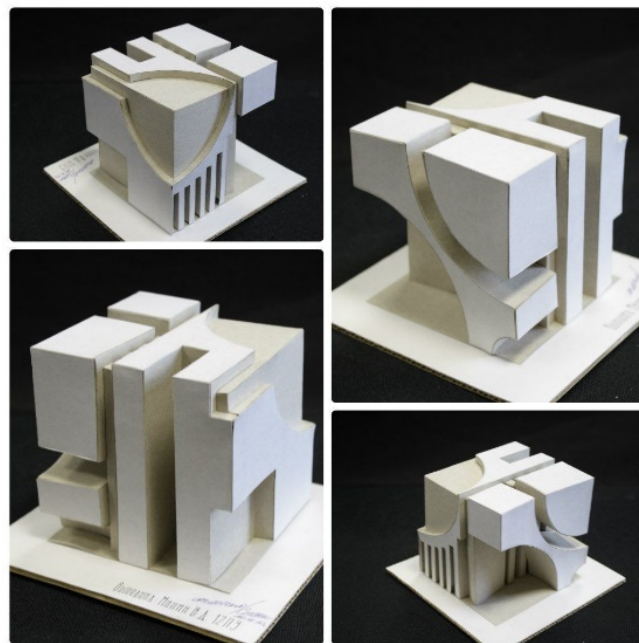


Рис.2 Примеры студенческих работ на тему «Объемная композиция» (макеты)

Глубинно-пространственная композиция обладает формами, создающими зрительную глубину. Глубинная композиция может быть образована с помощью следующих видов пространств:

- закрытого со всех сторон и сверху (интерьер);
- ограниченного с одной или нескольких сторон (экстерьер).



В коллаборации «объем – пространство», если композиция глубинно-пространственная превалирует пространство.

Архитектура является объемно-пространственным искусством.

Объемно-пространственная сущность архитектуры – это один из основных важнейших постулатов в проектировании.

Каждый ученик высшей архитектурной школы должен взять себе на заметку важность и нужность этого учебного предмета.

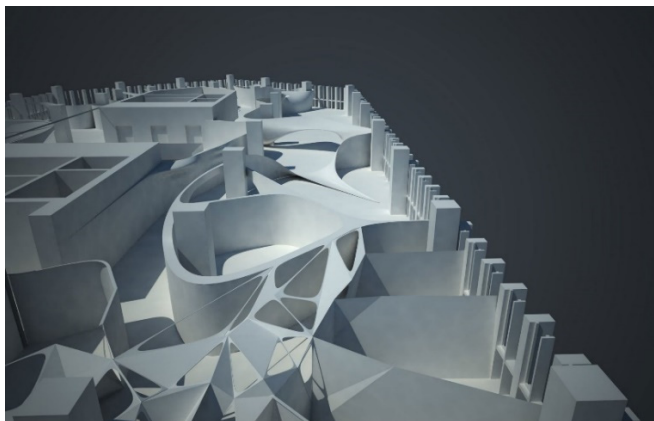


Рис.3 Пример фрагмента макета на тему «Глубинно-пространственная композиция»

В истории архитектуры есть фантастические примеры объемно-пространственной композиционной организации пространства.

Само понятие «архитектурные фантазии» всегда присутствовало в истории архитектуры.

Впрочем, по прошествии веков, многие архитектурные фантазии, дошедшие до нас и хранящиеся в копилке истории мировой архитектуры, уже и не кажутся нам такими фантастическими.

С древних времен развития архитектурной мысли у зодчих был запрос отображать некоторые их замыслы в виде архитектурных фантазий. Эти фантазии часто отличались от обычных архитектурных приемов своими отступлениями принятых выражений как композиционного, так и технического свойства. Зачастую при упражнениях в архитектурных фантазиях зодчий позволял себе отступать от общепринятых канонов ремесла. Но архитектура не была бы искусством, если бы не находились зодчие, которые отбросив условности казалось бы, забыв про функцию и конструктив, творили свои гениальные произведения. А их новаторская, не осуществимая на тот момент архитектурная мысль, все же, через века приходила к самым неожиданным результатам.

Непрерывно, при обучении студентов, которые стремятся получить разносторонние профессиональные знания и развить в себе объемно-пространственное видение, рекомендуется ознакомить их с таким понятием, как «архитектурные фантазии».

Во все времена все необычное, новое и неизведанное воспринималось человеческим сообществом неоднозначно. Но именно такие новаторские

и авангардные решения и в архитектурном творчестве оказывались зачастую «двигателями прогресса». Иногда с момента новаторской фантастической идеи или проекта до воплощения в жизнь проходили столетия. Это ни в коем случае не может служить причиной изъятия из опыта того или иного случая уже зафиксированных архитектурных фантазий, как бы к ним не относились современники.

В наше время архитектурное наследие по теме «Архитектурные фантазии» с успехом может служить предметом изучения для студентов архитектурных школ.

История архитектурных фантазий насчитывает не одно столетие. Люди всегда были увлечены строительством и идеями о том, как должна выглядеть «идеальная архитектура». За годы развития этого искусства, произошло множество революций в архитектуре, ее стилях, материалах, и дизайне.

Архитектура по природе своей — объемно-пространственное искусство. Ее назначение — создавать комфортную, удобную, но и привлекающую к себе внимание своими эстетическими свойствами среду для обитания человека. История архитектуры показывает нам необычные, порой фантастические примеры объемно-пространственной композиционной организации. Если в древние времена архитектура была скорее прикладной и утилитарной, то по мере развития человеческой цивилизации у людей возникла насущная необходимость и архитектура встала в один полноценный ряд с остальными видами искусств.

Целые города создаются и исчезают, а сохранившиеся находятся в непрерывном движении и развитии. Рассмотрим несколько примеров «архитектурных фантазий», не только оставивших весьма значимый след в истории архитектуры и градостроительства, но и до настоящего времени вдохновляющих нас на новаторские, неизбитые проектные решения.

Джованни Баттиста Пиранези (1720-1778) - итальянский архитектор и художник-график, мастер архитектурных пейзажей, исследователь и коллекционер римских древностей, издатель эстампов.

Он создал нереально красивые, но, нигде не существовавшие фантастические города.

Он виртуозно, казалось бы, исподволь, заставил европейцев 18 века полюбить придуманные им так называемые «фантастические руины».

Руины прочно вошли в развивающееся в то время романтическое направление как в архитектуре, так и в искусстве вообще.

Пиранези увлекается созданием гравюр, а его «архитектурные фантазии» и наброски, вышедшие в альбоме, закрепляют за ним название «бумажный архитектор».

И правда - ни на одной из его многочисленных гравюр не было изображено реально существующее место. Но в то же время все гравюры были настолько детально проработаны и были невероятно техничными и точными.

Как будто бы автор рисовал с натуры свои «архитектурные фантазии».



Еще одной из необычных и довольно редких тем творчества Пиранези является тема «Темницы». Мастер создает серию офортов именно под этим названием. Автору удается посредством графики передать не только тюремные интерьеры, но и драматичный дух функционального назначения этого архитектурного пространства.

Таким образом, «Бумажное» наследие Пиранези велико и он, безусловно, внес неоценимый вклад в развитие не только европейской, но и мировой архитектуры.

Большой поклонницей творчества гравера была русская императрица Екатерина II. Ее покои были буквально завалены альбомами, книгами и отдельными гравюрами, посвященными архитектуре. Работы Пиранези она показывала мастерам, возводившим здания в Царском Селе – как эталон.

Огромную роль в развитии архитектуры и в том числе в рамках применения и объемно-пространственной композиции в процессе проектирования сыграли и зодчие, занимавшиеся проблемами городов.

Города будущего, фантастические города, города-утопии, города – фэнтези – как только не называли современники это очень интересное и необычное направление урбанистики.

Еще один, очень яркий и самобытный, оставивший потомкам большое наследие зодчий Антонио Сант-Элиа (1888 – 1916 г.г.)

В 1914 году Антонио Сант-Элиа представил миланской публике свой проект *Città Nuova*, который состоял из серии рисунков и текста, где пояснялось, что город будущего должен соответствовать потребностям своих жителей настолько, что каждое следующее поколение сможет полностью перестраивать его по своему вкусу.



Рис. 4 Джованни Баттиста Пиранези «Вид на храм Геркулеса в городе Кора в десяти милях от Веллетри».

Идеи итальянского архитектора безусловно оказали влияние не только на современников мастера, но и на будущие поколения. Сегодня такие специалисты называются урбанистами, а урбанистика – это одно из самых востребованных и актуальных архитектурных направлений.

Проекты фантастических городов будущего, возможно названных бы нашими современниками городами-фэнтези уже много столетий волнуют умы самых талантливых и креативных архитекторов всех времен.



Рис. 5 Джованни Баттиста Пиранези «Темницы»

Проекты Антонио Сант-Элиа не только сделали его знаменитым в то время, но и сегодня продолжают будоражить умы наших современников.

Человечество находится на том этапе своего развития, когда, обращаясь к архитектурному наследию прошлого, современный зодчий может воплотить замысел своего знаменитого предшественника в жизнь.

Но тогда, на стыке столетий на выставке группы «Новые тенденции» в Милане Антонио Сант-Элиа показал свое видение города будущего.

Позже текст, который сопровождал графические планшеты с изображениями стал «Манифестом графической архитектуры».

В нём говорилось: «Мы должны изобрести и заново построить наш футуристический город как огромную шумную стройплощадку, полную кипучей деятельности, мобильную и во всем динамичную, а футуристический дом как гигантскую машину. Во всем должна произойти революция: крыши должны быть очищены, подвалы открыты, внимание перенесено с фасадов на группировку масс и расположение плоскостей».

Молодой архитектор как будто и в самом деле заглянул в будущее, опередив в своих формулировках признанных пионеров модернизма.

Текст в своем смысловом значении явно перекликался с будущими постулатами модернизма. Но модернизм в те времена еще не наступил.

В серии рисунков Сант-Элиа нет общего плана города будущего или даже сколько-нибудь широкой панорамы, однако сооружения показаны не на белом фоне, а как узлы некой огромной сети. Важное место в этой сети занимает электростанция, источник питающей город энергии. К этому проекту Сант-Элиа обращался несколько раз.

Сама утопия — это фантазия, у которой нет не только социального, экономического и политического измерения, но даже и градостроительного.



Спустя всего лишь один век фантастические архитектурные проекты и «Манифест» Антонио Сант-Элиа вовсе не кажутся утопичными нашим современникам.

Сложность текста «Манифеста» в сходстве с куда более хрестоматийными манифестами Ле Корбюзье (1887 – 1965г.г.)

Сходство — отказ от традиции, дом-машина, чистые крыши (у Ле Корбюзье — плоские крыши), открытые подвалы (у Ле Корбюзье дом на ножках) — ставит в тупик. Непонятно, знал ли Ле Корбюзье этот текст, когда писал свои манифесты «К архитектуре» (1923) и «Урбанизм» (1924).

Манифест Сант-Элиа был опубликован сначала как листовка к выставке, а в 1924-м был переведен и напечатан в журнале *Der Sturm* вместе с рисунками. При большом сходстве теоретических наработок, различия в самой архитектуре у Сант-Элиа и Ле Корбюзье очень значительны.

По другому и быть не могло. Перед нами два самобытных мастера.

Ле Корбюзье 1920-х — фанатик прямых линий и прямого угла. У Сант-Элиа нет ни того ни другого, он заявляет: «Наклонные и эллиптические линии динамичны и по самой своей природе обладают эмоциональной силой, в тысячу раз превосходящей силу перпендикуляров и горизонталей»

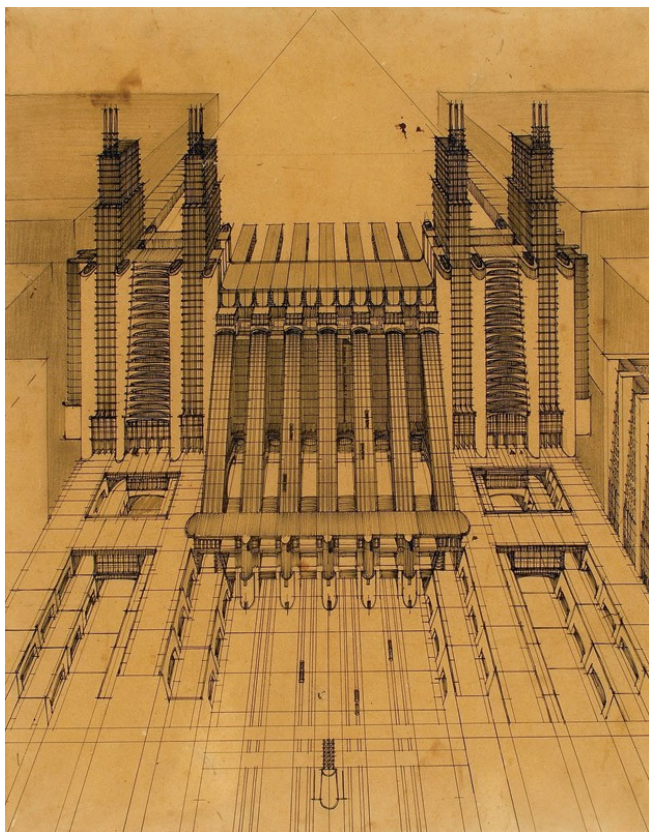


Рис.6 Антонио Сант-Элиа Авиационный и железнодорожный вокзал с фуникулёрами и лифтами на трёх уровнях дороги

Сант-Элиа так же, как Ле Корбюзье в манифесте «Урбанизм», считает, что современный дом и современный город — это одна и та же задача, но решают они ее прямо противоположным образом. Го-

род Ле Корбюзье — это прямоугольная сетка транспортных связей. У Сант-Элиа — «улица больше не лежит, как коврик у порога, но ныряет на несколько уровней вглубь, собирая транспортное движение мегаполиса, соединенное с металлическими мостиками и скоростными движущимися тротуарами». У Ле Корбюзье дом — это «автономный жилой блок», он сбегает с улицы на изолированную зеленую полянку. У Сант-Элиа сквозь «Новый дом» проходят три уровня улиц — пешеходная галерея, автомобильное шоссе и трамвайная линия. У Ле Корбюзье дом — замкнутый элементарный объем. У Сант-Элиа «лифты не должны больше прятаться в лестничных клетках, как черви-солитеры. Лестницы нужно отбросить, а лифты пусть скользят по фасадам, как змеи из стекла и металла». Одинаковость домов Ле Корбюзье поражает, в то время, как у Сант-Элиа нет одинаковых зданий.

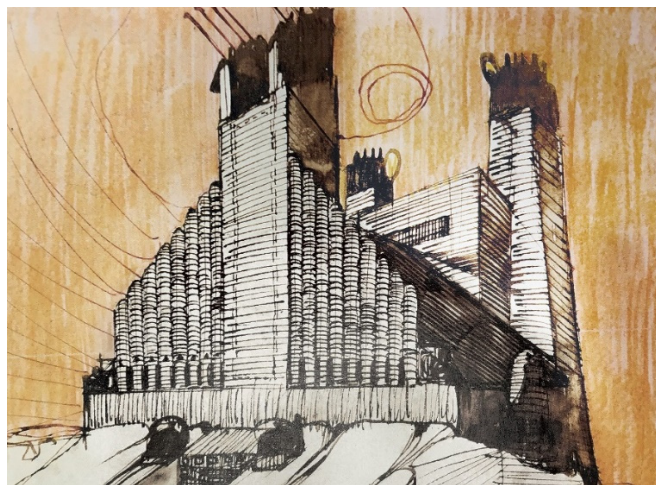


Рис. 7 Антонио Сант-Элиа Церковь

Возможно ли высказать предположение, что исходя из похожей теоретической базы, два великих творца являются антиподами.

В 20 веке Эбенезер Говард придумал город-сад, Владимир Семёнов реализует генеральный план реконструкции Москвы, а французский архитектор Ле Корбюзье предлагает построить город, который мог до неузнаваемости изменить пространство для жизни современного человека. Он назвал его лучезарным.

В видении Корбюзье центр города будущего состоял из небоскребов, окружённых парковой зоной и жилыми кварталами. Они соединялись бы транспортными узлами, по которым шли автобусы и поезда. Самолёты приземлялись бы между этими небоскребами, создавая воздушную транспортную сеть.

В 1922 году Корбюзье участвует в урбанистическом отделении Осеннего салона — ежегодной архитектурно-художественной выставки авангардистов, где представляли свои работы Амадео Модильяни, Марк Шагал и Жорж Брак.

По заявке архитектор должен был показать нечто вроде фонтана, но представил концепцию будущего Парижа, заняв более 200 м<sup>2</sup> выставочного пространства.



План изображал деловой центр, состоящий из 24 одинаковых 60-этажных офисных зданий по 180 метров в высоту — в то время, когда в европейских городах небоскребы не строились, а самым высоким сооружением Парижа была Эйфелева башня.

Этажность домов была в десять этажей, что по тема временам казалось очень смелым и авангардным решением, как же не вспомнить, что офисные центры предусматривались высотой в 60 этажей. Дома были сгруппированы в жилые районы, а каждый район имел свой административный центр.

А завершал всю эту по тем временам фантастическую композицию, большой зеленый парк.

К тому же, весь город был окружен зеленым кольцом.

Мнения современников о проекте Ле Корбюзье разнились от полного неприятия до полного восторга.

Невозможно представить себе разговор об «архитектурных фантазиях» без того, чтобы не упомянуть о Якове Черникове (1889 – 1951 г.г.)

Яков Черников после окончания Академии Художеств, где он обучался на архитектора начал заниматься производственно-проектной работой и преподавательской деятельностью в Ленинграде.

В 1930-1940 г.г. двадцатого столетия зодчий работает над циклом работ под общей темой «Архитектурные фантазии».

Что интересно, особое внимание Яков Черников уделял не только самой идее графической работы, но и ее названию.

Такие названия, как «Объемно-плановая композиция» или «Динамика вертикали и горизонтали» наряду с самими произведениями сегодня мы вполне можем рекомендовать к детальному изучению студентам в формате изучения предмета «объемно-пространственная композиция».



Рис.8 Ле Корбюзье. "План города на три миллиона жителей"



Рис.9 Яков Черников. «Архитектурные фантазии»

Познакомившись с «архитектурными фантазиями» Джованни Баттиста Пиранези, Антонио Сант'Элиа, Ле Корбюзье и Якова Черникова, мы рассмотрели лишь вершину айсберга. Но очень хочется надеяться, что студенты, обучающиеся в высших архитектурных школах России, возьмут себе на карандаш то, что архитектура начинается в первую очередь с фантазии. Эта фантазия может быть вызвана самыми разными вещами: окружающей природой, культурным наследием, абстрактными идеями или даже самой технической задачей. А те идеи, которые пару столетий назад приходили в голову выдающимся архитекторам того времени, сегодня не кажутся нам утопичными и фантастическими.

Хороший архитектор всегда способен превратить это начальное зрительное представление в реальность, сочетая творческое начало с техническими возможностями.

## Литература

1. Голубева О.Л. Основы композиции: учеб. пособие. 2-е изд. М.: Изд. дом «Искусство», 2004. 120 с.
2. Курилко М.И. Рисовать - значит рассуждать, мыслить // Проблемы композиции. М.: Изобразительное искусство, 2000. С. 119-120.
3. Мамугина В.П. Рисование геометрических форм и композиций: метод. разработки. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. 32 с.
4. Объемно-пространственная композиция: учеб. для вузов / под ред. А.В. Степанова М.: Архитектура-С, 2007. 256 с.

## Architectural and spatial essence of architecture. Architectural fantasies - a brief overview of the architectural heritage

Feofanova S.A., Chernysheva E.V.

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

The purpose of this work is to reveal and analyze the main aspects of the volume-spatial composition, as well as to determine the characteristic relationships of the study of this subject in the higher architectural schools of Russia. The paper gives a brief overview of the main stages in the development of the "architectural fantasies" direction and reveals the direct connection of this direction with the real project process, including student education.

Keywords: volume-spatial composition; connection of volume-spatial composition with architectural design; architectural fantasies; Giovanni Battista Piranesi; Antonio Sant'Elia; Le Corbusier; Yakov Chernikhov.

## References

1. Golubeva O.L. Fundamentals of composition: textbook. allowance. 2nd ed. M.: Ed. house "Art", 2004. 120 p.
2. Kurilko M.I. To draw means to reason, to think // Problems of composition. Moscow: Visual Arts, 2000, pp. 119-120.
3. Mamugina V.P. Drawing geometric shapes and compositions: a method. development. Tambov: Tambov Publishing House. state tech. un-ta, 2009.
4. Volumetric-spatial composition: textbook. for universities / ed. A.V. Stepanova M.: Architecture-S, 2007. 256 p.

# Анализ обеспечения пожарной безопасности в лечебных учреждениях

**Аксенов Сергей Геннадьевич**

доктор экономических наук, профессор, Уфимский университет науки и технологий

**Хасанова Лиана Гамиловна**

магистрант, Уфимский университет науки и технологий,  
mannanova.150799@mail.ru

Особую опасность пожары предоставляют для объектов здравоохранения, так как данные объекты относятся к объектам с массовым пребыванием людей. Актуальной проблемой рассматриваемых объектов является их обеспечение пожарной безопасности в связи с тем, что при пожаре возможны значительные социальные потери. Опасность пожаров еще обусловлена тем, что на данных объектах зачастую пребывают маломобильные люди, а также нетранспортабельные. В статье произведен анализ пожаров на объектах здравоохранения в России и Республике Башкортостан. Основной причиной пожаров являлось нарушение правил эксплуатации электрооборудования и неосторожное обращение с огнем. Количество пожаров по-прежнему остается на высоком уровне, что непосредственно связано с большой нагрузкой на лечебные учреждения в связи с появлением в стране новой болезни. Основное количество пожаров приходится на лечебные учреждения со стационаром. С увеличением количеством пожаров на объектах здравоохранения произошло увеличение количества погибших в России, количество погибших в Республике Башкортостан не было выявлено. Динамика прямого ущерба от пожаров значительно увеличилась, что непосредственно связано со значительным ростом количества пожаров. В статье рассмотрены основные требования, предъявляемые к лечебным учреждениям.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, статистика пожаров, объекты здравоохранения, прямой ущерб, требования пожарной безопасности, класс функциональной пожарной опасности, степень огнестойкости, этажность.

Пожары, возникающие в зданиях, всегда были и возникают по-прежнему, особую опасность пожары влекут для объектов лечебных учреждений, ведь лечебные учреждения являются объектами с массовым пребыванием людей. Ежедневно в России в учреждениях здравоохранения (больницах, поликлиниках и прочее) находятся свыше 4 млн. человек, пребывание людей в данных учреждениях имеет разные степени тяжести, а также зачастую характеризуется круглосуточной. Пожары в данных учреждениях влекут за собой большое количество жизней, в связи с чем защита жизни людей является первостепенной. Поэтому пожарная безопасность данных учреждений остается по-прежнему актуальной [1].

Анализ пожаров на объекте здравоохранения был произведен на основе данных МЧС России [2].

Основные причины возникновения пожаров в зданиях приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Распределение пожаров в зданиях по причине их возникновения за 2021 год, %

Распределение показало (рисунок 1), что основная доля пожаров происходит в результате нарушение правил эксплуатации электрооборудования, а также неосторожного обращения с огнем. Человеческий фактор играет значительную роль в возникновении данных причин пожаров, ведь пациенты, а также зачастую и медицинский персонал не соблюдают правила пожарной безопасности (курят в помещении, используют электрические приборы (чайники, кипятильники, приборы для дополнительного обогрева помещений и др.)).

Динамика пожаров в России и Республике Башкортостан, возникающих на объектах здравоохранения за последние 10 лет приведена на рисунках 2 и 3 [2, 3].

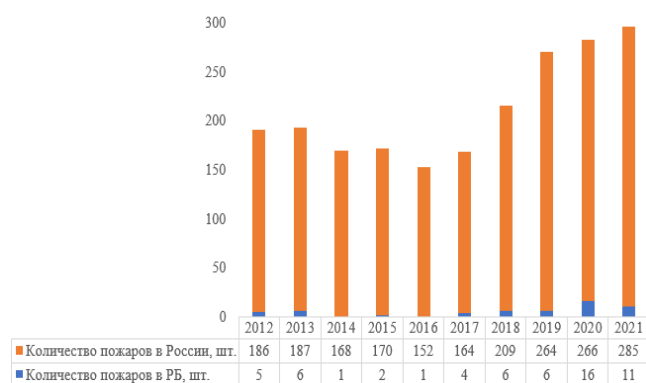


Рисунок 2 – Динамика пожаров на объектах здравоохранения за период 2012-2021 гг.



Рисунок 3 – Распределение пожаров по видам на объектах здравоохранения за период 2012-2021 гг., %

Статистика пожаров на объектах показала, что количество пожаров существенно увеличилось. Основная доля пожаров приходится на лечебные учреждения со стационаром (рисунок 3) чему, несомненно, поспособствовала высокая нагрузка на лечебные учреждения в связи со вспышкой новой коронавирусной инфекцией.

На рисунке 4 представлено распределение погибших и пострадавших в результате пожара на объектах здравоохранения в России и Республике Башкортостан (РБ) за последние 10 лет [2].

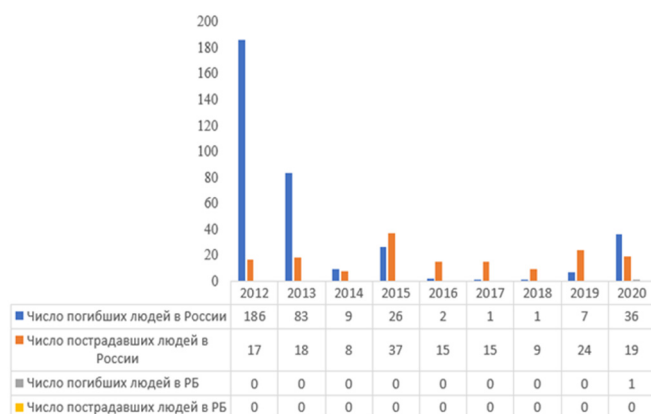


Рисунок 4 – Распределение погибших и пострадавших на объектах здравоохранения за период 2012-2020 гг.

Из диаграммы (рисунок 4) видно, что количество погибших при пожаре в России существенно снизилось (уменьшилось в 5 раз по сравнению с 2012 годом), но начиная с 2019 года происходит увеличение, что скорее всего связано со значительной

нагрузкой на лечебные учреждения. Погибшие и пострадавшие в РБ при рассматриваемом периоде не выявлено, за исключением 2020 года. Распределение погибших и пострадавших при пожаре в 2021 году не приводится в связи с отсутствием достоверных данных.

На рисунке 5 представлено распределение прямого ущерба от пожаров на объектах здравоохранения в России за период 2012-2020 гг. [2, 3].

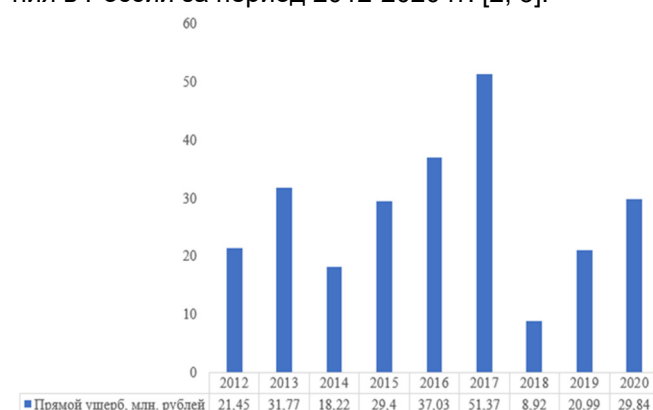


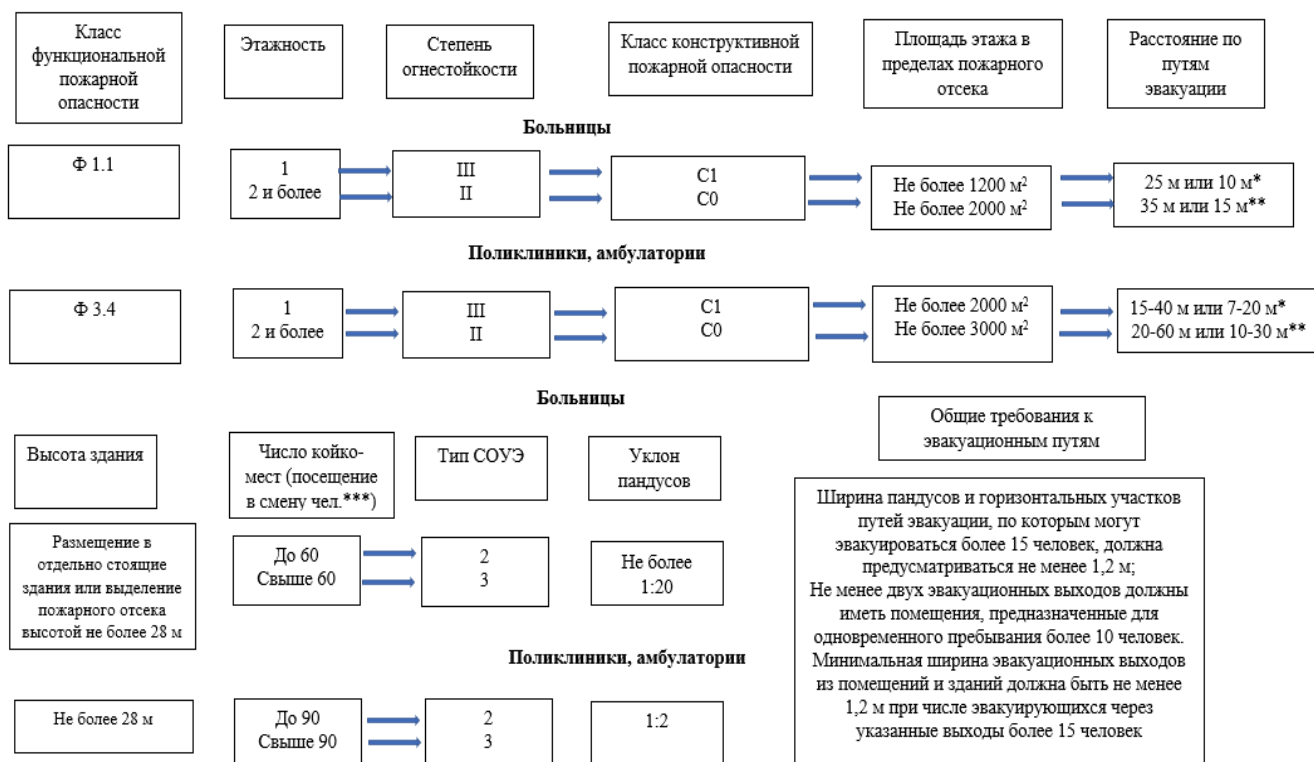
Рисунок 5 – Динамика распределения прямого ущерба за период 2012-2020 гг.

Прямой ущерб от пожаров значительно увеличился, в связи со значительным ростом количества пожаров. В связи с тем, что особую опасность пожары представляют для персонала и пациентов, поэтому обеспечение пожарной безопасности лечебных учреждений является неотъемлемой частью при их строительстве и функционировании.

Основные требования пожарной безопасности в соответствии с [4-10] приведены на рисунке 6.

При проектировании лечебных учреждений необходимо учитывать высоту зданий. Тип системы оповещения зависит от числа мест в палате или посещения людей в одну смену. Особые требования предъявляются к эвакуационным путям в связи с большим людским потоком, также особенность эвакуации состоит в том, что в лечебных учреждениях присутствуют больные с заболеваниями, препятствующими самостоятельному их передвижению, в связи с чем персонал обязательно должен обучаться действиям при пожаре, для своевременной помощи при эвакуации людей. Пути эвакуации должны быть беспрепятственными, запрещается расположение кроватей в коридорах больниц, стулья, тумбочки и другая мебель не должны загромождать эвакуационные пути и выходы, уменьшая ширину путей эвакуации, а также запрещается захламление эвакуационных выходов. По мимо вышеуказанных требований необходимо соблюдение правил для маломобильных групп населения [11, 12], ведь единственным способом эвакуации маломобильных групп является эвакуация при помощи персонала лечебных учреждений. Руководителю здравоохранения для маломобильных людей необходимо обеспечить учреждение носилками из расчета 1 носилки на 5 пациентов, которые не способны к самостоятельному передвижению, а персонал должен обеспечен средствами индивидуальной защиты органов зрения и дыхания [13].





\* – Из помещений, расположенных между лестничными клетками или наружными выходами; \*\* – Из помещений с выходами в тупиковый коридор или холл; \*\*\* – градация для поликлиник и амбулаторий  
Рисунок 6 – Требования пожарной безопасности, предъявляемые к лечебным учреждениям

При приеме на работу весь штатный персонал должен пройти первичный инструктаж по пожарной безопасности. Персонал должен обучаться действиям при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Анализ пожаров показал, что основная часть пожаров в зданиях происходит в результате нарушения правил эксплуатации электрооборудования и неосторожного обращения с огнем, что непосредственно связано с человеческим фактором. За последние 5 лет произошло значительное увеличение количества пожаров, среди которых основная доля приходится на лечебные учреждения со стационаром с постоянным пребыванием людей. Вместе с увеличением количества пожаров в России увеличилось количество погибших при пожаре на объектах здравоохранения. Зачастую при пожарах погибают маломобильные и нетранспортабельные больные, так как для их эвакуации требуется значительное время, а также при эвакуации на носилках дополнительный персонал больницы. К примеру, ночью в больницах дежурит медицинский персонал в небольшом количестве, которого в случае пожара может даже не хватить на всех маломобильных и нетранспортабельных больных. В связи с чем для снижения погибших предлагается оснащение палат подъемником, который поможет эвакуировать маломобильных и нетранспортабельных больных. А также необходимо соблюдение норм пожарной безопасности при проектировании объектов лечебных учреждений, а также соблюдение требования пожарной безопасности персоналом и пациентами, что позволит существенно снизить количество пожаров и гибель людей.

## Литература

1. Вагапова А.М., Аксенов С.Г. К вопросу об обеспечении пожарной безопасности в лечебных (медицинских) учреждениях // Молодежный научный форум: электр. сб. ст. по мат. CLX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 9(160). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF\\_interdisciplinarity/9\(160\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_interdisciplinarity/9(160).pdf) (дата обращения: 25.10.2022).
2. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2012-2021 год. <https://www.mchs.gov.ru/>.
3. Аксенов С.Г., Яппаров Р.М., Давлетбаева Д.Д. Оценка уровня пожарной безопасности в помещениях медицинского назначения // Экономика строительства. 2022. № 11. С. 90-94.
4. Федеральный закон от 22.07.2008 № ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
5. Постановление правительства РФ от 16.09.2020 №1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
6. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.
7. СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования.
8. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.
9. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.



10.СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре требования пожарной безопасности.

11.Рогожина Е.Н. Метод и средства защиты людей при пожаре на объектах медицинских учреждений// «StudNet». №1. 2022. С.172-174.

12.СП 59.13330.2020 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001.

#### Analysis of fire safety in medical institutions

Aksenov S.G., Khasanova L.G.,

Ufa University of Science and Technology, Russian Federation, Ufa

Fires pose a special danger for healthcare facilities, since these facilities belong to objects with a mass stay of people. An urgent problem of the objects under consideration is their provision of fire safety due to the fact that significant social losses are possible in case of fire. The danger of fires is also due to the fact that these facilities are often occupied by people with limited mobility, as well as non-transportable ones. The article analyzes fires at healthcare facilities in Russia and the Republic of Bashkortostan. The main cause of the fires was a violation of the rules of operation of electrical equipment and careless handling of fire. The number of fires remains at a high level, which is directly related to the heavy burden on medical institutions due to the emergence of a new disease in the country. The main number of fires falls on medical institutions with a hospital. With the increase in the number of fires at health facilities, there was an increase in the number of deaths in Russia, the number of deaths in the Republic of Bashkortostan was not revealed. The dynamics of direct damage from fires has increased significantly, which is directly related to a significant increase in the number of fires. The article discusses the basic requirements for medical institutions.

Keywords: fire safety, fire statistics, health facilities, direct damage, fire safety requirements, functional fire hazard class, degree of fire resistance, number of floors.

#### References

1. Vagapova A.M., Aksenov S.G. On the issue of ensuring fire safety in medical (medical) institutions // Youth scientific forum: electr. Sat. Art. by mat. CLX intl. stud. scientific-practical. conf. No. 9(160). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF\\_interdisciplinarity/9\(160\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_interdisciplinarity/9(160).pdf) (accessed 25.10.2022).
2. State report on the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2012-2021. <https://www.mchs.gov.ru/>.
3. Aksenov S.G., Yapparov R.M., Davletbaeva D.D. Assessment of the level of fire safety in medical premises//Construction Economics. 2022. No. 11. S. 90-94.
4. Federal Law of July 22, 2008 No. FZ-123 "Technical Regulations on Fire Safety Requirements".
5. Decree of the Government of the Russian Federation of September 16, 2020 No. 1479 "On approval of the Rules for the fire regime in the Russian Federation".
6. SP 4.13130.2013 Fire protection systems. Limiting the spread of fire at protected facilities. Requirements for space-planning and design solutions.
7. SP 158.13330.2014 Buildings and premises of medical organizations. Design rules.
8. SP 1.13130.2020. Fire protection systems. Escape routes and exits.
9. SP 2.13130.2020. Fire protection systems. Ensuring the fire resistance of objects of protection.
10. SP 3.13130.2009. Fire protection systems warning system and management of people evacuation in case of fire fire safety requirements.
11. Rogozhina E.N. Method and means of protecting people in case of fire at medical facilities // StudNet. No. 1. 2022. P.172-174.
12. SP 59.13330.2020 Accessibility of buildings and structures for people with limited mobility. Updated edition of SNiP 35-01-2001.

# Обеспечение надежности закрепления железобетонных стоек башен мобильной связи в Донецко-Луганском регионе

**Ярош Елена Эдуардовна**

старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», natal03@mail.ru

Рассмотрены возможные способы обеспечения устойчивости опоры железобетонных стоек башен мобильной связи в различных инженерно-геологических условиях Донецкого и Луганского регионов при минимальных затратах на проведение изыскательских работ. Получены величины осредненных физико-механических характеристик грунтового массива в пределах заглубления опоры в различных инженерно-геологических условиях. Выполнена оптимизация глубины заложения ригеля на основе расчетов. Приведены результаты оптимизации величины  $Z_{в1}$  при заглублении опоры на 3,6 м и 4,6 м в различных инженерно – геологических условиях (благоприятные условия, средней благоприятности, неблагоприятные, супесчаные заторфованные грунты). Построены соответствующие графики изменения величины  $Q_n$  в зависимости от глубины заложения ригеля  $Z_{в1}$ , который позволяет определить глубину заложения ригеля в конкретных условиях. Приведены соответствующие выводы.

**Ключевые слова:** опора башни мобильной связи, физико-механические свойства грунтов, классификация грунтовых условий, устойчивости опоры, надежность закрепления стойки.

**Введение. Постановка проблемы.** С каждым годом в Донецко-Луганском регионе расширяется сеть мобильной связи. При этом в качестве опоры применяется железобетонная стойка с металлической надстройкой. На конструкции устанавливается соответствующая аппаратура, молниеотвод и т. д. Общая высота опоры 32 метра от уровня природного рельефа. Качество мобильной связи зависит от надежности закрепления опоры, которые в свою очередь определяются прочностными характеристиками грунтового массива в пределах заглубления опоры, способами и параметрами закрепления опоры. При расчете параметров надежного закрепления опоры определяющими являются физико-механические свойства грунтов. Для получения долговечных данных о характеристиках грунтов необходимо проводить инженерно-геологические изыскания непосредственно в местах установок опор. Это требует дополнительных затрат на строительство сетей мобильной связи, поэтому для повышения эффективности строительства необходимо, в первую очередь, снизить объем инженерно-геологических изысканий. Решению этой задачи посвящена данная работа.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Согласно [1] башни связи - обязательный элемент при строительстве беспроводных сетей - прежде всего мобильной связи. Такая конструкция должна обеспечивать жесткость и долговечность при эксплуатации. Вопросами эффективной области применения опор сооружений башенного типа занимались авторы [2, 3, 4, 5]. В данных изданиях [6, 7, 8, 9] приведены вопросы, связанные с проблемами строительства в сложных инженерно-геологических условиях.

**Цель работы.** Целью данной работы является обеспечение устойчивости опоры в различных инженерно-геологических условиях Донецкого и Луганского регионов при минимальных затратах на проведение изыскательских работ.

**Метод исследования:** описательный, анализ, математический.

## **Основная часть.**

Для достижения этих целей необходимо решить следующие задачи:

а) разработать методику классификации грунтовых условий по степени благоприятности для закрепления железобетонных опор СК 26.

б) получить величины осредненных физико-механических характеристик грунтового массива в пределах заглубления опоры в различных инженерно-геологических условиях.

в) привести районирование территорий Донецко - Луганского регионов по степени благоприятности грунтовых условий для обеспечения надежности закрепления железобетонных опор. Для этого был разработан критерий оценки инженерно – геологического условий.

г) рассмотреть возможные способы обеспечения устойчивости опоры и дать рекомендации по оптимальным параметрам наиболее приемлемого способа в различных инженерно – геологических условиях Донецко – Луганского региона.

Основой башни мобильной связи является железобетонная центрифугируемая стойка СК 22.1.-2.2, погружаемая в просверленную скважину. Такой объект представляет собой отдельно стоящее точечное сооружение, испытывающее внешние нагрузки в любом направлении. Соответственно и к заглубленной части стойки моментные и горизонтальные нагрузки могут быть приложены в любом из направлений, что накладывает требования обеспечения равно прочности закрепления опоры в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Этим объясняется необходимость установки ригеля (или ригелей), являющегося внешним элементом обеспечения закрепления. Эффективность работы ригеля зависит, как от физико-механических свойств грунта в пределах заглубленной части опоры, так и от глубины заложения ригеля  $z_{в1}$  (расстояние от планировочной отметки до половины высоты ригеля). Очевидно, что если установить ригель в точке поворота опоры, то пассивный отпор грунта на ригель будет минимальным. При удалении от этой точки (вверх или низ) эта величина будет возрастать, т.е. будет увеличиваться эффективность устройства ригеля, но при минимальном заглублении ригеля возможен выпор грунта, а при максимальном заглублении – увеличивается трудоемкость его устройства.

Поскольку надежность закрепления стойки определяется в первую очередь физико-механическими свойствами грунта вмещающего массива, а грунтовые условия в рассматриваемом регионе весьма разнообразны, то возникает неперемное условие, что бы при проектировании башен мобильной связи проводить инженерно-геологические испытания на каждой строительной площадке. При массовом строительстве башен выполнение такого условия потребует затрат на ведение изыскательских работ. Для удешевления этих работ необходимо провести классификацию грунтовых условий данного региона с целью определения осредненных физико-механических свойств грунтов по региональному признаку и в зависимости от погружения опоры. Классификацию грунтовых условий необходимо проводить по усредненным показателям угла внутреннего трения  $\varphi$  и удельного сцепления с грунтового массива в пределах заглубленной части стойки. Для этого нужно знать геолого-литологическое строение грунтового массива на глубину заглубления стойки  $d$ .

При проектировании обычных зданий и сооружений используют прочностные характеристики грунта несущего слоя. Это облегчает задачу классификации грунтов и использование результатов этой классификации при введении проектных работ. С этой целью [10] (Приложение А) приведены таблицы нормативных значений прочностных и деформационных характеристик грунтов. В основу классификации грунтов положены их физические характеристики: коэффициент пористости  $e$ , показатель текучести  $I_L$  и число пластичности  $I_p$ . Учитывая, что надежность закрепления опоры мобильной связи зависит от литологического строения массива грунта и физико-механических характеристик каждого инженерно-геологического элемента (ИГЭ) использовать указанные таблицы при проектировании башен мобильной связи не представляется возможным. В связи с этим предполагается следующий метод классификации инженерно-геологических условий, заключающийся в следующем.

Территория где предусматривается установка башен мобильной связи, разбивается на участки с примерно одинаковой литологией и генезисом. На первом этапе классификация носит качественный характер. По этому признаку на основании фактического материала инженерно-геологических изысканий территория региона представлена следующими участками:

1. Участки с благоприятными инженерно-геологическими условиями представлены такой инженерно-геологической колонкой:

- ИГЭ 1 – почвенно-растительный слой мощностью не более 0,5м;

- ИГЭ 2 – суглинки, обладающие просадочными свойствами и находящиеся в тугопластичном состоянии, мощностью не более 0,5 м;

- ИГЭ 3 или ИГЭ 4 – суглинки непросадочные или плотные глины твердой или полутвердой консистенции.

2. Участки со среднеблагоприятными инженерно-геологическими условиями представлены такой инженерно-геологической колонкой:

- ИГЭ 1 – почвенно-растительный слой мощностью не более 0,7 м;

- ИГЭ 2 – суглинки, обладающие просадочными свойствами и находящиеся в мягкопластичном состоянии, мощностью не более 1,5 м;

- ИГЭ 3 или ИГЭ 4 – суглинки непросадочные или плотные глины твердой или полутвердой консистенции.

3. Участки с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями представлены такой инженерно-геологической колонкой:

- ИГЭ 1 – почвенно – растительный слой мощностью не более 1,0м;

- ИГЭ 2 – суглинки, обладающие просадочными свойствами и находящиеся в мягкопластичном (или текучепластичном) состоянии, мощность не более 4 м, то есть по всей длине заглубленной части опоры.

4. Особые грунтовые условия, представленные:

а) Супесчаными слабозаторфованными грунтами с высоким уровнем грунтовых вод (до 1,5-2,0 м от дневной поверхности). Такие грунты могут быть по всей длине заглубленной части опоры.

б) Илистыми суглинками с высоким содержанием органических остатков, находящихся в текучепластичном состоянии. Такие грунты могут быть по всей длине заглубленной части опоры;

в) насыпными грунтами 1,0 – 1,5 м и дресвяно – щебенистыми грунтами (средневыветрелый элювий песчаников, аргиллитов или алевролитов).

Помимо указанных участков могут быть территории, грунтовые массивы которых представлены биогенными грунтами, водонасыщенными илами, ленточными глинами у которых модуль деформации ниже 5 Мпа. Поскольку такие территории достаточно редки и имеют локальный характер, а так же потому, что установка железобетонных опор не является жестко привязанной к определенной территории, они не были учтены в приведенной выше классификации.

Вторым этапом предполагаемой классификации было установление физико-механических характеристик грунтовых слоев ИГЭ 2, ИГЭ 3, ИГЭ 4, супесчаных заторфованных и илистых суглинков (табл. 1). Физико-механические характеристики почвенно-растительного слоя определялись согласно таблицы А [10].

Таблица 1  
Физико-механические характеристики грунтовых слоев.

| № п/п | Наименование грунта           | Удельный вес, кН/м³ | Удельное сцепление |                 | Угол внутреннего трения |                 | Модуль деформации, МПа |
|-------|-------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|------------------------|
|       |                               |                     | C <sub>I</sub>     | C <sub>II</sub> | φ <sub>I</sub>          | φ <sub>II</sub> | E                      |
| 1     | ИГЭ 2 (тугопластичный)        | 17,2                | 15                 | 21              | 18                      | 20              | 14                     |
| 2     | ИГЭ 2 (мягкопластичный)       | 16,9                | 9                  | 12              | 10                      | 11              | 8                      |
| 3     | ИГЭ 3                         | 18,1                | 12                 | 17              | 17                      | 18              | 14                     |
| 4     | ИГЭ 4                         | 19,1                | 31                 | 46              | 15                      | 16              | 20                     |
| 5     | Супесчаные слабозаторфованные | 13,1                | 0,83               | 0,93            | 25                      | 28              | 5                      |
| 6     | Илистые суглинки              | 18                  | 4,7                | 6,5             | 9                       | 10              | 5                      |
| 7     | Дресвяно - щебнистые          | 22,3                | -                  | 0,03            | -                       | 24              | 25                     |

На следующем этапе предлагаемой классификации осуществляется осреднение физико механических характеристик грунтового массива в пределах заглубленной части опоры. Осреднение производится по формуле

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i h_i}{d}$$

где  $\bar{X}$  осредненная характеристика грунта

$x_i$  - характеристики грунтовых слоев в пределах заглубленной зоны

$h_i$  - мощность грунтовых слоев в пределах заглубленной опоры

d – величина заглубления опоры

n – количество грунтовых слоев в пределах заглубленной части опоры

Оптимизация глубины заложения ригеля была

проведена на основе расчетов, согласно рекомендациям [11, 12]. Для этого необходимы следующие данные:

- предельно допустимая горизонтальная нагрузка  $Q_n$

- пассивное давление грунта на поверхность стойки  $F_B$

- сила давления грунта на ригель  $F_{B1}$

- относительная глубина центра поворота опоры Q

Расчеты проводились для стойки СК 22.1 -22, испытывающей следующие нагрузки:

- момент 289кНм

- горизонтальная сила на отметке поверхности грунта  $Q_n=14кН$ ,  $Q_p=10 кН$

- вертикальная сила  $F=78,8 кН$

Заглубление опоры принималось равным  $d=4,6м$  и  $d=3,6м$

Глубина установки ригеля принималась равной 0,25 м, 0,5 м, 0,75м, 1,25м, 1,75м, 2,5м для благоприятных условий и 2,3 м ( для супесчаных заторфованных грунтов)

*Результаты выполненных исследований.*

Результаты оптимизации величины  $z_{B1}$  при заглублении опоры на 3,6 м и 4,6 м в различных инженерно-геологических условиях представлены в таблицах 2, 3, 4, 5, 6.

Таблица 2  
Благоприятные условия (заглубление опоры  $d=4,6м$ ).

| $z_{B1}, м$ | $z_{B1}/d$ | $F_{B1}, кПа$ | $\theta$ | $Q_n, кН$ |
|-------------|------------|---------------|----------|-----------|
| 0           | 0          | -             | 0,69     | 23,7      |
| 0,25        | 0,054      | 96,1          | 0,62     | 34,8      |
| 0,5         | 0,109      | 108,8         | 0,61     | 35,1      |
| 0,75        | 0,163      | 121,5         | 0,6      | 35,1      |
| 1,25        | 0,272      | 146,9         | 0,58     | 34,3      |
| 1,75        | 0,38       | 172,2         | 0,55     | 32,3      |
| 2,5         | 0,543      | 210,3         | 0,51     | 27,1      |

Таблица 3  
Благоприятные условия (заглубление опоры  $d=3,6м$ ).

| $z_{B1}, м$ | $z_{B1}/d$ | $F_{B1}, кПа$ | $\theta$ | $Q_n, кН$ |
|-------------|------------|---------------|----------|-----------|
| 0           | 0          | -             | -        | 11,9      |
| 0,25        | 0,07       | 87,83         | -        | 17,9      |
| 0,5         | 0,14       | 100           | -        | 19,8      |
| 0,75        | 0,21       | 112,1         | -        | 19,4      |
| 1,25        | 0,35       | 136,3         | -        | 18,9      |
| 1,75        | 0,49       | 160,6         | -        | 15,1      |

Таблица 4  
Грунтовые условия средней благоприятности (заглубление опоры  $d=4,6м$ ).

| $z_{B1}, м$ | $z_{B1}/d$ | $F_{B1}, кПа$ | $\theta$ | $Q_n, кН$ |
|-------------|------------|---------------|----------|-----------|
| 0           | 0          | -             | -        | 20,1      |
| 0,25        | 0,054      | -             | -        | 26,7      |
| 1,25        | 0,272      | 102           | -        | 26,8      |
| 1,95        | 0,424      | 115           | -        | 27,1      |

Таблица 5  
Грунтовые условия неблагоприятные (заглубление опоры  $d=4,6м$ , воды нет).

| $z_{B1}, м$ | $z_{B1}/d$ | $F_{B1}, кПа$ | $\theta$ | $Q_n, кН$ |
|-------------|------------|---------------|----------|-----------|
| 0           | 0          | -             | -        | 12,8      |
| 0,25        | 0,054      | 42,3          | -        | 18,4      |
| 0,75        | 0,163      | 60,7          | -        | 19,7      |
| 1,25        | 0,272      | 79,1          | -        | 19,3      |

Таблица 6

Супесчаные заторфованные грунты (заглубление опоры  $d=4,6\text{ м.}$ , воды нет).

| $z_{B1}, \text{ м}$ | $z_{B1}/d$ | $F_{B1}, \text{ кПа}$ | $\theta$ | $Q_n, \text{ кН}$ |
|---------------------|------------|-----------------------|----------|-------------------|
| 0                   | 0          | -                     | -        | 16,7              |
| 0,25                | 0,054      | 16,7                  | -        | 19,1              |
| 0,55                | 0,12       | 32,3                  | -        | 20,8              |
| 0,75                | 0,163      | 41,9                  | -        | 21,6              |
| 1,25                | 0,272      | 67,2                  | -        | 23,1              |

|      |      |       |   |      |
|------|------|-------|---|------|
| 1,75 | 0,38 | 95,42 | - | 23,6 |
|------|------|-------|---|------|

По данным этих таблиц построены соответствующие графики изменения величины  $Q_n$  в зависимости от глубины заложения ригеля  $z_{B1}$  (рис. 1), который позволяет определить глубину заложения ригеля в конкретных условиях.

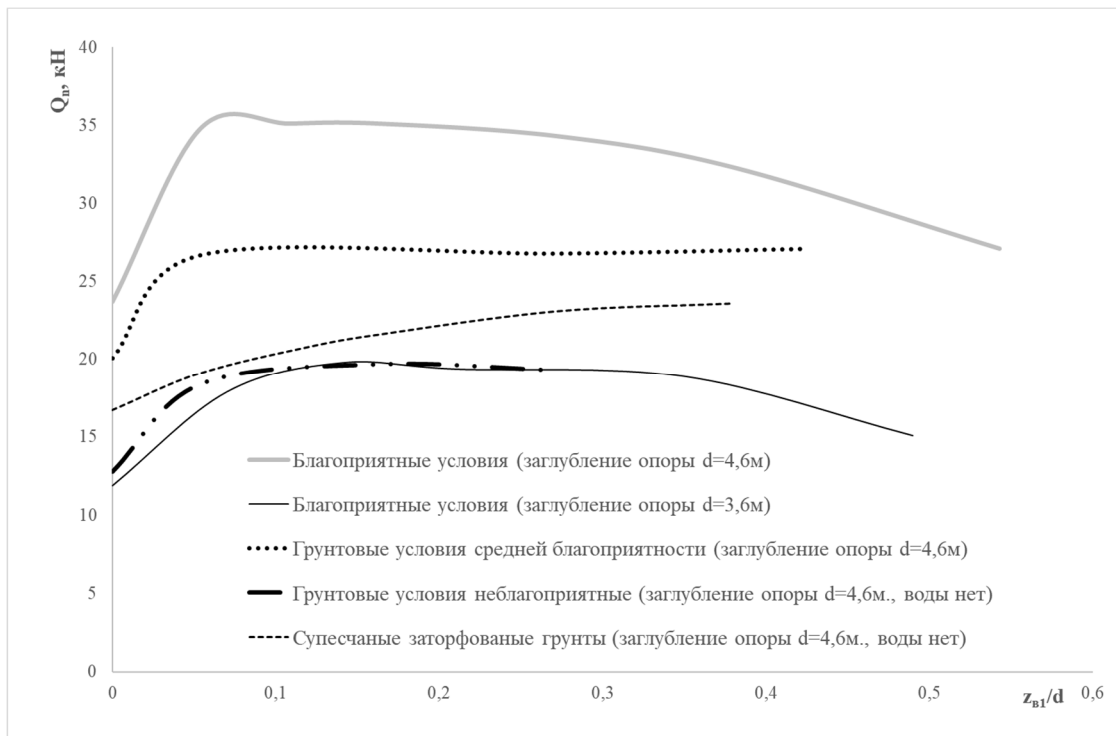


Рис.1. Графики изменения величины  $Q_n$  в зависимости от глубины заложения ригеля  $z_{B1}$ .

#### Выводы:

1. При заглублении опоры на 3,6 – 4,6 м. Характер изменения зависимости  $Q_n = f(z_{B1}; d)$  для благоприятных, средней благоприятности и неблагоприятных условий одинаков в диапазоне  $z_{B1}/d = 0,06/0,2$ .
2. Характер изменения зависимости  $Q_n = f(z_{B1}; d)$  для супесчаных заторфованных грунтов несколько иной. В этих условиях  $Q_n$  практически одинаков при больших глубинах заложения ригеля.
3. При благоприятных, средней благоприятности и неблагоприятных условиях, представляющих около 80% рассматриваемой территории, заглубление ригеля на глубину более  $0,15 z_{B1}/d$  нерационально.
4. В грунтах, представленных супесчаными заторфованными грунтами с высоким УГВ установка ригеля целесообразна на глубинах  $(0,3/0,4) z_{B1}/d$ .

#### Литература

1. Петракова Н. В. Расчет вышки сотовой связи // Актуальные вопросы современной науки и образования. – 2019. – С. 92-97.
2. Краснощёков Ю. В. Эффективность антенных опор, возводимых на ограниченной площади // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2012. – №. 5 (27). – С. 60-65.

3. Бедов А., Габитов А. Инженерные сооружения башенного типа, технологические эстакады и опоры линий электропередачи. – Litres, 2022.

4. Сабитов Л. С., Коноплёв Ю. Г., Радайкин О. В. Компьютерное моделирование системы «комбинированная башня-железобетонный фундамент-грунт основания» ветроэлектрической установки для оценки ее эффективности // Vestnik Volgogradskogo Gosudarstvennogo Arhitekturno-Stroitel'nogo Universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i Arhitektura. – 2020. – №. 78.

5. Бикташев М. Башенные сооружения. Геодезический анализ осадки, крена и общей устойчивости положения. – Litres, 2015.

6. Прокопов А. Ю., Жур В. Н., Ткачева К. Э. О критериях оценки влияния опасных геологических процессов на застроенные территории Восточного Донбасса // Сергеевские чтения. Геоэкологическая безопасность разработки месторождений полезных ископаемых. – 2017. – С. 107-111.

7. Яркин В.В. Моделирование системы «Основание – фундамент – сооружение» в сложных инженерно-геологических условиях : монография. Макеевка: Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2020. 392 с. <https://www.iprbookshop.ru/93864.html> (дата обращения: 30.05.2023).

8. Крутов В. И., Ковалев А. С., Ковалев В. А. Проектирование и устройство оснований и фундаментов на просадочных грунтах. – Москва: Издательство АСВ, 2013.-543 с.

9. Yarkin V., Kukhar H., Lobacheva N. Non-linear settlements of shallow foundation. *XXII International Scientific Conference «Construction the Formation of Living Environment» (FORM-2019)*. Москва. 2019. Т. 97 С. 04034. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704034>

10. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*. Свод правил: СП 22.13330.2016. – Введ. 01.07.2017. – Москва: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2016. – 220 с.

11. Крюков К. П., Курносоев А. И., Новгородцев Б. П. Конструкции и расчет металлических и железобетонных опор линий электропередачи // Энергия. – 1975. – С. 58-59.

12. Габля Ю. А. Фундаменты опор линий электропередачи в сложных грунтовых условиях // М.: Энергоиздат. – 1981. – Т. 192.

#### Ensuring the reliability of fixing reinforced concrete pillars of mobile communication towers in the Donetsk-Luhansk region

Yarosh E.E.

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The possible ways of ensuring the stability of the support of reinforced concrete pillars of mobile communication towers in various engineering and geological conditions of the Donetsk and Lugansk regions with minimal costs for survey work are considered. The values of the averaged physical and mechanical characteristics of the soil massif within the depth of tower support in various engineering and geological conditions are obtained. Optimization of the depth of the crossbar laying based on calculations is performed. The results of the optimization of the value of  $Z_{B1}$  when the support is deepened by 3.6 m and 4.6 m in various engineering and geological conditions (favorable conditions, average favorability, unfavorable, sandy loam peat soils) are presented. The corresponding graphs of the change in the value of  $Q_n$  depending on the depth of the laying of the bolt  $Z_{B1}$ , which allows you to determine the depth of the laying of the crossbar in specific conditions, are constructed. The relevant conclusions are given.

Keywords: mobile communication tower support, physical and mechanical properties of soils, classification of soil conditions, stability of the support, reliability of fixing the rack.

#### References

1. Petrakova N. V. Calculation of a cell tower // Actual problems of modern science and education. - 2019. - S. 92-97.
2. Krasnoshchekov Yu. V. Efficiency of antenna supports erected on a limited area // Bulletin of the Siberian State Automobile and Road Academy. – 2012. – no. 5 (27). - S. 60-65.
3. Bedov A., Gabitov A. Tower-type engineering structures, technological overpasses and power transmission line supports. – Literes, 2022.
4. Sabitov L. S., Konoplyov Yu. G., Radaikin O. V. Computer modeling of the system "combined tower-reinforced concrete foundation-foundation soil" of a wind power plant to assess its efficiency // Vestnik Volgogradskogo Gosudarstvennogo Arhitekturno-Stroitel'nogo Universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i Arhitektura. – 2020. – no. 78.
5. Biktashev M. Tower structures. Geodetic analysis of draft, roll and general position stability. – Literes, 2015.
6. Prokopov A. Yu., Zhur V. N., Tkacheva K. E. On the criteria for assessing the impact of hazardous geological processes on the built-up territories of the Eastern Donbass // Sergeev Readings. Geocological safety of the development of mineral deposits. - 2017. - S. 107-111.
7. Yarkin V.V. Modeling of the "Foundation - foundation - structure" system in complex engineering and geological conditions: monograph. Makeevka: Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, EBS DIA, 2020. 392 p. <https://www.iprbookshop.ru/93864.html> (date of access: 05/30/2023).
8. Krutov V. I., Kovalev A. S., Kovalev V. A. Design and arrangement of foundations and foundations on subsidence soils. - Moscow: DIA Publishing House, 2013.-543 p.
9. Yarkin V., Kukhar H., Lobacheva N. Non-linear settlements of shallow foundations. XXII International Scientific Conference "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2019). Moscow. 2019. V. 97 S. 04034. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704034>
10. Foundations and foundations of buildings and structures. Updated edition of SNiP 2.02.01-83\*. Code of Practice: SP 22.13330.2016. - Input. 07/01/2017. - Moscow: Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, 2016. - 220 p.
11. Kryukov K. P., Kurnosov A. I., Novgorodtsev B. P. Designs and calculation of metal and reinforced concrete supports of power transmission lines // Energiya. - 1975. - S. 58-59.
12. Gablya Yu. A. Foundations of power transmission line supports in difficult soil conditions // M.: Energoizdat. - 1981. - T. 192.



# Особенности малых и средних форм предпринимательской деятельности в строительстве

**Глазунов Алексей Александрович**

аспирант, Самарский государственный экономический университет, glazunov@pnevmo-sklad.ru

**Абдрахимов Владимир Закирович**

доктор технических наук, профессор, Самарский государственный экономический университет, 3375892@mail.ru

Исследования показали, что строительная отрасль определяет значительную функцию в экономике государства, организуя позитивную среду для поступательного развития среднего и малого бизнеса (предпринимательства) в России. К строительству, являющемуся одним из самых необходимых элементов формирования человеческого общества, в настоящей работе относят автономную область экономики, которая создана для процессов постройки сооружений, реконструкций, ремонтов и расширения объектов жилого, производственного, непроизводственного и вспомогательного назначения. Следует зафиксировать, что, повышая степень поступательного движения экономики строительной отрасли, необходимо принимать во внимание уровень прогресса федеральной экономики, степень спроса на продукцию строительного направления, платежеспособность населения, наличие квалифицированных специалистов и имеющихся ресурсов в инвестиционно-строительной области. Обзор экономических научных статей показал, что в Российской Федерации отмечается кардинальный рост среднего и малого бизнеса, который квалифицируется как один из основополагающих стратегический ресурс, гарантирующий экономическое развитие, конкурентоспособность и повышение национального благосостояния. Таким образом малый и средний бизнес (МСБ) вкладывает ощутимые инвестиции в формирование индустрии строительного направления. Строительная деятельность, упадок или благополучие, чаще всего находится в зависимости от инвестиционного действия основных трех заказчиков – государства, промышленности и населения.

**Ключевые слова:** строительная отрасль, малый и средний бизнес, предпринимательство, экономика, инвестиции.

## Введение

К строительству, являющемуся одним из самых необходимых элементов формирования человеческого общества, в настоящее время относят автономную область экономики, которая создана для процессов постройки сооружений, реконструкций, ремонтов и расширения объектов жилого, производственного, непроизводственного и вспомогательного назначения. Практически во всех странах мира строительной отрасли отведена определяющая роль для формирования условий активного развития экономики государства. Отличительной чертой строительной отрасли от других отраслей объясняется условиями специфического труда, характером продукции конечного назначения, технологиями, применением специфической техники, организацией и управлением производством, конкурентоспособностью, цифровая экономика в современном инвестиционно-строительном комплексе и материально-техническом обеспечением [1-4].

Необходимость развития экономики строительной отрасли и в настоящее время остаётся одним из основных в стратегии развития регионов Российской Федерации направлением тем более, что Россия значительно отстает по мировым показателям от передовых стран планеты в эволюции и совершенствовании строительной отрасли [1]. Кроме того, помимо отставания, еще и существуют немало факторов, которые оказывают влияние на экономическое поступательное движение строительной отрасли, например, ресурсосбережение, экологические, природно-экономические, социально-культурные и возможно даже политические.

Необходимо отметить, что в формировании базовых фондов практически для всех, имеющихся в национальной экономике отраслей, участие строительной отрасли очевидна, так как продукцией строительства становятся принятые в установленном порядке, введенные в эксплуатацию объекты различного назначения, так как после ввода объекты становятся основными фондами. Сооружения и здания различного назначения, вооруженные технологическими, энергетическими и другими современными высокотехнологическими оборудованиями и техникой, образуют базис производственных фондов.

Строительство интегрирует функции предприятия по выпуску строительных материалов; предприятий стройиндустрии (строительство домов, зданий,

сооружений и других объектов); специализированных фирм, компаний и организаций; общественных различных организаций; научно-исследовательских, и проектно-изыскательных институтов; а также различные компании и прочие организации, специализирующихся по реализации строительно-монтажных работ на правах хозяйствующих субъектов, а значит и оперативного управления. Кроме того, в последнее время в строительные фирмы, компании, организации и т.д. интегрировались все формы собственности, юридические лица (предприятия), которые прошли регистрацию и стали обладателями на строительную деятельность – лицензиями, для выполнения по договорам работы строительного характера возможного даже и по государственному контракту, как заказчика с заключаемым [5].

В орбиту капитального строительства входят также функции заказчиков, управляющих капитальными инвестициями, аккумуляторами которых служат заемные или собственные средства хозяйствующих субъектов, а возможно также и финансирование государственного бюджета.

Следует зафиксировать, что, повышая степень поступательного движения экономики строительной отрасли, необходимо принимать во внимание уровень прогресса федеральной экономики, степень спроса на продукцию строительного направления, платежеспособность населения, наличие квалифицированных специалистов и имеющихся ресурсов в инвестиционно-строительной области.

Становление и дальнейшее усовершенствование рыночных позиций в России напрямую объединенная с возрастом результативности предпринимательской деятельности предприятий, компаний, фирм и т.д. [6, 7].

В экономике практически всех передовых государств мира базовую функцию принимает процедура создания малого и среднего производства (бизнеса) как комплекта инструментариев для регулирования экономических отношений между хозяйствующими субъектами и с другими сегментами экономики с различной собственностью. Осуществленные исследования экономической обстановки в России, со всей очевидностью, установили о реальном увеличении значения среднего и малого бизнеса, которые смогут продемонстрировать стратегический ресурс для гарантии рациональной экономики, что будет способствовать национальному благосостоянию [7-9].

Развитие и модернизация формирования рыночных отношений в Российской Федерации естественно ассоциирована с ростом эффективности предпринимательской функцией хозяйствующих субъектов.

Процедура развития среднего и малого бизнеса воспроизводит существенную роль в экономике, а финансовые отношения корректируются между разнообразными группами специалистов, отдельными сферами строительства, связанными с сегментами экономики.

Обзор экономических научных статей показал, что в Российской Федерации отмечается кардинальный рост среднего и малого бизнеса, который

квалифицируется как основополагающий стратегический ресурс, гарантирующий экономическое развитие, конкурентоспособность и повышение национального благосостояния.

**Цель работы:** изучить поступательное движение развития среднего и малого предпринимательства (бизнеса) в строительстве, его организационно-экономическое содержание и исследование ориентации предпринимательской деятельности.

### **Развитие среднего и малого бизнеса в строительстве**

Строительная отрасль определяет значительную функцию в экономике государства, организуя позитивную среду для поступательного развития среднего и малого бизнеса (предпринимательства) в России [10].

Во многих разнообразных литературных источниках научного направления под понятием среднего и малого бизнеса (или предпринимательства), считается самостоятельный хозяйствующий субъект, который осуществляет: производство товаров широкого народного потребления; услуги различного вида; разрабатывает мероприятия, требующие для конкурентоспособной деятельности предприятия. Организационно-обособленное предприятие, получившее права юридического лица в предлагаемой статье, относится к хозяйствующему субъекту. Как известно, что большинство исследователей хозяйствующих субъектов считают, что малый и средний бизнес в большей мере должен быть направлен на приобретение прибыли, которая является конечной целью бизнеса.

Необходимо отметить, что в строительную индустрию весьма ощутимый вклад вносит среднее и малое предпринимательство. Так по данным автора работы [10] общее количество средних и малых предприятий строительного направления возросло на 25%, количество сотрудников и работников на 10%, а общий оборот предприятия увеличился на 3%.

Но в тоже время количество малых предприятий строительного направления возросло в России на 27%, а количество предприятий среднего бизнеса снизилось в 1,5 раза. Радикальное уменьшение предприятий среднего бизнеса (количество работников от 101 до 250 человек) и повышение количества предприятий малого бизнеса (до 100 человек) продиктовано тем, что предприятия малого бизнеса более мобильны и пользуются упрощенной системой налогообложения (УСН), которым среднее предприятие воспользоваться не сможет.

При избрании организацией системы упрощенного налогообложения такое предприятие от уплаты некоторых налогов (на прибыль, на имущество и НДС) освобождается, а это означает, что появляются определённый ряд льгот и снижаются количество расчетов. При УСН предприятие избирает самостоятельно для себя налогообложения: «прибыль» или «доходы минус расходная часть» и исходя из этого платит единый налог.

Строительная деятельность, упадок или благополучие, чаще всего находится в зависимости от инвестиционного действия основных трех заказчиков – государства, промышленности и населения. Кроме того, малым предприятиям мешает также динамично развивать свой строительный бизнес из-за повышенной стоимости строительных материалов. Такой отрицательный момент связан с ограниченным количеством хозяйствующих субъектов, производящих изделия и материалы строительного направления, и поэтому очевидно, что данные предприятия имеют низкую конкурентоспособность в этом сегменте, а степень износа основных фондов очень высокая, например, износ оборудования в среднем по отрасли доходит до 30-50%.

Еще один критерий, который не способствует прогрессу строительной отрасли – это большой недостаток квалифицированных сотрудников инженеров и рабочих в частности: технологов, архитекторов, проектировщиков, слесарей, монтажников и т.д. К препятствующему фактору развития строительной отрасли является также повышенный процент комического кредита.

В настоящее время стратегически важной можно считать строительную отрасль в целом не только для экономики страны, но и для регионов поскольку эта отрасль производит ощутимую часть добавленной стоимости. В этом отношении важно выделить малый и средний бизнес в инвестиционно-строительном сегменте [11]. В связи с тем, что малые и средние предприятия являются гибкими и свободно приспосабливаются к рыночной ситуации, стремительно и эффективно вводят инновации

Строительную отрасль необходимо в России развивать до уровня зарубежных передовых стран, так как она является важнейшим сегментом экономики РФ, которая должна отражать стабильность, активность и подвижность, процент строительной отрасли в ВВП в разные периоды от 2010 до 2020 составлял от 4 до 8%.

Средний бизнес, как и малый утратили ресурс в приобретении земельных наделов и практически перестали участвовать в жилищном строительстве социального характера. Малое предпринимательство в свою очередь тоже утратило в настоящее время осуществлять персональные и индивидуальные услуги, которые стали выполнять специализированные компании, что, возможно, может привести к медленному сокращению, а затем и к исчезновению [12].

Главным вопросом начиная с 2015-2018 гг. остается проблема, связанная с сокращением малого бизнеса, за счет монополизации рынка строительства и его наращивания крупными компаниями инвестиционно-строительного направления. Следуют отметить, что крупные инвестиционно-строительные компании встраиваются в вертикальные самостоятельные автономные системы, аннексирующие в себя эффективные мощности специализированного направления и прагматичные функции по управлению и руководству возведенных зданий, сооружений и других различных объектов недвижимости, как собственной, так и арендной до практической эксплуатации.

Такому положению способствует разработанная концепция комплексной застройки территорий для решения задач по жилищному строительству крупными компаниями. Политика власти государственной (как на региональном, так и на федеральном уровне) поощряет в большинстве случаев формирование крупных компаний. Такой позиции содействует предлагаемая концепция совокупной застройки местности для решения проблем по жилищной застройке, поэтому тенденция властных государственных структур (как на федеральном, так и региональном уровне) способствует поощрению образованию в большинстве случаях крупных компаний.

В настоящее время среди исследователей и ученых существует позиция, что из строительного комплекса малое и среднее предпринимательство будет вытеснено на участки субподрядных заказов по специализации (с учетом квалификации) различных установок, конструкций и сетей, присутствующих внутри дома, монтаже различного оборудования, относящихся к группе отопительных и вентиляционных, отделочных, кровельных и монтажных работ, которые крупные компании переключают на малые и средние предприятия, но с учетом исполнения и сохранения качества работ и сроков [13].

Малое предпринимательство может принимать участие в генерации определенных материалов строительного назначения, но с учетом квалификации персонала и специализации предприятия. Например, изготовление с применением алюминия, дерева и ПВХ-профиля фактически полностью относится, независимо от объема, к малому бизнесу. В общем малому бизнесу в отрасли строительства конкуренцию составит более крупный бизнес.

Хорошо известно, что при производстве небольшой партии изделий себестоимость их гораздо выше, чем при выпуске больших партий, если конечно в данном подтексте не рассматриваются современные автоматизированные производства.

Эффективная организационно-правовая форма собственности, вид или тип хозяйственной деятельности, специализация относятся к факторам, влияющим на успешную жизнедеятельность малых и средних строительных предприятий.

Практически невозможно установить воздействие такого фактора, как численность работающих на одном предприятии (рабочих, специалистов, управленцев), очень затруднительно, т. к. этот показатель практически всегда значительно меняется.

### **Организационно-экономическое развитие среднего и малого предпринимательства**

Предпринимательская деятельность – это определение вполне соответствует рыночной экономики, которое уже стало привычным термином в Российской Федерации, тем более в настоящее время «предпринимательство» и «рынок» неделимо связаны между собой [14]. Например, в коротком и традиционном истолковании рыночной экономики утверждается, что мир бизнеса – это рыночная экономика, а предпринимательство и бизнес — это взаимозаменяемые термины или синонимы.

В настоящее время сформировался ассортимент в некоторой степени логичных для определения предпринимательства, но пока еще недостаточных для детального раскрытия этой деятельности содержания, так как в огромном перечне печатных работ о деятельности предпринимательства печатается крайне незначительное количество статей.

Эффективные данные хозяйствования показали необходимость модернизации принципов, совершенствование инструментария и подходов к формированию и реализации доктрины развития малого и среднего предпринимательства, механизмов его координация с обществом и институтами государства направленных на гарантию конкурентоспособности и рыночной соблазнительности региона на основе факторов экономического инновационного роста.

В настоящее время необходимо систематизировать элементы экономического потенциала на базе финансового, инвестиционного и структурного потенциалов. Такая классификация допускает сформировать возникшие проблемы для совершенствование малого и среднего бизнеса с целью их систематизации по элементам технического потенциала для распознавания эффективного направления развития предпринимательства в регионах [14-16]. Для решения установленных проблем необходимо использовать теоретические методы по изучению как экономических процессов, так и явлений.

Экономическая составная часть исследуемого механизма включает задачи и проблемы, связанные с финансированием, применением экономических стержней государственного регулирования, создания фондов поддержания (опоры), стимулирования функционирования всех форм организации предпринимательства. Организованная составная часть содержат постановку механизма по взаимодействию бизнеса с органами государственного регулирования и некоммерческими организациями, диагностирование имеющихся различных связей и конкретизацию институциональной среды.

Одной из основополагающей стратегией социально-экономического развития является в Российской Федерации – это сама стратегия формирования предпринимательства, которая в какой-то мере квалифицирует степень экономического потенциала региона, что способствует социально-экономической стабильности [15].

Малое и среднее предпринимательство должно способствовать развитию гибкости, динамичности, умению создать быструю генерацию новых производств, инновационной активности с учетом создания рабочих мест.

В соответствии с требованиями Всемирной торговой организации (ВТО) вопросы по выявлению фундаментального научного обоснования по обеспечению качества и конкурентоспособности малого и среднего предпринимательства приобретают особую значимость в условиях глобализации экономики.

В современных условиях организации по функционированию производства и по экономическому управлению стимулирование инновационной деятельности малых и средних предприятий на всех уровнях имеют первостепенное значение.

## Выводы

1. Необходимость развития экономики строительной отрасли и в настоящее время остаётся одним из основных в стратегии развития регионов Российской Федерации направлением тем более, что Россия значительно отстает по мировым показателям от передовых стран планеты в эволюции и совершенствовании строительной отрасли

2. Исследования показывают, что, повышая степень поступательного движения экономики строительной отрасли, необходимо еще и принимать во внимание уровень прогресса федеральной экономики, степень спроса на продукцию строительного направления, платежеспособность населения, наличие квалифицированных специалистов и имеющихся ресурсов в инвестиционно-строительной области.

3. Как известно, что большинство исследователей хозяйствующих субъектов считают, что малый и средний бизнес в большей мере должен быть направлен на приобретение прибыли, которая является конечной целью бизнеса.

4. В настоящее время среди исследователей и ученых существует мнение, что из строительства малый и средний бизнес вытеснен в сегмент субподрядных работ по специализации различных устройств сетей, находящихся внутри дома, монтаже вентиляционного и отопительного оборудования, кровельных, монтажных, отделочных и работ других видов которые крупный бизнес (застройщик) возлагает на небольшие предприятия при условиях выполнения в указанные сроки и сохранения качества работ.

5. В соответствии с требованиями Всемирной торговой организации (ВТО) вопросы по выявлению фундаментального научного обоснования по обеспечению качества и конкурентоспособности малого и среднего предпринимательства приобретают особую значимость в условиях глобализации экономики.

## Литература

1. Баринов С. В. Экономика в строительной сфере // Московский экономический университет. 2019. №10. С. 39-42.
2. Абдрахимов В.З. Цифровая экономика в современном инвестиционно-строительном комплексе // Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Наука XXI века: актуальные направления развития. Самара, Самарский государственный экономический университет. 2021. С. 269-273.
3. Абдрахимов Д.В. Использование информационных технологий в экономике. // Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. Наука XXI века: актуальные направления развития. Самара: Самарский государственный экономический университет, 2022. Вып. 2. Часть 2. С. 41-45. doi:10.46554/ScienceXXI-2022.10-2.2-pp.41.
4. Абдрахимов В.З., Абдрахимов Д.В. Возможности инновационного экологического образования в

интересах устойчивого образования. // Вестник Прикамского социального института. 2022. №3. С. 124-129.

5. Биджиева Ф. К. Особенности строительства как отрасли экономики // Economics. 2015. №4. С. 48-52.

6. Маланичева М. И. Роль субъектов малого и среднего предпринимательства в экономике Российской Федерации // Молодой ученый. 2021. № 51 (393). С. 235-237. URL: <https://moluch.ru/archive/393/86858/> (дата обращения: 09.12.2022).

7. Финк Т. А. Малый и средний бизнес: зарубежный опыт развития // Молодой ученый. 2012 № 4 С. 177–181.

8. Епифанова Т.В., Скворцова Т.А. Основы предпринимательской деятельности в Российской Федерации: монография. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2011 280 с.

9. Глазунов А.А., Абдрахимов В.З. Особенности малых и средних форм предпринимательской деятельности в отраслевых сферах экономики // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, науки, технологии. 2022. №12. С. 108-112. DOI: 10.55189/CGW.2022.91.12.004.

10. Александров П.А. Развитие малых и средних строительных предприятий в Российской Федерации // Вестник ИЭ РАН. 2015. №4. С. 189-197.

11. Власова Т.И. Особенность развития малого и среднего предпринимательства в инвестиционно-строительном комплексе // EUROPEAN SCIENCE. 2018. № 5. С. 63-71.

12. Купчечков А. М. Проблемы субъектов малого и среднего предпринимательства в строительной сфере. // Молодой ученый. 2016. № 17 (121). С. 430-433. URL: <https://moluch.ru/archive/121/33363/> (дата обращения: 15.05.2023).

13. Федюкович Е.В. Корпоративное предпринимательство: экономические и организационные аспекты // Российское предпринимательство. 2016. Т. 17. № 8. С. 951-966. — doi: 10.18334/rp.17.8.35141

14. Бухтиярова Т.И., Дубынина А.В., Демьянова Д.Г. Элементы организационно-экономического механизма развития малого и среднего предпринимательства //

15. Бухтиярова Т.И., Ташкинова Т.В. Малое предпринимательство как важнейший фактор обеспечения социально-экономического развития Челябинской области // Организационно-экономические аспекты управления инновационным потенциалом региона: сборник статей и тезисов докладов XVII Международной научно-практической конференции. Челябинский филиал Финансового университета при Правительстве РФ. 2013. С. 266-273.

16. Бухтиярова Т.И., Павленко Е.Л. Мониторинг выявления и оценка характера взаимосвязей рыночных структур и стратегий сетевых торговых предприятий // Региональная экономика: теория и практика. 2013. № 14. С. 2-8.

# Features of small and medium-sized forms of entrepreneurial activity in construction

Glazunov A.A., Abdrakhimov V.Z.

Samara State Economic University

Studies have shown that the construction industry determines a significant function in the state economy, organizing a positive environment for the progressive development of medium and small businesses (entrepreneurship) in Russia. Construction, which is one of the most necessary elements of the formation of human society, in this paper includes an autonomous area of the economy, which was created for the processes of building structures, reconstruction, repairs and expansion of residential, industrial, non-industrial and auxiliary facilities. It should be noted that, while increasing the degree of progressive movement of the economy of the construction industry, it is necessary to consider the level of progress of the federal economy, the degree of demand for construction products, the solvency of the population, the availability of qualified specialists and available resources in the investment and construction area. A review of economic scientific articles showed that in the Russian Federation there is a dramatic growth of medium and small businesses, which qualifies as a fundamental strategic resource that guarantees economic development, competitiveness and an increase in national welfare. Thus, small and medium-sized businesses (SMEs) make significant investments in the formation of the construction industry. Construction activity, decline or prosperity, most often depends on the investment action of the main three customers - the state, industry and the population.

Keywords: construction industry, small and medium business, entrepreneurship, economy, investments.

## References

1. Barinov S. V. Economics in the construction industry // Moscow University of Economics. 2019. No. 10. pp. 39-42.
2. Abdrakhimov V.Z. Digital economy in the modern investment and construction complex // Collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference. Science of the 21st century: current directions of development. Samara, Samara State University of Economics. 2021. pp. 269-273.
3. Abdrakhimov D.V. The use of information technology in the economy. // Collection of scientific articles of the XI International Scientific and Practical Conference. Science of the 21st century: current directions of development. Samara: Samara State University of Economics, 2022. Issue. 2. Part 2. S. 41-45. doi:10.46554/ScienceXXI-2022.10-2.2-pp.41.
4. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimov D.V. Opportunities for innovative environmental education in the interests of sustainable education. // Bulletin of the Kama Social Institute. 2022. №3. pp. 124-129.
5. Bidzhieva F.K. Features of construction as a branch of the economy // Economics. 2015. No. 4. pp. 48-52.
6. Malanicheva M. I. The role of small and medium-sized businesses in the economy of the Russian Federation // Young scientist. 2021. No. 51 (393). pp. 235-237. URL: <https://moluch.ru/archive/393/86858/> (date of access: 09.12.2022).
7. Fink T. A. Small and medium business: foreign development experience // Young scientist. 2012 No. 4 S. 177–181.
8. Epifanova T.V., Skvortsova T.A. Fundamentals of entrepreneurial activity in Russian Construction Integrates the th Federation: monograph. Rostov-on-Don: Publishing House of the Southern Federal University, 2011 280 p.
9. Glazunov A.A., Abdrakhimov V.Z. Features of small and medium-sized forms of entrepreneurial activity in the sectoral spheres of the economy // Competitiveness in the global world: economics, sciences, technologies. 2022. No. 12. pp. 108-112. DOI: 10.55189/CGW.2022.91.12.004.
10. Aleksandrov P.A. Development of small and medium construction enterprises in the Russian Federation // Bulletin of IE RAS. 2015. No. 4. pp. 189-197.
11. Vlasova T.I. Features of the development of small and medium-sized businesses in the investment and construction complex // EUROPEAN SCIENCE. 2018. No. 5. S. 63-71.
12. Kupchekov A. M. Problems of subjects of small and medium business in the construction industry. // Young scientist. 2016. No. 17 (121). pp. 430-433. URL: <https://moluch.ru/archive/121/33363/> (date of access: 05/15/2023).
13. Fedukovich E.V. Corporate entrepreneurship: economic and organizational aspects // Russian Journal of Entrepreneurship. 2016. V. 17. No. 8. S. 951-966. doi:10.18334/rp.17.8.35141
14. Bukhtiyarova T.I., Dubynina A.V., Demyanova D.G. Elements of the organizational and economic mechanism for the development of small and medium-sized businesses //
15. Bukhtiyarova T.I., Tashkinova T.V. Small business as the most important factor in ensuring the socio-economic development of the Chelyabinsk region // Organizational and economic aspects of managing the region's innovative potential: a collection of articles and abstracts of the XVII International Scientific and Practical Conference. Chelyabinsk branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation. 2013. S. 266-273.
16. Bukhtiyarova T.I., Pavlenko E.L. Monitoring the identification and assessment of the nature of the relationship between market structures and strategies of network trading enterprises // Regional Economics: Theory and Practice. 2013. No. 14. S. 2-8.

# Проверка отказоустойчивости DMVPN в разных конфигурациях

**Панков Арсений Владимирович**  
магистр, каф. ЗСС, СПбГУТ; ec\_mail@vk.com

**Елфимов Александр Владимирович**  
магистр, каф. ЗСС, СПбГУТ; Aleks15R@vk.com

**Ушаков Игорь Александрович**  
к.т.н., доцент, каф. ЗСС, СПбГУТ; ushakovai@gmail.com

В условиях современного информационного общества защита данных является одной из наиболее важных задач. Одним из способов обеспечения защиты является использование технологии DMVPN (Dynamic Multipoint Virtual Private Network). DMVPN является гибким и масштабируемым решением для организации виртуальных частных сетей.

DMVPN может быть использована в различных корпоративных сценариях, таких как удаленный доступ к сети, облачные вычисления и т.д.

В данной статье мы рассмотрим использование технологии DMVPN для создания отказоустойчивой и гибко масштабируемой сети. Мы рассмотрим различные конфигурации DMVPN с двумя, тремя и четырьмя маршрутизаторами, а также приведем формулы для настройки DMVPN с разным количеством маршрутизаторов.

Цель данной статьи - дать представление о том, как работает технология DMVPN, как ее можно настроить для создания отказоустойчивой и гибко масштабируемой сети, а также о том, какие преимущества и возможности предоставляет использование DMVPN в корпоративных сетях.

**Ключевые слова:** DMVPN, отказоустойчивость, конфигурации, защита данных.

В рамках исследования была проведена проверка отказоустойчивости DMVPN в трех разных конфигурациях: настройках с двумя маршрутизаторами, настройках с тремя маршрутизаторами и настройках с четырьмя маршрутизаторами.

В первой конфигурации было выявлено, что DMVPN в случае отказа одного маршрутизатора продолжает функционировать, но производительность сети снижается в связи с увеличением времени на перенаправление трафика. При отказе двух маршрутизаторов сеть перестает функционировать.

Во второй конфигурации DMVPN продолжает работать при отказе одного или двух маршрутизаторов, но при отказе всех трех маршрутизаторов сеть перестает функционировать.

В третьей конфигурации DMVPN продолжает работать при отказе одного, двух или трех маршрутизаторов, но при отказе всех четырех маршрутизаторов сеть перестает функционировать.

Проверка отказоустойчивости DMVPN в разных конфигурациях показала, что настройки с тремя маршрутизаторами обеспечивают наибольшую отказоустойчивость, но требуют большего количества ресурсов для поддержки.

Настройка DMVPN с двумя маршрутизаторами включает в себя следующие шаги:

1. Настройка базовых параметров на маршрутизаторах: адресации интерфейсов, настройка маршрутизации и т.д.

2. Создание туннеля DMVPN между маршрутизаторами. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- Настройка интерфейса туннеля на обоих маршрутизаторах.

- Настройка протокола GRE (Generic Routing Encapsulation) на обоих маршрутизаторах.

- Настройка NHRP (Next Hop Resolution Protocol) на обоих маршрутизаторах. NHRP необходим для связи между удаленными узлами DMVPN.

3. Настройка параметров шифрования, для защиты трафика, который будет передаваться по DMVPN.

4. Настройка протокола маршрутизации на DMVPN. В качестве протокола маршрутизации может использоваться OSPF (Open Shortest Path First) или EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol).

5. Проверка работы DMVPN.

При использовании DMVPN с двумя маршрутизаторами, если один из маршрутизаторов выходит из строя, то весь трафик на сети останавливается. Это связано с тем, что DMVPN использует два главных



компонента: туннели и NHRP. Если один маршрутизатор отказывает, то туннели между устройствами пропадают, что приводит к потере связи между устройствами DMVPN.

Для обеспечения более высокой отказоустойчивости необходимо использовать DMVPN с тремя или более маршрутизаторами, так как это позволит обеспечить резервирование путей между устройствами DMVPN в случае отказа одного из маршрутизаторов.

Также стоит учитывать, что настройка DMVPN с двумя маршрутизаторами является более простой и экономичной по сравнению с другими конфигурациями, что может быть важным фактором для небольших сетей. Однако, в случае высоких требований к отказоустойчивости и безопасности, рекомендуется использовать более сложные конфигурации DMVPN с тремя или более маршрутизаторами.

Настройка DMVPN с двумя маршрутизаторами является эффективным решением для организации виртуальных частных сетей и обеспечения безопасности данных, но требует компромисса между стоимостью и надежностью. Оптимальную конфигурацию DMVPN следует выбирать с учетом требований к отказоустойчивости и экономичности.

В настройках DMVPN с двумя маршрутизаторами используются следующие формулы:

Расчет MTU для интерфейса туннеля:

$$MTU\_TUN = MTU\_PHY - (IP\_HDR + GRE\_HDR)$$

где:

MTU\_TUN - максимальный размер пакета для интерфейса туннеля.

MTU\_PHY - максимальный размер пакета для физического интерфейса.

IP\_HDR - размер заголовка IP-пакета (обычно 20 байт).

GRE\_HDR - размер заголовка GRE-пакета (обычно 24 байта).

Расчет таймера для протокола NHRP:

$$NHRP\_HOLDTIME = 3 \times NHRP\_REFRESH\_TIME$$

где:

NHRP\_HOLDTIME - время удержания записи NHRP.

NHRP\_REFRESH\_TIME - время обновления записи NHRP.

Расчет значения параметра bandwidth для интерфейса туннеля:

$$bandwidth \times X$$

где:

X - пропускная способность интерфейса туннеля в кбит/сек.

Значения параметра bandwidth используется для расчета метрик протокола маршрутизации OSPF или EIGRP.

Настройка DMVPN с тремя маршрутизаторами включает в себя следующие шаги:

1. Настройка базовых параметров на маршрутизаторах: адресации интерфейсов, настройка маршрутизации и т.д.

2. Создание туннеля DMVPN между маршрутизаторами. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- Настройка интерфейса туннеля на всех трех маршрутизаторах.

- Настройка протокола GRE на всех трех маршрутизаторах.

- Настройка NHRP на всех трех маршрутизаторах. При настройке NHRP следует задать параметр "network-id", который должен быть одинаковым на всех маршрутизаторах в сети.

3. Настройка параметров шифрования для защиты трафика, который будет передаваться по DMVPN.

4. Настройка протокола маршрутизации на DMVPN. В качестве протокола маршрутизации может использоваться OSPF или EIGRP. При настройке протокола маршрутизации следует учитывать, что каждый маршрутизатор должен иметь свой уникальный Router ID.

5. Настройка резервирования каналов связи. Для обеспечения отказоустойчивости DMVPN необходимо настроить резервирование каналов связи между маршрутизаторами. Для этого может использоваться протокол HSRP (Hot Standby Router Protocol), VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) или GLBP (Gateway Load Balancing Protocol).

6. Проверка работы DMVPN.

При использовании DMVPN с тремя маршрутизаторами, в случае отказа одного из маршрутизаторов, трафик будет автоматически перенаправляться через оставшиеся маршрутизаторы. При использовании резервирования каналов связи, в случае отказа одного из каналов связи, трафик будет автоматически перенаправляться через другие каналы связи.

Для настройки DMVPN с тремя маршрутизаторами также могут использоваться следующие дополнительные настройки:

- Настройка QoS (Quality of Service) для обеспечения качественного обслуживания трафика в DMVPN.

- Настройка GRE keepalive для обнаружения сбоев в туннелях DMVPN. GRE keepalive позволяет маршрутизаторам обмениваться пакетами keepalive для проверки доступности туннелей.

- Настройка сетевых объектов в среде NHRP. Сетевые объекты могут использоваться для управления доступом к DMVPN.

- Настройка аутентификации для защиты DMVPN от несанкционированного доступа.

- Настройка мониторинга DMVPN для обнаружения сбоев и анализа производительности.

- Настройка балансировки нагрузки для оптимизации использования ресурсов сети.

- Настройка механизмов защиты от DDoS атак, таких как фильтрация трафика и ограничение доступа к DMVPN.

В настройках DMVPN с тремя маршрутизаторами используются следующие формулы:

Расчет метрик OSPF для интерфейсов туннелей DMVPN:

$$\text{cost} = 10000 / X$$

где:

cost - метрика OSPF для интерфейса туннеля DMVPN.

X - пропускная способность интерфейса туннеля в кбит/сек.

Расчет метрик EIGRP для интерфейсов туннелей DMVPN:

$$\text{metric bandwidth } X \text{ delay } Y \text{ reliability } Z$$

где:

metric - метрика EIGRP для интерфейса туннеля DMVPN.

X - пропускная способность интерфейса туннеля в кбит/сек.

Y - задержка на интерфейсе туннеля.

Z - надежность интерфейса туннеля.

Расчет значения параметра "dead interval" для протокола HSRP:

$$\text{dead interval} = 4 \times \text{hello interval}$$

где:

dead interval - интервал между проверками доступности активного маршрутизатора HSRP.

hello interval - интервал отправки hello-сообщений в протоколе HSRP.

Настройка DMVPN с четырьмя маршрутизаторами включает в себя следующие шаги:

- Настройка базовых параметров на маршрутизаторах: адресации интерфейсов, настройка маршрутизации и т.д.

- Создание туннеля DMVPN между маршрутизаторами. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- Настройка интерфейса туннеля на всех четырех маршрутизаторах.

- Настройка протокола GRE на всех четырех маршрутизаторах.

- Настройка NHRP на всех четырех маршрутизаторах. При настройке NHRP следует задать параметр "network-id", который должен быть одинаковым на всех маршрутизаторах в сети.

- Настройка параметров шифрования для защиты трафика, который будет передаваться по DMVPN.

- Настройка протокола маршрутизации на DMVPN. В качестве протокола маршрутизации может использоваться OSPF или EIGRP. При настройке протокола маршрутизации следует учитывать, что каждый маршрутизатор должен иметь свой уникальный Router ID.

- Настройка резервирования каналов связи. Для обеспечения отказоустойчивости DMVPN необходимо настроить резервирование каналов связи между маршрутизаторами. Для этого может использоваться протокол HSRP, VRRP или GLBP.

- Настройка балансировки нагрузки для оптимизации использования ресурсов сети.

- Настройка QoS для обеспечения качественного обслуживания трафика в DMVPN.

- Настройка GRE keepalive для обнаружения сбоев в туннелях DMVPN.

- Настройка механизмов защиты от DDoS атак, таких как фильтрация трафика и ограничение доступа к DMVPN.

- Проверка работы DMVPN.

При использовании DMVPN с четырьмя маршрутизаторами, сеть может быть разделена на две зоны: зону централизованного управления и зону удаленных устройств. Каждая зона может иметь свой набор маршрутизаторов. Для обеспечения отказоустойчивости DMVPN, каждый маршрутизатор должен иметь по два туннеля DMVPN с разными путями между маршрутизаторами. Резервирование каналов связи между маршрутизаторами должно быть настроено с использованием протоколов HSRP, VRRP или GLBP. Каждый маршрутизатор в зоне централизованного управления должен иметь два локальных туннеля DMVPN для связи с каждым маршрутизатором в зоне удаленных устройств. В случае отказа одного из маршрутизаторов, трафик будет автоматически перенаправляться через оставшиеся маршрутизаторы.

Настройка DMVPN с четырьмя маршрутизаторами требует более сложной настройки и большего количества ресурсов по сравнению с DMVPN с тремя или двумя маршрутизаторами. Однако, использование DMVPN с четырьмя маршрутизаторами обеспечивает более высокую отказоустойчивость и более гибкую масштабируемость, что делает его привлекательным для крупных корпоративных сетей.

В настройках DMVPN с четырьмя маршрутизаторами используются следующие формулы:

Расчет метрик OSPF для интерфейсов туннелей DMVPN:

$$\text{cost} = 10000 / X$$

где:

cost - метрика OSPF для интерфейса туннеля DMVPN.

X - пропускная способность интерфейса туннеля в кбит/сек.

Расчет метрик EIGRP для интерфейсов туннелей DMVPN:

$$\text{metric bandwidth } X \text{ delay } Y \text{ reliability } Z$$

где:

metric - метрика EIGRP для интерфейса туннеля DMVPN.

X - пропускная способность интерфейса туннеля в кбит/сек.

Y - задержка на интерфейсе туннеля.

Z - надежность интерфейса туннеля.

Расчет интервала отправки hello-сообщений для протокола HSRP:

$$\text{hello interval} = \text{holdtime} / 3$$

где:

hello interval - интервал отправки hello-сообщений в протоколе HSRP.

holdtime - время удержания статуса активного маршрутизатора в протоколе HSRP.

Отказоустойчивость DMVPN зависит от выбранной конфигурации и настроек. В общем случае, использование DMVPN позволяет создать отказоустойчивую и гибко масштабируемую сеть, которая может быть использована в различных корпоративных сценариях.

При использовании DMVPN с двумя маршрутизаторами, отказ одного из маршрутизаторов может привести к недоступности сети. Однако, при использовании DMVPN с тремя и более маршрутизаторами, сеть может быть сконфигурирована таким образом, чтобы отказ одного или нескольких маршрутизаторов не приводил к недоступности сети.

Например, при использовании DMVPN с четырьмя маршрутизаторами, каждый маршрутизатор имеет два туннеля DMVPN с разными путями между маршрутизаторами. Если один из маршрутизаторов выходит из строя, трафик автоматически перенаправляется через оставшиеся маршрутизаторы, что обеспечивает высокую отказоустойчивость и минимизирует простои в работе сети.

Отказоустойчивость DMVPN также может быть повышена с помощью дополнительных механизмов, таких как балансировка нагрузки, мониторинг производительности сети, настройка механизмов защиты от DDoS атак и т.д.

В целом, использование DMVPN может существенно повысить отказоустойчивость сети и обеспечить гибкую масштабируемость, что делает его привлекательным для корпоративных сетей различного масштаба и сложности. Однако, при проектировании и настройке DMVPN необходимо учитывать требования к отказоустойчивости, безопасности, экономичности и доступности средств управления.

Настройка DMVPN с тремя маршрутизаторами обеспечивает более высокую отказоустойчивость по сравнению с DMVPN с двумя маршрутизаторами, но требует большего количества ресурсов для поддержки. Резервирование каналов связи позволяет обеспечить дополнительную отказоустойчивость DMVPN.

Конфигурация с двумя маршрутизаторами является более экономичной, но при отказе двух маршрутизаторов сеть перестает функционировать, что может привести к серьезным проблемам в работе.

Для обеспечения дополнительной отказоустойчивости DMVPN в разных конфигурациях могут использоваться различные методы, такие как увеличение числа маршрутизаторов или настройка резервирования каналов связи.

Проведенное исследование показало, что отказоустойчивость DMVPN зависит от конфигурации системы и требует компромисса между стоимостью и надежностью. Результаты исследования могут быть использованы для выбора наиболее подходящей конфигурации DMVPN с учетом требований к отказоустойчивости и экономичности.

Дополнительно, стоит отметить, что проведенная проверка отказоустойчивости DMVPN была выполнена на основе имитационного моделирования в среде Cisco Packet Tracer. В реальных условиях сети могут встречаться различные факторы, которые могут влиять на отказоустойчивость DMVPN. Также стоит учитывать, что настройка и управление DMVPN требуют высокой квалификации и опыта со стороны администраторов.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение влияния других факторов на отказоустойчивость DMVPN, а также на разработку методов повышения отказоустойчивости при минимальных затратах ресурсов.

Ключевыми преимуществами использования DMVPN являются гибкость, масштабируемость и возможность защиты данных виртуальной частной сети. Однако, для обеспечения надежности и безопасности системы необходимо убедиться в отказоустойчивости DMVPN в разных конфигурациях.

### Заключение

В данной статье мы рассмотрели использование технологии DMVPN для создания отказоустойчивой и гибко масштабируемой сети. Мы рассмотрели различные конфигурации DMVPN с двумя, тремя и четырьмя маршрутизаторами, а также привели формулы для настройки DMVPN с разным количеством маршрутизаторов.

Как показали проведенные исследования, использование DMVPN позволяет значительно повысить отказоустойчивость сети и обеспечить гибкую масштабируемость в зависимости от потребностей пользователей. Кроме того, DMVPN может существенно уменьшить количество необходимого оборудования и упростить процесс настройки и управления сетью.

Однако, при проектировании и настройке DMVPN необходимо учитывать требования к отказоустойчивости, безопасности, экономичности и доступности средств управления. Кроме того, необходимо учитывать особенности конкретной сети и выбирать оптимальную конфигурацию DMVPN в зависимости от ее потребностей.

В целом, использование DMVPN является эффективным решением для создания отказоустойчивой и гибко масштабируемой сети, которая может быть использована в различных корпоративных сценариях.

### Литература

1. Батыгин И. Г., Дубровская Е. А. Исследование возможностей технологии DMVPN для создания корпоративной VPN-сети // Информатика, управление и системные науки. - 2019. - № 4 (72). - С. 44-48.
2. Берестнев А. А. Применение технологии DMVPN в сети предприятия // Актуальные проблемы радиоэлектроники. - 2017. - № 6 (1). - С. 47-50.
3. Заварзин А. И., Матросов В. С. Применение технологии DMVPN при построении VPN-сетей // Наука, техника, информатика. - 2018. - № 9 (33). - С. 40-47.

4. Касьянов Д. С., Сидоренко Е. В., Шарапов В. И. Построение VPN-сети на базе технологии DMVPN // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2018. - Т. 18. - № 3. - С. 474-480.

5. Кожура А. А. Исследование возможностей технологии DMVPN // Международный научно-исследовательский журнал. - 2018. - № 2 (65). - С. 87-90.

6. Лушин А. В., Сахаров Д. О. Применение технологии DMVPN в распределенных сетях // Сборник трудов конференции "Современные проблемы телекоммуникаций и информационных технологий". - 2017. - С. 39-42.

7. Максимов А. С. Исследование технологии DMVPN на маршрутизаторах Cisco // Телекоммуникации. - 2017. - № 5. - С. 73-77.

8. Мингбо Л., Чжао Ч., Шань Ю. Оценка производительности сети DMVPN при использовании разных протоколов маршрутизации // Информационно-управляющие системы. - 2019. - №2. - С. 54-59.

9. Самсонов М. В. Расширенные технологии маршрутизации в сетях. DMVPN: теория и практика. // Системы и средства информатики. - 2019. - Т. 29. - № 4. - С. 59-72.

10. Хохлов В. А., Бабаков В. В. Применение технологии DMVPN в корпоративных сетях // Информационные технологии. - 2019. - № 6. - С. 400-408.

#### Checking DMVPN fault tolerance in different configurations

Pankov A.V., Elfimov A.V., Ushakov I.A.

SPbSUT

In today's information society, data protection is one of the most important tasks. One way to ensure protection is to use DMVPN (Dynamic Multipoint Virtual Private Network) technology. DMVPN is a flexible and scalable VPN solution.

DMVPN can be used in various enterprise scenarios such as Dial-Up Networking, Cloud Computing, etc.

In this article, we will look at using DMVPN technology to create a fault-tolerant and flexibly scalable network. We'll look at different DMVPN configurations with two, three, and four routers, as well as formulas for setting up DMVPN with different numbers of routers.

The purpose of this article is to provide an understanding of how DMVPN technology works, how it can be configured to create a fault-tolerant and highly scalable network, and the benefits and capabilities of using DMVPN in corporate networks.

Keywords: DMVPN, fault tolerance, configurations, data protection.

#### References

1. Batygin I. G., Dubrovskaya E. A. Investigation of the possibilities of DMVPN technology for creating a corporate VPN network // Informatics, management and system sciences. - 2019. - No. 4 (72). - S. 44-48.
2. Berestnev A. A. Application of DMVPN technology in the enterprise network // Actual problems of radio electronics. - 2017. - No. 6 (1). - S. 47-50.
3. Zavarzin A. I., Matrosov V. S. Application of DMVPN technology in the construction of VPN networks // Science, technology, informatics. - 2018. - No. 9 (33). - S. 40-47.
4. Kasyanov D. S., Sidorenko E. V., Sharapov V. I. Building a VPN network based on DMVPN technology // Scientific and technical bulletin of information technologies, mechanics and optics. - 2018. - T. 18. - No. 3. - S. 474-480.
5. Kozhura A. A. Investigation of the possibilities of DMVPN technology // International Research Journal. - 2018. - No. 2 (65). - S. 87-90.
6. Lushin A. V., Sakharov D. O. Application of DMVPN technology in distributed networks // Proceedings of the conference "Modern problems of telecommunications and information technologies". - 2017. - S. 39-42.
7. Maksimov A. S. Investigation of DMVPN technology on Cisco routers // Telecommunications. - 2017. - No. 5. - S. 73-77.
8. Mingbo L., Zhao Ch., Shan Yu. Evaluation of DMVPN network performance when using different routing protocols // Information and Control Systems. - 2019. - No. 2. - S. 54-59.
9. Samsonov M. V. Advanced routing technologies in networks. DMVPN: theory and practice. // Systems and means of informatics. - 2019. - T. 29. - No. 4. - S. 59-72.
10. Khokhlov V. A., Babakov V. V. Application of DMVPN technology in corporate networks // Information technologies. - 2019. - No. 6. - S. 400-408.

# Актуальные вопросы экологической безопасности в современном городе

## Алексеев Евгений Валерьевич

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Водоснабжение и водоотведение» Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, AlekseevE@mgsu.ru

## Петухов Николай Владимирович

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Департамента техносферной безопасности Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов, petukhov-nv@gudn.ru

## Посаднева Елена Михайловна

канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Posadнева.EM@rea.ru

Зеленая повестка, реализуемая в городской среде, это набор мероприятий, направленных на привлечение внимания гражданского общества и властей к проблемам экологии и природопользования актуальность которой с повышением уровня индустриализации общества только возрастает. Объектом исследования является общество, как социально-экономическая система активность которой воздействует на окружающую среду. Предметом исследования является экологическая безопасность, как комплекс мероприятий, направленных на улучшение качества окружающей и общественной среды. Цель исследования – теоретический анализ актуальных вопросов рассматриваемой предметной области исследования. Результаты исследования: 1. Выделены основные источники экологической опасности в городской среде; 2. Рассмотрены актуальные вопросы экологической безопасности связанные с различными аспектами жизни города и его жителей; 3. Представлены основные элементы устойчивого развития и гомеостаза окружающей среды в современном городе.

**Ключевые слова:** качество жизни, охрана окружающей среды, гомеостаз, устойчивое развитие, зелёная повестка, уровень жизни.

Topical issues of environmental safety in a modern city

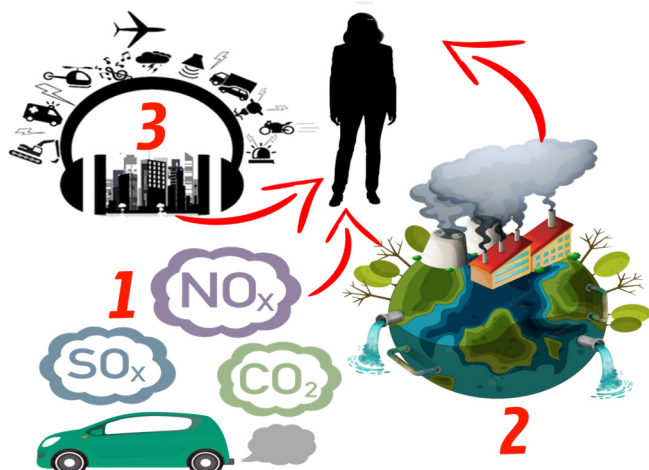
## Основная часть

Экологическая безопасность в городской среде представляет собой комплекс мероприятий, направленных на улучшение качества окружающей и общественной среды, с целью сохранения здоровья и благополучия горожан. Экологическую безопасность можно рассматривать как системное состояние окружающей среды, в котором сохраняется способность поддержки существования различных биологических форм жизни, включая человека, без причинения вреда и необратимого ущерба биологическому разнообразию: *«Экологическую безопасность, таким образом, можно определить как совокупность действий, состояний, процессов, мер, исключающих угрозу нанесения ущерба окружающей среде и тем самым устраняющих причинение вреда человеку (в результате неблагоприятного антропогенного изменения ее состояния)»* [1, с. 18]. Это означает, что природные ресурсы не истощаются, атмосфера не загрязняется, а животные и растительные виды сохраняются в около городском пространстве. Экологическая безопасность является комплексной концепцией, которая включает в себя не только охрану окружающей среды и биоразнообразия, но также безопасность человека и его уровня и качества жизни. В современных городах нередко наблюдаются превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в окружающей среде, это обычно связано с действием различных источников вредных веществ, возникающих вследствие сознательной человеческой активности, что особенно проявляется в городском пространстве из-за промышленной активности, транспортной активности и увеличения объёма бытовых отходов.

Основные источники экологической опасности в городской среде можно выделить следующие – рисунок 1.

1. Концентрация сажи и продуктов выхлопа от транспортных средств, одним из наиболее распространенных загрязнителей воздуха в современных городах является сажа и продукты выхлопа при движении транспортных средств: *«...выбросы выхлопных газов от дорожного транспорта стали причиной серьезного беспокойства по поводу влияния качества воздуха в городах на здоровье человека и производство тропосферного озона»* [2, с. 1537]. Избыточная концентрация сажи может быть вызвана движением автомобилей и других транспортных средств, а также от бытовой активности горожан. Превышение ПДК сажи в воздухе значительно повышает вероятность возникновения ряда заболеваний, включая заболевания дыхательных путей и

сердечно - сосудистых заболеваний, что ставит перед городскими властями задачу сокращения выбросов в атмосферу.



Источник: составлено автором  
Рисунок 1 Основные источники экологической опасности в городской среде

2. Проблема загрязнения воды часто возникает в городской среде из-за загрязнения поверхностных и подземных вод. Превышенные концентрации таких веществ как свинец, медь, нефтесодержащие соединения и другие химические элементы могут вызвать серьезные заболевания, такие как отравление, болезни дыхательной и центральной нервной системы и негативно воздействовать на самочувствие горожан.

3. Шум, инсоляция, вибрация выступают источниками угнетения общественного пространства, так как в городской среде из-за высокой человеческой и механической активности возникают проблемы в виде шумовой, световой, вибрационной загрязненности, которые крайне негативно влияют на здоровье городских жителей: «Тот факт, что заболеваемость шизофренией постоянно увеличивается с повышением уровня городской жизни в зависимости от дозы, предполагает не только статистическую связь, но и причинно-следственную связь. Таким образом, шведские данные в сочетании с более ранними публикациями позволяют нам выдвигать все более правдоподобные доводы в пользу того, что окружающая среда оказывает сильное влияние на колебания заболеваемости шизофренией в популяциях» [3, с. 287].

Для того, чтобы сократить превышение ПДК вредных веществ в городской среде, необходимо принимать комплекс мер, начиная от строгого контроля за работой промышленных предприятий и транспорта и заканчивая пересмотром существующих нормативов и правил эксплуатации техники. В этом случае особую важность приобретает государственное регулирование, экологический мониторинг и национальное законодательство: «Цель государственной политики в области управления промышленно экологической безопасностью и снижения техногенных и экологических рисков состоит в обеспечении гарантированного уровня безопасности личности, общества и окружающей среды в

пределах показателей приемлемого риска, критерии (нормативы) которых устанавливаются для соответствующего периода социально экономического развития страны с учетом мирового опыта в данной области» [4, с. 8]. Также необходимо организовывать контроль за соблюдением норм выброса на действующих предприятиях в городской среде, постоянно оптимизировать график движения общественного транспорта, внедрять технологии нормативных расценок на возмещение вреда нанесенного окружающей среде физическими и юридическими лицами, проводить общественные компании по профилактике загрязнения воздуха и др. Действия по улучшению экологической ситуации в городской среде должны иметь долгосрочный и комплексный характер, обеспечивающие устойчивое развитие городской среды.

В современном городе актуальные вопросы экологической безопасности связаны с различными аспектами жизни города и его жителей. Некоторые из главных причин, связанных с угнетением экологической безопасности в городской среде, включают в себя:

- Загрязнение окружающей среды, особенно крупные города столкнулись с проблемой загрязнения воздуха, вызванным различными источниками человеческой активности: промышленностью, движением транспорта, отоплением зданий и т.д. Загрязненный воздух угнетает общественное и экологическое пространство.

- Проблемы водоснабжения в городах происходит из-за загрязнения водных ресурсов различными веществами, также являющимися продуктами активности общества, химическими препаратами, сбросами от промышленных центров, городские поверхностные стоки и т.д. Это может привести к опасным последствиям, таким как ухудшение качества воды, угроза здоровью подрастающего поколения и т.д.

- Проблема утилизации мусора, так как города генерируют значительное количество мусора и отходов, вопросы очистки и утилизации мусора и отходов в городском пространстве становится серьезной проблемой для состояния и качества окружающей среды.

Для решения всех этих проблем необходимы комплексные меры, включающие как технические, так и социальные аспекты жизнедеятельности горожан. Например, это может быть использование более эффективных систем водоснабжения и водоотведения, использование более экологически чистых бесплатных видов транспорта, установка фильтрующих устройств на выходе стоков и выхлопов предприятий в окружающую среду, а также пропаганда среди населения экологически ответственного поведения и более ответственного отношения к окружающей среде.

Необходимые элементы устойчивого развития и гомеостаза окружающей среды в современном городе – рисунок 2.

1. Сбор и утилизация отходов, включает в себя раздельный сбор мусора, который может быть пере-



работан, а также различные программы для сокращения объемов и степени опасности рециклируемых отходов потребления и производства.



**Источник:** составлено автором

Рисунок 2 Элементы устойчивого развития и гомеостаза окружающей среды в современном городе

2. Ограничение использования автомобилей предполагает использование общественного транспорта, велосипедов и ходьба пешком, которые могут способствовать снижению выбросов от транспортных средств и улучшению качества воздуха.

3. Защита зеленых зон и парков, так как площади зелёных насаждений, зеленых зон в городах снижают уровень шума, поглощают углекислый газ из воздуха и способствуют рекреационной активности горожан.

4. Зелёное законодательство и гражданская ответственность предполагают, что могут быть введены специальные законы и нормативные ограничения, которые регулируют виды хозяйственной активности и выбросы в рамках границ города, а также обеспечивают сотрудничество с местными органами самоуправления и экспертами в области экологии для осуществления совместной работы по охране окружающей среды.

5. Информационная зелёная повестка предполагает, что местные органы исполнительной власти принимают меры для повышения осведомленности горожан об экологической безопасности и способствуют развитию индивидуальных и коллективных инициатив по снижению влияния на окружающую среду.

Для того, чтобы снизить воздействие негативных факторов на человека и окружающее пространство и обеспечить экологическое благополучие, не допустить превышение ПДК вредных веществ в городской среде, необходимо развивать гражданское самосознание и обеспечивать принятие активных действий и мер, начиная от строгого контроля за работой промышленных предприятий и транспорта и заканчивая пересмотром существующих нормативов

и правил эксплуатации техники, застройки городских территорий. Необходимо оптимизировать планирование городского пространства с учетом жизненных потребностей населения и экологических возможностей застраиваемой территории. Также необходимо использовать экологически чистые технологии и материалы, проводить регулярные мониторинги и анализы качества окружающей среды, а также проводить образовательную работу с населением. Также важным аспектом устойчивого развития городской среды является социальная активность и осведомлённость горожан, то есть необходимо обеспечивать доступность городской среды для всех слоев населения, включая людей с ограниченными возможностями, малообеспеченных граждан, а не разделять городское пространство на «элитные» городские районы и все остальные, подобная дифференциация городского пространства усугубляет состояние, как общественного, так и экологического пространства. Для достижения этой цели необходимо проводить социальную политику, направленную на улучшение жизненных условий населения, а также обеспечивать доступность городской инфраструктуры и услуг [5].

Одним из ключевых аспектов социального благополучия горожан является улучшение качества воздуха в городском пространстве, так как загрязнение воздуха является причиной серьезных заболеваний дыхательных путей, появления аллергии и других заболеваний.

Также важным аспектом социального благополучия горожан является улучшение качества воды, так как загрязнение воды может приводит к росту серьезных заболеваний, в том числе тяжёлым, таким как холера, дизентерия и другие инфекционные заболевания. Для улучшения качества воды необходимо снижать выбросы вредных веществ в водоемы, источники городского водоснабжения, использовать экологически нейтральные дезинфекторы и очищающие средства, проводить регулярные мониторинги качества воды.

### Заключение

Экологическая безопасность городского населения является важной составной частью национальной безопасности, так как уровень и качество жизни населения неизбежно снижают социальную напряжённость и обеспечивают условия социальной справедливости, при котором формируется благоприятная среда общественного и экологического пространства. Важнейшим следствием обеспечения эффективной экологической безопасности в современном городе является сохранение природного капитала и обеспечение благополучия будущим поколениям.

### Литература

1. Андреев, С. В. Экологическая безопасность в структуре национальной безопасности / С. В. Андреев // Дискуссия. – 2011. – № 5. – С. 14-20. – EDN NVUEPV.
2. Colville R. N. et al. The transport sector as a source of air pollution //Atmospheric environment. –

2001. – Т. 35. – №. 9. – С. 1537-1565.- DOI 10.1016/S1352-2310(00)00551-3/.

3. Van Os J. I. M. Does the urban environment cause psychosis? //The British Journal of Psychiatry. – 2004. – Т. 184. – №. 4. – С. 287-288.

4. Толстых, А. В. Промышленная безопасность и экологический мониторинг производственных объектов как основа их комплексной безопасности / А. В. Толстых, П. М. Фомин // Вестник КИГИТ. – 2010. – № 2(11). – С. 5-14. – EDN PLNKQT.

5. Ключанова, Л. Г. Обеспечение экологической безопасности городской среды: актуальные проблемы правового регулирования / Л. Г. Ключанова // Евразийский юридический журнал. – 2022. – № 2(165). – С. 253-257. – DOI 10.46320/2073-4506-2022-2-165-253-257. – EDN RWBONQ.

#### **Topical issues of environmental safety in the modern city**

**Alekseev E.V., Petukhov N.V., Posadneva E.M.**

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Peoples' Friendship University of Russia, Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov

The green agenda implemented in the urban environment is a set of measures aimed at attracting the attention of civil society and the authorities to the problems of ecology and nature management, the relevance of which only increases with the increase in the level of industrialization of society. The object of the study is society, as a socio-economic system whose activity affects the environment. The subject of the study is environmental safety as a set of measures aimed at improving the quality of the environment and the public environment. The purpose of the study is a theoretical analysis of topical issues of the subject area of research under consideration. Research results: 1. The main sources of environmental danger in the urban environment are identified; 2. Topical issues of environmental safety related to various aspects of the life of the city and its inhabitants are considered; 3. The main elements of sustainable development and homeostasis of the environment in a modern city are presented.

Keywords: quality of life, environmental protection, homeostasis, sustainable development, green agenda, standard of living.

#### **References**

1. Andreev, S. V. Environmental safety in the structure of national security / S. V. Andreev // Discussion. - 2011. – No. 5. – pp. 14-20. – EDN NVUEPV.
2. Colville R. N. et al. The transport sector as a source of air pollution //Atmospheric environment. – 2001. – Vol. 35. – No. 9. – pp. 1537-1565.- DOI 10.1016/S1352-2310(00)00551-3/.
3. Van Os J. I. M. Does the urban environment cause psychosis? //The British Journal of Psychiatry. - 2004. – Vol. 184. – No. 4. – pp. 287-288.
4. Tolstykh, A.V. Industrial safety and environmental monitoring of production facilities as the basis of their complex safety / A.V. Tolstykh, P. M. Fomin // Vestnik KIGIT. – 2010. – № 2(11). – Pp. 5-14. – EDN PLNKQT.
5. Klyukanova, L. G. Ensuring environmental safety of the urban environment: actual problems of legal regulation / L. G. Klyukanova // Eurasian Law Journal. – 2022. – № 2(165). – Pp. 253-257. – DOI 10.46320/2073-4506-2022-2-165-253-257. – EDN RWBONQ.

# Городская скульптура Китая и России: процессы межкультурной интеграции и дифференциации

Ван Янь

доцент, Даляньская академия искусств, 1114133607@qq.com

Для выявления закономерностей интеграции и дифференциации между Россией и Китаем в области городской скульптуры был проведен анализ современных примеров скульптуры в городской среде в обеих странах, рассмотрен исторический контекст развития скульптурных традиций. Для анализа культурного взаимодействия использовались различные методы. Во-первых, был применен системный подход, который позволил рассмотреть городскую скульптуру как сложную систему, состоящую из взаимосвязанных элементов, включая художественные, социокультурные и средовые аспекты. Этот подход позволил выявить влияние культурных факторов на тенденции развития городской скульптуры. Во-вторых, в исследовании применялся аксиологический подход, который позволил выявить общие ценностные основы искусства скульптуры в России и Китае, а также их отличия, учитывая восприятие и интерпретацию скульптурных произведений.

Были выявлены общие черты и уникальные особенности скульптурных традиций каждой страны, а также влияние внешних культурных факторов на эволюцию городской скульптуры. Новизна результатов исследования определяется слабой разработанностью данной темы в русскоязычных научных публикациях. Результаты исследования указывают на то, что интеграция и дифференциация в сфере городской скульптуры между Россией и Китаем происходят под влиянием множества факторов, включая историческое наследие, социокультурные особенности, технологический прогресс и взаимодействие с другими культурами.

**Ключевые слова:** искусство скульптуры, монументальная скульптура, российская скульптура, китайская скульптура, культурная интеграция, культурная дифференциация, городская скульптура.

Исследование взаимодействия и взаимовлияния, интеграции и дифференциации китайского и российского искусства скульптуры имеет высокую актуальность в ракурсе определения общих тенденций развития данного вида искусства, выявления уникальных традиций каждой из стран в этой области. Это призвано повысить понимание особенностей каждой культуры, формированию научной базы для исследований в области городской скульптуры России и Китая, которая является важным элементом культурной идентичности. Исследование и развитие городской скульптуры значимо для создания уникальной атмосферы города, как современной среды обитания человека. Данный вид скульптуры представляет собой квинтэссенцию всего искусства скульптуры каждой из стран, завершающий этап поисков скульпторами идей и форм их воплощения, являя этап выхода искусства из музеев в открытое пространство архитектуры города. Новизна результатов исследования определяется слабой разработанностью данной темы в русскоязычных научных публикациях. Для анализа интеграции и дифференциации искусства городской скульптуры России и Китая использовались различные методы и подходы. Был применен системный подход, который позволил рассмотреть городскую скульптуру как сложную систему, состоящую из взаимосвязанных элементов, включая художественные, социокультурные и аксиологические, что позволило выявить влияние разнообразных факторов на формирование и развитие скульптуры в городской среде. В исследовании применялся аксиологический подход, который позволил выявить общие ценностные основы искусства скульптуры в России и Китае с учетом восприятия и интерпретации скульптурных произведений различными культурными группами и обществами, что влияет на формирование и принятие эстетических ценностей.

Город является социокультурным пространством, важным для организации общественной жизни и самореализации индивида, а также сохранения исторической памяти [1]. Городская скульптура играет аксиологическую роль в организации городской жизни и самоактуализации индивидов в городской среде. Она способствует сохранению исторической памяти и традиции поколений. В городском пространстве скульптура может принимать форму памятников, бюстов, фонтанов, декоративных композиций и ансамблей. Стили и материалы, используемые в городской скульптуре, могут варьироваться от классических до современных и экспериментальных, включая камень, металл, бронзу, стекло, пластмассу. Городская скульптура как вид

художественно-изобразительной деятельности объединяет в себе художественные, социокультурные и средовые аспекты. Художественные аспекты отражаются в форме, материале и эстетической выразительности скульптур. Социокультурные аспекты связаны с формированием идентичности города, созданием символических пространств и мест памяти. Средовые аспекты касаются взаимодействия с окружающей средой и влияния на использование городской среды, стимулируя взаимодействие людей с окружением и создавая коммуникативные пространства [2, 18, 20].

Для эффективного взаимодействия двух культур необходимо наличие у каждой культуры сформированных уникальных культурно-цивилизационных особенностей [5]. Культурно-цивилизационные особенности китайской городской скульптуры складывались в течение длительного периода, заключаются в глубоком влиянии традиционной китайской философии, истории и культуры на формирование ее образов и стилей. Китайская городская скульптура имеет следующие традиционные отличительные особенности, влияющие на ее внешние характеристики:

1. Философская глубина: Китайская скульптура отражает философские принципы, такие как гармония, баланс и взаимосвязь с природой, эстетические и духовные идеалы, проникнутые концепцией единства всего сущего.

2. Символический контекст: Китайская городская скульптура часто имеет символическое значение, отражая мифологические, религиозные или исторические сюжеты. Художниками часто используются символы, такие как драконы, фениксы, львы и другие, чтобы передать глубокий символический смысл.

3. Мастерство отделки поверхностей и детализация: Китайские скульпторы проявляют высокий уровень мастерства при создании своих произведений, создают сложные текстуры, изящные линии и выразительные детали, демонстрируя виртуозность и умение работать с различными материалами.

4. Сохранение традиций: Китайская городская скульптура уделяет внимание сохранению и передаче традиционных художественных стилей и техник. Она сочетает в себе элементы древних традиций и современных подходов, создавая их гармоничное сочетание [12].

Молодые художники-скульпторы из Китая получают основное образование и воспитание в области традиционного пластического искусства на основе древнекитайской философии, нравственно-эстетических устоев и художественных принципах, разработанных великими мыслителями, живописцами и скульпторами Китая. Это образовательное влияние на молодых художников-скульпторов является исключительно значимым, поскольку оно позволяет им осмыслить и усвоить ценности и культурные особенности, присущие традиционному китайскому искусству. Они учатся применять художественные приемы и методы, унаследованные от предшествующих поколений китайских художников в своем собственном творчестве. Благодаря этому глубокому

укоренению в традиционной культуре, молодые китайские художники-скульпторы придают особую значимость этике, эстетике и символике в своих произведениях. Они стремятся передать духовные и философские идеи через формы искусства, сосредотачиваясь на гармонии, балансе и естественности [15].

Развитие городской скульптуры в России является результатом интеграции национальных традиций народной и религиозной скульптуры с европейским искусством. Культурно-цивилизационные особенности российской городской скульптуры отражают историческое наследие, культурное разнообразие и национальную идентичность России и имеют свои особые черты:

1. Религиозные и исторические мотивы: Российская городская скульптура часто вдохновляется религиозными и историческими сюжетами. Она может включать в себя изображения святых, героев национальной истории и символические представления событий.

2. Классицизм и реализм: Российская скульптура выражает традиции классицизма и реализма, особенно в монументальной скульптуре. Она стремится к точной передаче физической формы и достижению соответствия формы и выражаемых идей и эмоций.

3. Монументальность и величественность: Российская городская скульптура часто характеризуется монументальными размерами и величественными формами. Она стремится создать впечатляющие и возвышенные образы, отражающие мощь и значимость изображаемых персонажей или событий.

В научной литературе подчеркивается, что искусства скульптуры России и Китая имеют уникальные черты, создающие национальные школы скульптуры. Например, китайские скульпторы используют иероглифы в качестве формообразующего элемента скульптуры и декоративной отделки поверхностей, что придает скульптурным изображениям символическое значение и художественную ценность. Кроме этого, китайская скульптура известна своими многофигурными композициями, выражающими широкое движение и экспрессивность, присущие древним фрескам Дуньхуана. Российская монументальная скульптура отличается от китайской своей сдержанностью, высоким мастерством обобщения скульптурного объема. Эти особенности связаны с российскими традициями народного и религиозного искусства, а также с климатическими условиями севера. Россия также сохраняет школу академической скульптуры и придерживается реалистических традиций.

Культурно-цивилизационные особенности культур двух стран сформировались в процессе культурной дифференциации - процесса формирования различий в ценностях, нормах, обычаях и традициях между культурными группами или обществами, обусловленных историческими, социальными, географическими условиями. Культурная дифференциация способствует формированию культурных иден-

тичности, расширению многообразия и сохранению уникальных культурных традиций. Однако она также может вызывать дистанцирование и непонимание между различными культурными группами, поэтому важно ее чередование с интеграционными процессами. Культурная интеграция, как процесс объединения, обмена между различными группами включает обмен ценностями, нормами, обычаями и знаниями между культурами. Культурная интеграция происходит на индивидуальном, групповом и общественном уровнях и может быть стимулирована миграцией, торговлей, образованием и межкультурным диалогом, способствует укреплению социальной солидарности и снижению предрассудков и стереотипов. Процесс культурной интеграции может вызывать конфликты ценностей, сопротивление изменениям и потерю культурной идентичности [3]. Интеграция и дифференциация тесно связаны и способствуют формированию и развитию культурных целостностей. Процесс интеграции культур неизбежно выявляет различия между ними, связанные с культурными ценностями и религиозными убеждениями.

Творческие обмены позволяют культурам обогащаться, становиться более сложными и создавать новые формы искусства. Этот процесс способствует расширению культурного разнообразия и углублению взаимопонимания между различными культурами.

Развитие городской скульптуры в Китае во второй половине XX века происходило благодаря интеграции китайских традиций скульптуры и искусства Советской России. Российская скульптура, ориентированная на реалистическое изображение, внесла свой вклад в формирование целой плеяды китайских скульпторов, которые обучались в Институте им. И.Е. Репина (бывшей Императорской Академии художеств), среди них такие скульпторы как Цао Чуньшен (Cao Chunsheng), Дон Цзуй (Dong Zuyi). Влияние советской скульптуры привело к развитию монументальной китайской скульптуры в стиле социалистического реализма с национальной окраской и символикой [14]. Например, мемориальный комплекс Ли Дачжао в парке Ли Дачжао (Таншань, провинция Хэбэй) или памятник Матери Дэн Юфен (Пекин).

Произошла успешная, плодотворная интеграция, целенаправленное восприятие опыта другой культуры. Кроме целенаправленности успешная культурная интеграция требует добровольности в переименовании опыта, для этого должны быть определенные предпосылки. Важным аспектом в этом является то, что российское и китайское искусство скульптуры в 50-е годы XX века представляли исторически сложившиеся школы в рамках древних и сложных культур. Это позволило произойти интеграции, а не поглощению более слабой культурной традиции [21].

Кроме этого, как условие успешной культурной интеграции современные исследователи используют понятие «культурная совместимость», которая означает созвучие ментальных структур и основных

духовных ценностей, присутствующих в обеих культурах. Она выражает совпадение архетипических элементов и основных принципов, на которых базируется каждая культура [9]. Культурная совместимость играет важную роль в создании гармоничного культурного взаимодействия между Россией и Китаем. В контексте скульптуры, культурная совместимость может проявляться в использовании общих символов, тематик и техник, которые являются значимыми и понятными для обеих культур. По результатам исследования П.В. Якупова у китайского и русского этносов обнаруживаются такие схожие качества, как терпение и превозмогание себя, готовность выносить страдания, которые преподносит судьба; коллективизм [17]. Наличие данных сходств сделало возможным процесс плодотворной интеграции в области скульптуры между Россией и Китаем. В Китае, начиная с середины XIX века, происходили культурные и политические изменения, китайский народ стремился к достижению целей через борьбу и преодоление трудностей, искусство советской России соответствовало духовным потребностям китайского народа на том историческом этапе. И российскому и китайскому искусству городской скульптуры присущи такие образы, соответствующие схожим качествам:

1. Образы героев, символизирующие преодоление и героическую борьбу с препятствиями.
2. Благопожелательные символы.
3. Принципы формообразования.

В городской скульптуре Китая образы героев представлены как в образе самого известного подвизника Конфуция, так и в образах революционеров, борцов за равноправие, политических и военных лидеров, легендарных фигур, литературных персонажей отражающих представления общества о носителях различных героических черт. Например, изображения народных героев на восьми барельефах Памятника народным героям на площади Тяньаньмынь в Пекине. В китайской культуре важными являются образ благородного мужа цзюньцзы и менее изученный образ идеальной матери Муи [13, 11]. Образ цзюньцзы отражается в различных изображениях героев, таких как Лэй Фэн, а также участников восстаний и боевых событий, которые пали за процветание китайского народа [7]. В российской городской скульптуре схожими качествами обладают образы православных мучеников и героев второй мировой войны. Образы символа благородства и героев воплощают исконные ценности российской культуры, такие скульптуры также можно увидеть в российских городах. Например, монумент героическим защитникам Ленинграда на Московском проспекте в Санкт-Петербурге. Доблесть, мудрость, сила, величие выражаются через художественные приемы и символику. Образы героев в городской скульптуре Китая и России служат не только источником вдохновения и гордости для китайского и русского народов, но и являются важной частью национального наследия и процесса формирования культурного самосознания.

В китайском искусстве скульптуры широко используются традиционные символы, направленные

на обеспечение удачи и благополучия, что соответствует целям российского традиционного искусства, связанным с защитой и благополучием. В китайской и российской культуре присутствуют такие исконные ценности, как материнство, благоденствие, храбрость и преодоление трудностей [8,13]. Городская среда Китая отражает эти ценности через религиозные, социалистические и садово-парковые скульптуры, посвященные материнству. Этот факт позволяет процессу творческой интеграции между искусством Китая России и Китая быть плодотворным.

Б.Ш. Шмониевский исследует образ льва в изобразительном искусстве Китая как связующее звено между Востоком и Западом [16]. Львы имеют связующее значение между Востоком и Западом в изобразительном искусстве Китая, играют важную роль в российской культуре. Создание скульптур охраняющих львов является значимой частью китайской культуры, с более чем двухтысячелетней историей, а в России они стали символом государственной мощи и власти, устанавливаясь у входов важных зданий. В 1907 году из Маньчжурии в Петербург были доставлены статуи львов «Ши-цза» из гранита. Изначально предназначенные для кумирни в Гирине, они были подарены генерал-губернатору Н.И. Гродекову, который передал их в Петербург. Установку скульптур осуществил архитектор Л.Н. Бенуа. Это стало знаковым событием культурной интеграции между Россией и Китаем. Сегодня две статуи львов, стоящие на набережной, представляют собой важный элемент китайской культуры в современном Петербурге [10]. Скульптуры львов, выполненные в различных стилях и из разных материалов, до сих пор олицетворяют силу, могущество и защиту.

Кроме общих тем, можно определить общие принципы формообразования в современной скульптуре Китая и России, которые включают принцип нематериальной вещественности (метод, при котором свет, звук, видео являются объектом искусства), принцип использования готовой формы, принцип абстрактно-концептуального формообразования, принцип адаптации традиционной формы [6]. Эти общие принципы объединяют разные школы и традиции, сохраняя уникальность национальных школ скульптуры.

В 2003 году в честь трехсотлетия Петербурга правительство Шанхая подарило Санкт-Петербургу уменьшенную копию сада Юй Юань, известного как «Сад дружбы», который был установлен в средней части Литейного проспекта и стал знаковым местом китайской культуры в центре Петербурге. В саду высажены сосны, ивы, яблони и дерево сакуры, расположены различные элементы, включая пагоду дружбы, две скульптурные фигуры львов, фонтан, искусственный пруд, каменный мост и декоративные камни из озера Тайху в Китае [10].

В современном контексте невозможно выделить преобладающую культуру, и это явление можно объяснить влиянием глобализации. Однако стоит отметить, что как Китай, так и Россия, несмотря на события XX века, которые существенно повлияли на

оба государства, они сохранили свою культурную самостоятельность относительно Запада [10].

Современная китайская скульптура сталкивается с важным вопросом о своих культурных корнях и о способе собственного развития в контексте мирового искусства. Внешнее заимствование элементов не обеспечивает полного понимания и освоения сущности философии искусства. На XIX съезде КПК было заявлено о начале новой эры в строительстве социализма с китайской спецификой. В эту новую эпоху современное искусство скульптуры должно отвечать новым высоким требованиям, возникающим в результате глобализации, информатизации и культурно-художественного разнообразия. Современная скульптура должна быть новым видом искусства, соответствующим духовному содержанию и практическим мерам новой эпохи. Китайская скульптура должна активно участвовать в глобальных процессах скульптурного развития, сочетая сохранение самобытной китайской культурной традиции с восприятием вдохновения и стимулов от Запада. Исследование процесса создания себя современной китайской скульптурой в новую эпоху имеет особое значение. В искусстве скульптуры национально-культурный аспект играет важную роль, поскольку национальная самобытность в культуре и искусстве является неотъемлемым условием их существования. Это позволяет представить национальное искусство на мировой арене в качестве уникального и самобытного, а также осуществлять взаимовыгодный обмен с другими народами. Национально-культурный аспект придает искусству скульптуры особую ценность и значимость, позволяя сохранить и раскрыть уникальные черты культурного наследия и традиций народа [18, 19, 20].

Современная ситуация активного развития информационных технологий влияет на процессы интеграции и дифференциации в области искусства между Россией и Китаем в области городской скульптуры. Художники и скульпторы из России и Китая могут легче обмениваться идеями и техниками, изучать работы других художников, принимать участие в международных выставках и фестивалях (которых проводится очень много, как в России, так и в Китае), где они могут взаимодействовать и вдохновляться произведениями других скульпторов.

## Выводы

Были выявлены общие черты и уникальные особенности скульптурных традиций каждой страны, а также влияние внешних культурных факторов на эволюцию городской скульптуры. Результаты исследования указывают на то, что интеграция и дифференциация в сфере городской скульптуры между Россией и Китаем происходят под влиянием множества факторов, включая историческое наследие, социокультурные особенности, технологический прогресс и взаимодействие с другими культурами. Были выявлены общие черты и уникальные особенности скульптурных традиций каждой страны, а также влияние внешних культурных факторов на эволюцию городской скульптуры.



На основании представленных данных можно сделать следующие научно обоснованные выводы:

В контексте исторического развития и взаимодействия культурной традиции искусства ваяния в России и Китае наблюдается периодическая смена процессов интеграции и дифференциации. Эти процессы неизбежно чередуются, влияя на развитие городской скульптуры обеих стран.

В ходе интеграционных процессов возникают противоречия между культурными традициями России и Китая. Изучение и анализ этих различий и характеристик искусства скульптуры каждой страны позволяет более глубоко понять их особенности.

При углублении дифференциации наблюдается усиление стремления к интеграции и взаимообогащению. Это связано с привлекательностью взаимодействия и возможностью обмена между различными культурными традициями.

Длительный дефицит интеграционных процессов может привести к замедлению развития искусства скульптуры, ограничению новых идей и перспектив, что может негативно отразиться на развитии искусства ваяния.

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие научно обоснованные утверждения о условиях успешной интеграции между искусством ваяния России и Китая:

Добровольность культурной интеграции. Успешная интеграция в области искусства ваяния между Россией и Китаем требует добровольного согласия и желания обеих сторон участвовать в процессе интеграции. Отсутствие принуждения способствует более гармоничному и продуктивному взаимодействию.

Целенаправленное заимствование опыта другой культуры. Важным условием успешной интеграции является активное изучение и заимствование опыта искусства ваяния другой культуры. Взаимный обмен и проникновение идей, техник и традиций способствуют обогащению и развитию обоих искусств.

Наличие сложившихся культурно-цивилизационных особенностей искусства. Успешная интеграция требует наличия у обеих культур уникальных и сложившихся особенностей в области искусства ваяния. Эти особенности вносят вклад в формирование национальных школ скульптуры и создают основу для дальнейшей интеграции.

Наличие единых глубинных ценностных оснований искусства ваяния России и Китая. Успешная интеграция возможна при наличии общих ценностей, философии и мировоззрения в области искусства скульптуры.

Результаты процесса интеграции между искусством ваяния России и Китая можно охарактеризовать следующим образом:

Активизация процессов развития искусства скульптуры в целом. В результате сравнения и взаимного влияния возникает поиск новых форм выражения идей, появляются новые свойства и качества скульптур.

Выявление общих аксиологических оснований культур двух стран, общих ценностей и мировоззрения. Это укрепляет взаимопонимание и обогащение между искусствами обеих стран.

Популяризация искусства скульптуры, повышение значимости городской скульптуры в обществе и усиливает ее влияние на сохранение и формирование культурных ценностей.

Повышение заинтересованности государства, поддержка на государственном уровне, что способствует улучшению условий для развития этого искусства, улучшение материальных условий, использование качественных материалов и инструментов, а также повышение уровня скульптур, установленных в городах, что в конечном итоге приводит к улучшению городской среды.

## Литература

1. Анисимов Н.О., Туркина В.Г., Калинина Г.Н. Аксиология и границы идентичности городской среды: культурно-антропологическая перспектива. Наука. Искусство. Культура. № 3 (35), 2022. – С. 5-13.
2. Асоян Ю.А. Теория художественных пространств В.А. Фаворского и П.А. Флоренского (1920-е годы). Вестник культурологии. № 1 (68), 2014. – С. 42-66.
3. Бетильмерзаева М.М. Дифференциация и интеграция в контексте культуры. Дискуссия. № 2-3, 2011. – С. 38-43.
4. Власова О.М. Пермская деревянная скульптура древнерусской традиции. Вестник Челябинского государственного университета №. 13, 2011. – С. 159-165.
5. Горобец Л.А. Взаимодействие культур России и Китая: проблема культурной совместимости. Вестник Челябинского государственного университета. № 18 (272), 2012. – С. 12-17.
6. Ибрагимова А.Ф. Принципы формообразования современной городской скульптуры. Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. № 1, 2018. – С. 93-97.
7. Лю Юйцзю. Становление монументальной скульптуры России и Китая. Общество: философия, история, культура. № 3 (95), 2022. – С. 202-206.
8. Мартынова Н.В. К вопросу изучения феномена благожелательных изображений в традиционном искусстве Китая. The Scientific Heritage. № 42-2 (42), 2019. – С. 3-7.
9. Медведев, А.В. Взаимодействие культур : проблема культурной совместимости // Второй Российский культурологический конгресс с международным участием «Культурное многообразие : от прошлого к будущему» : (Программа) : тез. докл. и сообщ. СПб. : ЭИДОС : Астерион, 2008. – С. 299.
10. Никифорова Лариса Викторовна. "Китайская тема в современном художественном пространстве Санкт-Петербурга" Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). № 4 (49), 2018. – С. 83-87.
11. Олихова Е.О. Образ матери в традиционной китайской культуре : автореферат дис. ... кандидата философских наук : 24.00.01 / Олихова Екатерина Олеговна; [Место защиты: Моск. гос. лингвист. ун-т]. – Москва, 2012. – 24 с.
12. Сунь Лунбэнь. Современные тенденции развития средовой скульптуры Китая : автореферат дис. ... кандидата искусствоведения : 17.00.04 / Сунь

Лунбэнь; [Место защиты: С.-Петерб. гос. художеств.-пром. акад. им. А.Л. Штиглица]. – Санкт-Петербург, 2009. – 24 с.

13.Сюй М.В. "Синтагматическая классификация китайской символики" Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). № 3, 2011. – С. 120-123.

14.У Вэй. Влияние советских деятелей искусств на развитие скульптуры соцреализма в КНР. Университетский научный журнал. № 59, 2020. – С. 122-131.

15.Чжо Госэнь. Современная китайская скульптура в свете национальных философско-эстетических традиций: дис. кандидат искусствоведения: 17.00.09 - Теория и история искусства. Санкт-Петербург. 2009. – 175 с.

16.Шмонеицкий Б.Ш. Образ льва в изобразительном искусстве Китая: связующее звено между Востоком и Западом (от Хань до Цин). Вестник культурологии, № 3 (70), 2014. – С. 146-153.

17.Якупов П.В. Психологические характеристики, особенности общей культуры, а также сходства и различия деловой культуры русского и китайского этносов // Мир науки. Педагогика и психология. 2016. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologicheskie-harakteristiki-osobennosti-obschey-kultury-a-takzhe-shodstva-i-razlichiya-delovoy-kultury-russkogo-i-kitayskogo> (дата обращения: 05.05.2023).

18.Sun, Zhenhua. 2005. Chinese Methods of Sculptural Art. Literary and Artistic Research. № 6. – С.115.

19.Mao H. The Influence of Soviet Realism School on Chinese Art //Journal of Global Humanities and Social Sciences. – 2022. – Т. 3. – №. 3. – С. 66-68.

20.Xiao W. Chinese sculpture in the new era //texts. Foundation privee Maison Burganov. – 2021. – Т. 17. – №. 4. – С. 71-76.

21.Zhang Jinghua. Focus on the future development of the "Belt and Road" and strengthen cultural and artistic exchanges between China and Russia. China Culture News. 2017-12-06 (004). (In Chinese)

**Urban Sculpture of China and Russia: processes of intercultural integration and differentiation**

**Wang Yan**

Dalian Academy of Arts

To identify the patterns of integration and differentiation between Russia and China in the field of urban sculpture, an analysis of modern examples of urban sculpture in both countries was carried out, the historical context of the development of sculptural traditions was considered. Various methods were used to analyze cultural interaction. Firstly, a systematic approach was applied, which made it possible to consider urban sculpture as a complex system consisting of interrelated elements, including artistic, socio-cultural and environmental aspects. This approach made it possible to identify the influence of cultural factors on the development trends of urban sculpture. Secondly, the study used an axiological approach, which made it possible to identify the common value foundations of the art of

sculpture in Russia and China, as well as their differences, taking into account the perception and interpretation of sculptural works.

The common features and unique features of the sculptural traditions of each country were identified, as well as the influence of external cultural factors on the evolution of urban sculpture. The relevance of the research results is determined by the weak development of this topic in Russian-language scientific publications. The results of the study indicate that integration and differentiation in the field of urban sculpture between Russia and China are influenced by many factors, including historical heritage, socio-cultural characteristics, technological progress and interaction with other cultures.

**Keywords:** sculpture art, Russian sculpture, Chinese sculpture, cultural integration, cultural differentiation, urban sculpture, monumental sculpture.

#### References

1. Anisimov N.O., Turkina V.G., Kalinina G.N. Axiology and boundaries of the identity of the urban environment: a cultural and anthropological perspective. The science. Art. Culture. No. 3 (35), 2022. - P. 5-13.
2. Asoyan Yu.A. Theory of artistic spaces V.A. Favorsky and P.A. Florensky (1920s). Bulletin of cultural studies. No. 1 (68), 2014. - P. 42-66.
3. Betilmerzaeva M.M. Differentiation and integration in the context of culture. Discussion. No. 2-3, 2011. - S. 38-43.
4. Vlasova O.M. Perm wooden sculpture of the Old Russian tradition. Bulletin of the Chelyabinsk State University no. 13, 2011. - P. 159-165.
5. Gorobets L.A. Interaction of cultures of Russia and China: the problem of cultural compatibility. Bulletin of the Chelyabinsk State University. No. 18 (272), 2012. - P. 12-17.
6. Ibragimova A.F. Principles of shaping modern urban sculpture. Bulletin of the Kazan State University of Culture and Arts. No. 1, 2018. - P. 93-97.
7. Liu Yujia. Formation of monumental sculpture in Russia and China. Society: philosophy, history, culture. No. 3 (95), 2022. - S. 202-206.
8. Martynova N.V. On the issue of studying the phenomenon of auspicious images in the traditional art of China. The Scientific Heritage. No. 42-2 (42), 2019. - P. 3-7.
9. Medvedev, A.V. Interaction of cultures: the problem of cultural compatibility // Second Russian Cultural Congress with international participation "Cultural diversity: from the past to the future": (Program): abstract. report and message SPb. : EIDOS : Asterion, 2008. - S. 299.
10. Nikiforova Larisa Viktorovna. "The Chinese Theme in the Contemporary Art Space of St. Petersburg" Society. Wednesday. Development (Terra Humana). No. 4 (49), 2018. - P. 83-87.
11. Olikhova E.O. The image of the mother in traditional Chinese culture: Abstract of the thesis. ... candidate of philosophical sciences: 24.00.01 / Olikhova Ekaterina Olegovna; [Place of protection: Mosk. state linguist. university]. - Moscow, 2012. - 24 p.
12. Sun Longben. Modern trends in the development of environmental sculpture in China: Abstract of the thesis. ... Candidate of Art History: 17.00.04 / Sun Longben; [Place of protection: St. Petersburg. state art.-prom. acad. them. A.L. Stieglitz]. - St. Petersburg, 2009. - 24 p.
13. Xu M.V. "Syntagmatic Classification of Chinese Symbols" Society. Wednesday. Development (Terra Humana). No. 3, 2011. - P. 120-123.
14. Wu Wei. The influence of Soviet artists on the development of socialist realism sculpture in China. University Scientific Journal. No. 59, 2020. - P. 122-131.
15. Zhuo Guosen. Modern Chinese Sculpture in the Light of National Philosophical and Aesthetic Traditions: dis. Candidate of Art History: 17.00.09 - Theory and History of Art. Saint Petersburg. 2009. - 175 p.
16. Shmonievskiy B.Sh. The image of a lion in the fine arts of China: a link between East and West (from Han to Qing). Bulletin of Cultural Studies, No. 3 (70), 2014. - P. 146-153.
17. Yakupov P.V. Psychological characteristics, features of the general culture, as well as similarities and differences in the business culture of the Russian and Chinese ethnic groups // World of Science. Pedagogy and psychology. 2016. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologicheskie-harakteristiki-osobennosti-obschey-kultury-a-takzhe-shodstva-i-razlichiya-delovoy-kultury-russkogo-i-kitayskogo> (Date of access: 05/05/2023 ).
18. Sun, Zhenhua. 2005. Chinese Methods of Sculptural Art. Literary and Artistic Research. No. 6. - P.115.
19. Mao H. The Influence of Soviet Realism School on Chinese Art // Journal of Global Humanities and Social Sciences. - 2022. - Vol. 3. - No. 3. - S. 66-68.
20. Xiao W. Chinese sculpture in the new era //texts. Foundation privee Maison Burganov. - 2021. - Т. 17. - No. 4. - S. 71-76.
21. Zhang Jinghua. Focus on the future development of the "Belt and Road" and strengthen cultural and artistic exchanges between China and Russia. China Culture News. 2017-12-06 (004). (In Chinese)

# Создание гидрофобных фосфорсодержащих огнезащитных составов для древесины, модифицированных нано- и микрочастицами

**Покровская Елена Николаевна**

доктор технических наук, профессор кафедры «Комплексная безопасность в строительстве» НИУ МГСУ, [elenapokrovskaya@bk.ru](mailto:elenapokrovskaya@bk.ru)

**Пахомов Алексей Викторович**

аспирант кафедры «Комплексная безопасность в строительстве», НИУ МГСУ, [avpakhomov@mail.ru](mailto:avpakhomov@mail.ru)

**Кучина Кристина Александровна**

студентка 4 курса кафедры «Комплексная безопасность в строительстве» НИУ МГСУ, [kristinan319@gmail.com](mailto:kristinan319@gmail.com)

Наиболее распространённым материалом в строительстве является древесина. Наряду с этим, этот материал является наиболее подверженным воздействию огня. Одним из решений данной проблемы является нанесение на поверхность древесины тонкого слоя модификатора. Этот метод позволяет создать огне-стойкие материалы для строительства, что помогает выиграть время для спасения людей и имущества при пожаре. На основании этих данных, была проведена разработка модифицированных фосфорсодержащих огнезащитных составов, а также проведён ряд испытаний для доказательства их эффективности.

**Ключевые слова:** древесина, модифицированная древесина, огнезащитные составы, модифицированные фосфорсодержащие огнезащитные составы

## Введение

Наиболее распространённым материалом в строительстве является древесина. Наряду с этим, этот материал является наиболее подверженным воздействию огня. Древесина чувствительна к нагреву. Уже при температуре материала порядка 110 °С начинается его терморазложение. При возникновении пожара появляется возможность его быстрого распространения и увеличивается вероятность гибели людей от комплексного воздействия таких опасных факторов, как: высокая температура окружающей среды, дым, токсичность продуктов сгорания.

Одним из решений данной проблемы является нанесение на поверхность древесины тонкого слоя модификатора. Этот метод позволяет создать огне-стойкие материалы для строительства, что помогает выиграть время для спасения людей и имущества при пожаре. Обработка поверхности древесины производится 5-30% раствором с небольшим расходом. Научная школа Е.Н. Покровской исследует «мягкое» модифицирование древесины фосфорсодержащими соединениями, что приводит к увеличению огнезащищённости.

На основании этих данных, была проведена разработка модифицированных фосфорсодержащих огнезащитных составов, а также проведён ряд испытаний для доказательства их эффективности.

## Объекты и методы исследования

### *Материалы и реактивы.*

В качестве объекта исследования была использована древесина заболони сосны. Образцы для испытаний изготавливались размером 40x40x10 мм (рис. 1).

В качестве фосфорорганического компонента поверхностного модификатора использовалась оксиэтилидендифосфоновая кислота в различных концентрациях – 10, 30, 50%.

Наноразмерным компонентом составов являлись углеродные нанотрубки (УНТ), микроразмерным компонентом - полые алюмосиликатные микросферы (АСПМ).

Нано- и микроразмерные частицы вводились в состав в различных концентрациях, УНТ – 0,1, 0,5 и 1,0 %; АСПМ – 1, 5, 10%.

Модифицирование проводилось при комнатной температуре с расходом состава 50-250 г/м<sup>2</sup>.

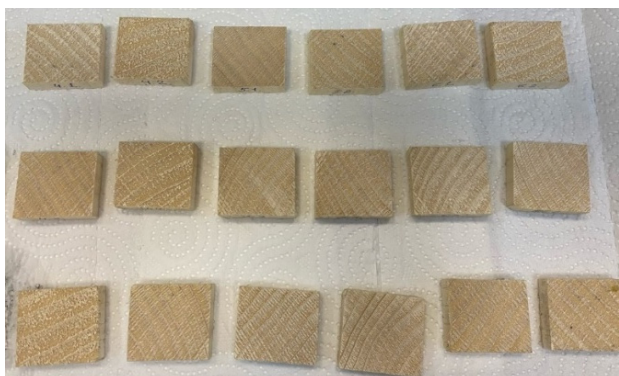


Рис.1 Образцы древесины для испытаний

Оксиэтилендифосфоновая кислота (ОЭДФ) -  $C_2H_8O_7P_2$  белое порошкообразное кристаллическое вещество с легким оттенком серого или бежевого. Хорошо растворяется в воде.

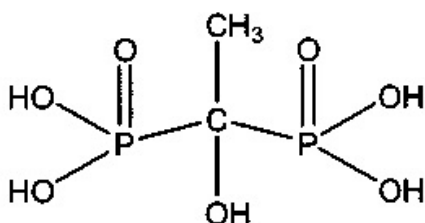


Рис. 2 Структурная формула ОЭДФ

Углеродные нанотрубки - прочные углеродные цилиндрические структуры. Представляют собой наноразмерные частицы чёрного цвета.

Алюмосиликатные полые микросферы - стеклокристаллические алюмосиликатные шарики, которые образуются при высокотемпературном факельном сжигании угля и представляют собой полые, почти идеальной формы силикатные сферы.

Таблица 2  
Состав АСПМ

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| $SiO_2$                 | 58-68% |
| $Al_2O_3$               | 32-38% |
| $Fe_2O_3$               | 1,4-2% |
| CaO                     | 1,9%   |
| MgO                     | 1%     |
| $K_2O+Na_2O$ , не более | 1,5%   |

#### Приготовление модифицирующих составов.

Было изготовлено 9 составов различной концентрации ОЭДФ и нано- и микроразмерных частиц (табл. 3).

Таблица 3

|      | 1   | 2   | 3   | 4    | 5    | 6   | 7   | 8   | 9   |
|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| ОЭДФ | 10% | 30% | 50% | 30%  | 30%  | 30% | 30% | 30% | 30% |
| УНТ  | -   | -   | -   | 0,1% | 0,5% | 1%  | -   | -   | -   |
| АСПМ | -   | -   | -   | -    | -    | -   | 1%  | 5%  | 10% |

Модификация образцов древесины составами на основе фосфоновой кислоты (ОЭДФ). Методика испытания игольчатым пламенем.

Модификаторы наносились поочередно в 1, 2 и 3 слоя. После того, как образцы высохли было проведено испытание изделий игольчатым пламенем.

ГОСТ 27484-87 позволяет смоделировать влияние открытого пламени на образец. Обработанный образец древесины фиксируют, пламя горелки находится вплотную к образцу. Из ГОСТ 27484-87 было выбрано максимальное время огневого воздействия на образец 120 с. В конце испытания образец осматривают и взвешивают. При испытании проводились измерения продолжительности тления ( $t_{\text{тл}}$ , с) и потеря массы при горении в процентах ( $\Delta m$ , %).

Горелка для испытания

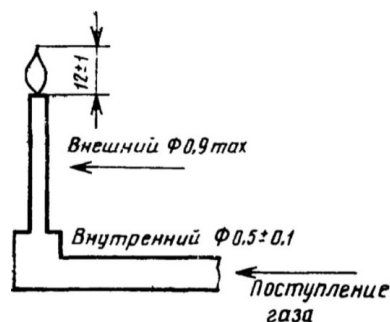


Рис.3 Схема испытания игольчатым пламенем

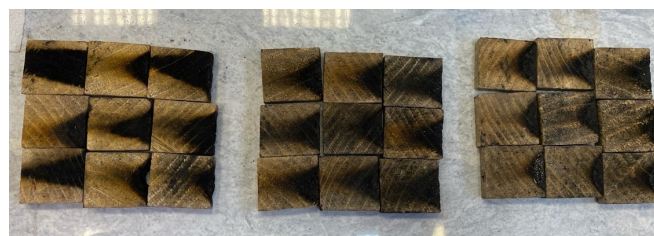


Рис.4 Образцы древесины после проведения испытаний

Результаты испытаний образцов древесины, поверхностно модифицированных раствором ОЭДФ различной концентрации с различным расходом представлены в таблице 4.

Таблица 4.  
Потеря массы при горении древесины модифицированной разрабатываемым составом.

| № | Состав   | Расход, г/м <sup>2</sup> | $m_0$ , г | $m_1$ , г | $\Delta m$ , % | Примечание                                          |
|---|----------|--------------------------|-----------|-----------|----------------|-----------------------------------------------------|
| 1 | ОЭДФ 10% | 23,75                    | 6,41      | 3,26      | 49,14%         | 3 мин 4 с – самостоятельное горение; 16 с - тление  |
|   |          | 39,76                    | 6,52      | 5,87      | 9,97%          | 32 с – самостоятельное горение; 33 с - тление       |
|   |          | 57,16                    | 6,85      | 6,55      | 4,38%          | 29 с - тление                                       |
| 2 | ОЭДФ 30% | 85,51                    | 7,55      | 6,86      | 9,14%          | 32 с – самостоятельное горение; 24 с - тление       |
|   |          | 126,46                   | 6,75      | 6,48      | 4,00%          | 22 с - тление                                       |
|   |          | 162,62                   | 7,15      | 6,87      | 3,92%          | 21 с - тление                                       |
| 3 | ОЭДФ 50% | 123,52                   | 7,18      | 6,8       | 5,29%          | 17 с – самостоятельное горение; 16 с - тление       |
|   |          | 185,70                   | 6,65      | 6,46      | 2,86%          | 1 мин 40 с – самостоятельное горение; 26 с - тление |
|   |          | 247,03                   | 10,25     | 9,99      | 2,54%          | 12 с - тление                                       |

После проведения испытания и обработки данных, была выбрана оптимальная концентрации ОЭДФ в растворе – 30% и количество слоёв покрытия – 2, что соответствует расходу 126,46 г/м<sup>2</sup>. Потеря массы, при этом составляет 4%, что является хорошим показателем. А также это обеспечивает приемлемые затраты на производство огнезащитных составов.

На основании этого были подготовлены образцы, модифицированные 30% раствором ОЭДФ с добавлением УНТ, а также раствором ОЭДФ с добавлением АСПМ. Подготовленные образцы прошли испытание игольчатым пламенем. Результаты доказали эффективность добавок, так как потеря массы при горении образцов, модифицированных только 30%-ым раствором ОЭДФ была от 4 до 9%.

В целях чистоты эксперимента испытание прошёл необработанный образец, потеря его массы после огневого воздействия составила 83,98 %, что доказывает эффективность разработанных составов на основе ОЭДФ, наноразмерных УНТ и микро-размерных АСПМ.



Рис.5 Необработанный образец после проведения испытания

Интересным открытием стало, что добавление алюмосиликатных полых микросфер к составу на основе ОЭДФ, дало низкие потери массы образцов при испытании - от 3,52% до 4,29%.

Таблица 5.

| № | Состав                 | Расход, г/м <sup>2</sup> | m <sub>0</sub> , г | m <sub>1</sub> , г | Δm, % | Примечание          |
|---|------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|-------|---------------------|
| 4 | ОЭДФ 30% + УНТ 0,1 %   | 96,1                     | 5                  | 4,78               | 4,40% | 25 с - тление       |
|   |                        | 112,11                   | 5,53               | 5,29               | 4,34% | 27 с - тление       |
|   |                        | 135,39                   | 4,87               | 4,64               | 4,72% | 19 с - тление       |
| 5 | ОЭДФ 30% + УНТ 0,5 %   | 99,65                    | 5,43               | 5,17               | 4,79% | 24 с - тление       |
|   |                        | 111,64                   | 5,99               | 5,78               | 3,51% | 22 с - тление       |
|   |                        | 125,71                   | 5,63               | 5,4                | 4,09% | 18 с - тление       |
| 6 | ОЭДФ 30% + УНТ 1,0 %   | 111,64                   | 5,37               | 5,14               | 4,28% | 21 с - тление       |
|   |                        | 131,07                   | 6,06               | 5,73               | 5,45% | 24 с - тление       |
|   |                        | 164,02                   | 4,91               | 4,77               | 2,85% | 18 с - тление       |
| 7 | ОЭДФ 30% + АСПМ 1,0 %  | 163,98                   | 6,99               | 6,69               | 4,29% | t тл= 21 с - тление |
| 8 | ОЭДФ 30% + АСПМ 5,0 %  | 203,5                    | 7,07               | 6,8                | 3,82% | t тл= 21 с - тление |
| 9 | ОЭДФ 30% + АСПМ 10,0 % | 245,7                    | 6,53               | 6,3                | 3,52% | t тл= 18 с - тление |

Методика испытания на водопоглощение.

Испытания водопоглощения образцов древесины проводились согласно ГОСТ 21523.5-77 «Модифицированная древесина. Метод определения водопоглощения». Исследуемые образцы помещались в эксикатор под вставку, далее заливали дистиллированной водой так, чтобы одна из плоскостей поперечного среза оставалась сухой, закрывали крышкой и выдерживали при температуре (20±2)°С. Для контроля водопоглощения образцы вынимали из воды, осушали поверхность фильтровальной бумагой и взвешивали. Первое взвешивание проводили через 2 часа после выдерживания в эксикаторе, затем через 1, 2, 3, 6, 9, 13 суток. Испытания закончили, когда разность между двумя последними взвешиваниями была не более 0,05 г.

Для испытания было подготовлено 8 образцов.

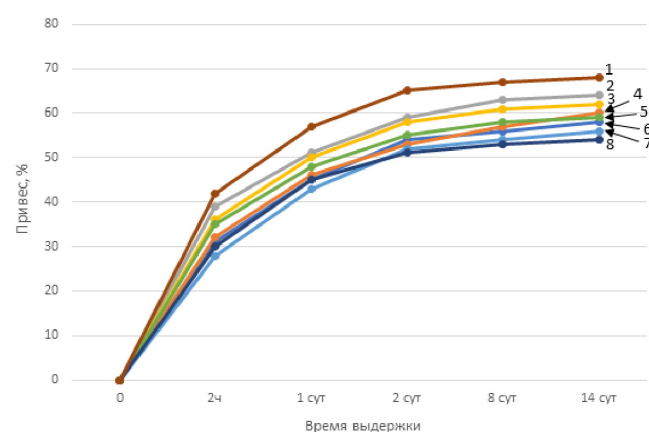


Рис. 6 Водопоглощение образцов древесины, поверхностно модифицированных составами ОЭДФ, с добавлением УНТ и АСПМ. 1- не покрытый; 2- 30 ОЭДФ + 10 АСПМ; 3- 30 ОЭДФ + 0,1 УНТ; 4- 30 ОЭДФ + 5 АСПМ; 5- 30 ОЭДФ + 1 УНТ; 6- 30 ОЭДФ + 1 АСПМ; 7- 30 ОЭДФ + 0,5 УНТ; 8- 30 ОЭДФ

По результатам испытания можно сделать вывод, что наименьшим водопоглощением обладают образцы, модифицированные составами 30 ОЭДФ + 1 АСПМ и 30 ОЭДФ + 1 УНТ. Уменьшение водопоглощения увеличивает долговечность древесины.

На основании проведённых испытаний можно сделать вывод о высокой эффективности добавок. В будущем планируется произвести оставшиеся испытания на пожарную опасность для выявления наилучшего огнезащитного состава.

## Литература

- ГОСТ 27484-87 Испытания на пожароопасность. Методы испытаний. Испытания горелкой с игольчатым пламенем
- Покровская Е. Н., «Огнезащита деревянных конструкций модификацией в тонком поверхностном слое» // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2018. – №2. – с. 86-90.
- Покровская Е.Н., Сохранение памятников деревянного зодчества с помощью элементоорганических соединений // М.: Изд-во АСВ. – 2009. – 136 с.
- R.Stevens, D.S. Van Es, R.Berzemer, A.Kranenbarg, The structure-activity relationship of fire



retardant phosphorus compounds in wood // Polym. Degrad. And Stab. – 2006. – Vol. 91. – №4. – P. 832-841.

5. Покровская Е.Н. Кобелев А.А. Огнезащита древесины на современном этапе / Е.Н. Покровская, Б.Б. Серков, А.Б. Сивенков, А.А. Кобелев // Вестник Академии Государственной противопожарной службы. – 2007. - №7. – с. 76-85.

6. Асеева, Р.М. Горение древесины и ее пожароопасные свойства [Текст]: монография / Р.М. Асеева, Б.Б. Серков, А.Б. Сивенков. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2010. – 262 с.

7. Покровская Е.Н., Кобелев А.А., Нагановский Ю.К. Механизм и эффективность огнезащиты фосфор- и кремнийорганических систем для древесины // Пожаровзрывобезопасность. № 3. 2009. С. 44-48.

8. Покровская Е.Н., Получение биостойких материалов при поверхностной модификации древесины // Вестник МГСУ. – 2011. - №7. – с. 636-640

9. Рощина С.И., Исследование деревокомпозитных конструкций с применением углеродных нанотрубок / С.И. Рощина, П.Б. Шохин, М.С. Сергеев // Лесной журнал. – 2013. - №3. – с. 189-192.

10.Теряева Т.Н., Костенко О.В., Исмагилов З.Р., Шикина Н.В., Рудина Н.А., Антипова В.А. Физико-химические свойства алюмосиликатных полых микросфер // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. - №5. – с. 86-90.

11.Леонович А.А., Шелоумов А.В. Сравнительный анализ эффективности огнезащитных средств на примере древесных материалов. – Санкт-Петербург: 2017. – с. 161-171.

#### **Creation of hydrophobic phosphorus-containing flame retardants for wood modified with nano- and microparticles**

**Pokrovskaya E.N., Pakhomov A.V., Kuchina K.A.**

NRU MGSU

The most common material in construction is wood. Along with this, this material is the most exposed to fire. One solution to this problem is to apply a thin layer of modifier to the wood surface. This method makes it possible to create fire-resistant materials for construction, which helps to buy time to save people and property in a fire. Based on these data, the development of modified phosphorus-containing flame retardants was carried out, and a number of tests were carried out to prove their effectiveness.

Keywords: wood, modified wood, flame retardants, modified phosphorus-containing flame retardants

#### **References**

1. GOST 27484-87 Tests for fire hazard. Test methods. Needle flame burner tests
2. Pokrovskaya E. N., "Fire protection of wooden structures by modification in a thin surface layer" // Fires and emergencies: prevention, liquidation. - 2018. - No. 2. - With. 86-90.
3. Pokrovskaya EN, Preservation of monuments of wooden architecture with the help of organoelement compounds // M.: Izd-vo ASV. - 2009. - 136 p.
4. R.Stevens, D.S. Van Es, R.Berzemer, A.Kranenbarg, The structure-activity relationship of fire retardant phosphorus compounds in wood // Polym. Degrad. And Stab. - 2006. - Vol. 91. - No. 4. – P. 832-841.
5. Pokrovskaya E.N. Kobelev A.A. Fire protection of wood at the present stage / E.N. Pokrovskaya, B.B. Serkov, A.B. Sivenkov, A.A. Kobelev // Bulletin of the Academy of the State Fire Service. - 2007. - No. 7. - With. 76-85.
6. Aseeva, R.M. Combustion of wood and its fire hazardous properties [Text]: monograph / R.M. Aseeva, B.B. Serkov, A.B. Sivenkov. - Moscow: Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2010. - 262 p.
7. Pokrovskaya E.N., Kobelev A.A., Naganovsky Yu.K. Mechanism and efficiency of fire protection of phosphorus- and organosilicon systems for wood // Fire and explosion safety. No. 3. 2009. S. 44-48.
8. Pokrovskaya E.N., Obtaining biostable materials with surface modification of wood // Vestnik MGSU. - 2011. - No. 7. - With. 636-640
9. Roshchina S.I., Research of wood-composite structures using carbon nanotubes / S.I. Roshchina, P.B. Shokhin, M.S. Sergeev // Forest Journal. - 2013. - No. 3. - With. 189-192.
10. Teryaeva T.N., Kostenko O.V., Ismagilov Z.R., Shikina N.V., Rudina N.A., Antipova V.A. Physical and chemical properties of aluminosilicate hollow microspheres // Bulletin of the Kuzbass State Technical University. - 2013. - No. 5. - With. 86-90.
11. Leonovich A.A., Sheloumov A.V. Comparative analysis of the effectiveness of fire retardants on the example of wood materials. - St. Petersburg: 2017. - p. 161-171.