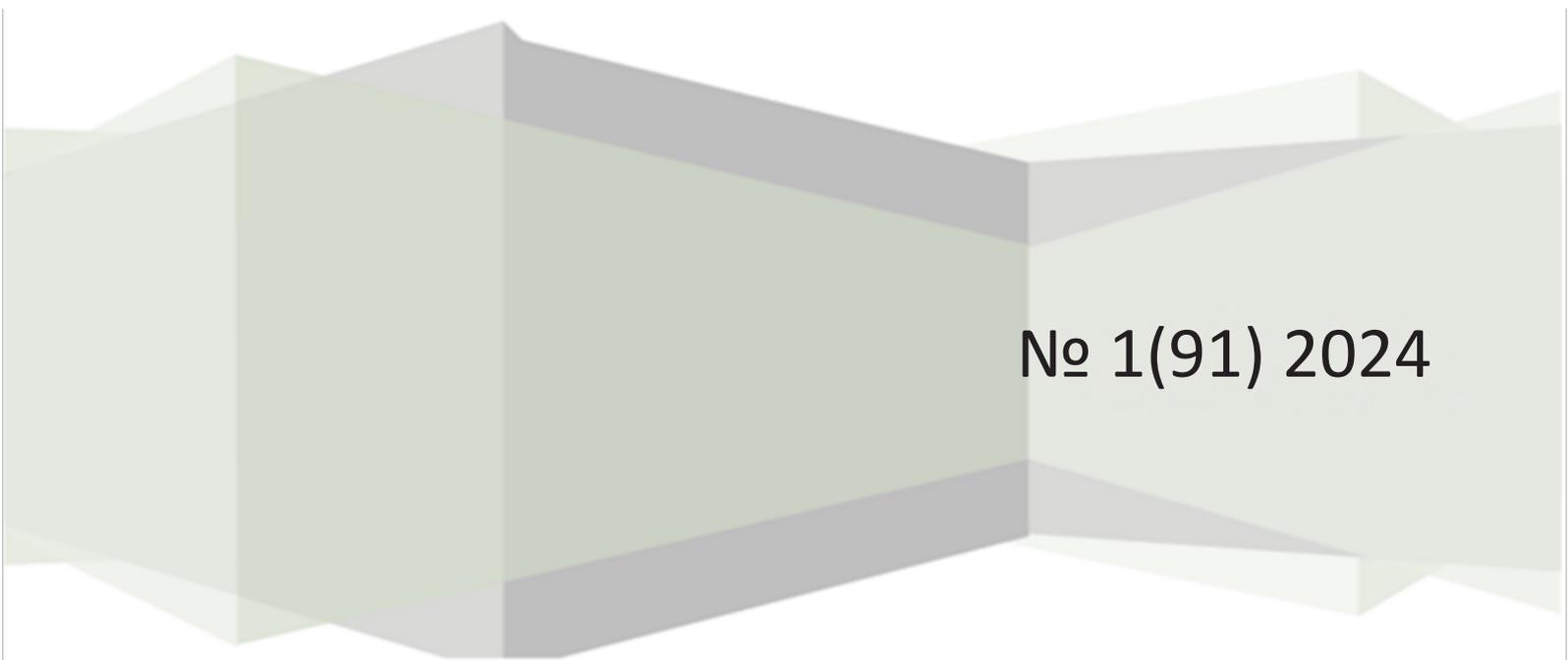


ISSN 1997-9347

# Components of Scientific and Technological Progress

*SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL*



No 1(91) 2024

Paphos, Cyprus, 2024

Journal "Components  
of Scientific and Technological  
Progress"  
is published 12 times a year

**Founder**  
Development Fund for Science  
and Culture  
Scientific news of Cyprus LTD

The journal "Components of Scientific  
and Technological Progress" is included  
in the list of HAC leading peer-reviewed  
scientific journals and publications  
in which the main scientific results  
of the dissertation for the degree  
of doctor and candidate of sciences  
should be published

**Chief editor**  
Vyacheslav Tyutyunnik

**Page planner:**  
Marina Karina

**Copy editor:**  
Natalia Gunina

**Director of public relations:**  
Ellada Karakasidou

**Postal address:**  
**1. In Cyprus:**  
8046 Atalanta court, 302  
Paphos, Cyprus  
**2. In Russia:**  
13 Shpalernaya St,  
St. Petersburg, Russia

**Contact phone:**  
(+357)99-740-463  
8(915)678-88-44

**E-mail:**  
tmbprint@mail.ru

Subscription index of Agency  
"Rospechat" No 70728  
for periodicals.

Information about published  
articles is regularly provided to  
**Russian Science Citation Index**  
(Contract No 124-04/2011R).

**Website:**  
<http://moofrnk.com/>

Editorial opinion may be different  
from the views of the authors.  
Please, request the editors'  
permission to reproduce  
the content published in the journal.

## ADVISORY COUNCIL

**Tyutyunnik Vyacheslav Mikhailovich** – Doctor of Technical  
Sciences, Candidate of Chemical Sciences, Professor, Director of  
Tambov branch of Moscow State University of Culture and Arts,  
President of the International Information Center for Nobel Prize,  
Academy of Natural Sciences, tel.: 8(4752)504600,  
E-mail: vmt@tmb.ru, Tambov (Russia)

**Bednarzhevsky Sergey Stanislavovich** – Doctor of Technical  
Sciences, Professor, Head of Department of Safety, Surgut State  
University, laureate of State Prize in Science and Technology,  
Academy of Natural Sciences and the International Energy Academy,  
tel.: 8(3462)762812, E-mail: sbed@mail.ru, Russia

**Voronkova Olga Vasilyevna** – Doctor of Economics, Professor,  
Academy of the Academy of Natural Sciences, tel.: 8(981)9720993,  
E-mail: voronkova@tambov-konfcentr.ru, St. Petersburg (Russia)

**Omar Larouk** – PhD, Associate Professor, National School  
of Information Science and Libraries University of Lyon,  
tel.: +0472444374, E-mail: omar.larouk@enssib.fr, Lyon (France)

**Wu Songjie** – PhD in Economics, Shandong Normal University,  
tel.: +86(130)21696101; E-mail: qdwucong@hotmail.com,  
Shandong (China)

**Du Kun** – PhD in Economics, Associate Professor, Department of  
Management and Agriculture, Institute of Cooperation of Qingdao  
Agrarian University, tel.: 8(960)6671587,  
E-mail: tambovdu@hotmail.com, Qingdao (China)

**Andreas Kyriakos Georgiou** – Lecturer in Accounting, Department of  
Business, Accounting & Finance, Frederick University,  
tel.: (00357) 99459477 E-mail: bus.akg@frederick.ac.cy, Limassol  
(Cyprus)

**Petia Tanova** – Associate Professor in Economics, Vice-Dean of  
School of Business and Law, Frederick University,  
tel.: (00357)96490221, E-mail: ptanova@gmail.com, Limassol  
(Cyprus)

**Sanjay Yadav** – Doctor of Philology, Doctor of Political Sciences,  
Head of Department of English, Chairman St. Palus College Science,  
tel.: 8(964)1304135, Patna, Bihar (India)

**Levanova Elena Alexandrovna** – Doctor of Education, Professor,  
Department of Social Pedagogy and Psychology, Dean of the Faculty  
of retraining for Applied Psychology, Dean of the Faculty of Pedagogy

and Psychology of the Moscow Social and Pedagogical Institute; tel.: 8(495)6074186, 8(495)6074513; E-mail: dekanmospi@mail.ru, Moscow (Russia)

**Petrenko Sergey Vladimirovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Mathematical Methods in Economics, Lipetsk State Pedagogical University, tel.: 8(4742)328436, 8(4742)221983, E-mail: viola@lipetsk.ru, viola349650@yandex.ru, Lipetsk (Russia)

**Tarando Elena Evgenievna** – Doctor of Economics, Professor of the Department of Economic Sociology, St. Petersburg State University, tel.: 8(812)2749706, E-mail: elena.tarando@mail.ru, St. Petersburg (Russia)

**Veress József** – PhD, Researcher in Information Systems Department, Business School of Corvinus University, tel.: 36 303206350, 36 1 482 742; E-mail: jozsef.veress@uni-corvinus.hu, Budapest (Hungary)

**Kochetkova Alexandra Igorevna** – Doctor of Philosophy and Cultural Studies (degree in organizational development and organizational behavior), PhD, Professor, Department of General and Strategic Management Institute of Business Administration of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, E-mail: dak6966@gmail.com, Moscow (Russia)

**Bolshakov Sergey Nikolaevich** – Doctor of Political Sciences, Doctor of Economics, Vice-Rector for Academic Affairs, Professor, Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin, tel.: 8(921)6334832, E-mail: snbolshakov@mail.ru, Syktyvkar (Russia)

**Gocłowska-Bolek Joanna** – Center for Political Analysis, University of Warsaw, tel. 48691445777, E-mail: j.gocłowska-bolek@uw.edu.pl, Warsaw (Poland)

**Karakasidou Ellada** – A&G, Kotanides LTD, Logistic, tel.: +99346270, E-mail: espavoellada9@gmail.com, Paphos (Cyprus)

**Artyukh Angelika Alexandrovna** – Doctor of Art History, Professor of the Department of Dramatic and Cinema Studies, St. Petersburg State University of Cinema and Television; tel.: +7(911)9250031; E-mail: s-melnikova@list.ru, St. Petersburg (Russia)

**Melnikova Svetlana Ivanovna** – Doctor of Art History, Professor, Head of the Department of Dramatic Art and Cinema Studies at the Screen Arts Institute of St. Petersburg State University of Cinema and Television; tel.: +7(911)9250031; E-mail: s-melnikova@list.ru, St. Petersburg (Russia)

**Marijan Cingula** – Tenured Professor, University of Zagreb, Faculty of Economics and Business, tel.: +385(95)1998925, E-mail: mcingula@efzg.hr, Zagreb (Croatia)

**Pukharenko Yury Vladimirovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Building Materials Technology and Metrology at St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences; tel.: +7(921)3245908; E-mail: tsik@spbgasu.ru, St. Petersburg (Russia)

**Przygoda Mirosław** – Dr. hab., Head of Institute of Economic Analysis and Planning, Department of Management, University of Warsaw, tel.: 225534167, E-mail: mirosławprzygoda@wp.pl, Warsaw (Poland)

**Recker Nicholas** – PhD, Associate Professor, Metropolitan State University of Denver, tel.: 3035563167, E-mail: nrecker@msudenver.edu, Denver (USA)

## Содержание

### *Строительные конструкции, здания и сооружения*

- Ванус Д.С., Голицын В.С., Бужынский М.С., Марченко Н.В.** Анализ вторичного использования строительных отходов железобетонных конструкций ..... 6
- Ванус Д.С., Наумова А.В.** Анализ влияния золы-уноса на прочность железобетонных конструкций ..... 11
- Мусиенко С.Ф., Ванус Д.С.** Актуальные проблемы долговечности сборных железобетонных конструкций в условиях вечной мерзлоты ..... 17

### *Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение*

- Альхататних А.Я., Михайличенко М.А., Кондауров П.П., Коноваленко А.А.** Анализ возможного способа газификации района AL. Jandawel (на примере г. Амман) ..... 22

### *Строительные материалы и изделия*

- Гуркин А.Ю.** Закономерности структурообразования цементного камня на основе карбонатсодержащих цементных композиций ..... 28

### *Технология и организация строительства*

- Забелина О.Б., Седов Д.С.** Исследование проблем технического и геотехнического мониторинга несущих конструкций отдельных видов монолитных работ в рамках научно-технического сопровождения строительства ..... 32
- Чернышова Т.В., Чернышова Е.А., Титков А.А.** Использование современных методов анализа и моделирования при оценке качества строительных материалов ..... 39

### *Архитектура зданий и сооружений.*

#### *Творческие концепции архитектурной деятельности*

- Ханани Махмуд И.М.** Принципы формирования устойчивой архитектуры жилого дома ..... 44

### *Управление жизненным циклом объектов строительства*

- Лapidус А.А., Янь Цзинцзин** Совершенствование строительного контроля при строительстве высотных зданий с использованием модели нейронной сети ..... 51

### *Финансы*

- Kolotovkin I.V.** Qualified Profit Taxation as an Alternative to the IT Tax Maneuver in the Russian Federation ..... 59

### *Менеджмент*

- Cesar Armando Nunez Esquivel** The New Digital Trends Applied to Management in Inter-Organizational and Shared Consumption Companies ..... 67

## Contents

### *Civil Structures, Buildings and Related Structures*

- Vanus D.S., Golitsyn V.S., Buzhynsky M.S., Marchenko N.V.** Analysis of Secondary Use of Construction Waste of Reinforced Concrete Structures ..... 6
- Vanus D.S., Naumova A.V.** Analysis of the Influence of Fly Ash on the Strength of Reinforced Concrete Structures ..... 11
- Musienko S.F., Vanus D.S.** Actual Problems of Durability of Precast Reinforced Concrete Structures in Permafrost Conditions..... 17

### *Heating, ventilation, air conditioning, gas supply and lighting*

- Alkhatatnikh A.Ya., Mikhailichenko M.A., Kondaurov P.P., Konovalenko A.A.** Analysis of a Possible Method of Gasification of the AL Jandawel Region (Using the Example of Amman)..... 22

### *Building materials and products*

- Gurkin A.Yu.** Patterns of Structure Formation of Cement Stone Based on Carbonate-Containing Cement Compositions ..... 28

### *Construction technology and management*

- Zabelina O.B., Sedov D.S.** Research of Problems of Technical and Geotechnical Monitoring of Load-Bearing Structures of Certain Types of Monolithic Works within the Framework of Scientific and Technical Support of Construction ..... 32
- Chernyshova T.V., Chernyshova E.A., Titkov A.A.** The Use of Modern Methods of Analysis and Modeling in Assessing the Quality of Building Materials..... 39

### *Architecture of buildings and structures.*

#### *Creative concepts of architectural activity*

- Khanani Mahmud I.M.** Principles for Building a Sustainable Residential Architecture ... 44

### *Life cycle management of construction objects*

- Lapidus A.A., Yan Jingjing** Improving Construction Control During the Construction of High-Rise Buildings Using a Neural Network Model..... 51

### *Finance*

- Колотовкин И.В.** Налогообложение квалифицируемой прибыли как альтернатива мерам налогового маневра в Российской Федерации ..... 59

### *Management*

- Сесар Армандо Нуньес Эскивель** Новые цифровые тенденции применительно к менеджменту в межорганизационных компаниях совместного потребления ..... 67

УДК 624.012.4-183.2

## Анализ вторичного использования строительных отходов железобетонных конструкций

Д.С. Ванус, В.С. Голицын, М.С. Бужынский, Н.В. Марченко

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный университет»,  
г. Москва (Россия)*

**Ключевые слова и фразы:** вторичное использование; железобетонные конструкции; строительные отходы.

**Аннотация.** Цель исследования – изучить возможности эффективной переработки и повторного использования отходов, возникающих при сносе железобетонных конструкций. Задачи исследования: рассмотреть различные методы анализа, оценки и классификации строительных отходов, особенностей их состава и структуры, оценить экологические и экономические выгоды вторичного использования строительных отходов, таких как сокращение объемов вывоза и захоронения отходов, снижение потребления природных ресурсов, а также снижение затрат на новые строительные материалы. Методы исследования: сравнительный, сопоставительный, аналитический. Гипотеза исследования: инновации, а также стандартизация и нормативное регулирование в области вторичного использования строительных отходов позволят повысить эффективность их применения. По результатам исследования отмечается важное значение переработки и вторичного применения отходов для развития устойчивой и экологически ответственной строительной индустрии, поощряя инновационные подходы к управлению строительными отходами и повторному использованию материалов.

В современном обществе вопросы устойчивого развития и эффективного использования ресурсов занимают центральное место в области строительства и градостроительства [4]. Одним из ключевых аспектов этой тенденции является анализ возможностей вторичного использования строительных отходов, особенно тех, которые возникают при демонтаже железобетонных конструкций. Этот процесс не только представляет собой вызов для индустрии, но и открывает новые перспективы в области устойчивого строительства.

В сфере управления строительными отходами ключевым аспектом является систематический анализ, оценка и классификация данных отходов. Эти процессы играют важную роль в понимании характеристик строительных отходов, их потенциала для вторичного ис-

пользования и эффективного управления в целях устойчивого развития [2].

Применение различных видов анализа к железобетонным конструкциям играет важную роль в эффективном управлении строительными отходами и повторном использовании материалов. Определение химического состава железобетона позволяет выделить основные компоненты, такие как цемент, вода, щебень и песок. Это важно при решении вопросов вторичного использования, так как чистота материала может влиять на его прочность и пригодность для переработки.

Изучение размерного распределения частиц в составе железобетона может помочь определить оптимальные методы измельчения и разделения бетонных и металлических компонентов при демонтаже и переработке. Анализ физических свойств бетона, таких как прочность, пористость и теплопроводность, важен для определения технических характеристик материала и его возможного использования в новых строительных проектах.

Оценка технологических возможностей извлечения и переработки компонентов железобетонной конструкции, таких как разделение арматуры и бетона, может помочь определить эффективные методы утилизации. Исследование экономической целесообразности демонтажа и переработки железобетонных конструкций, включая затраты и выгоды вторичного использования материалов, является важным компонентом управления отходами. Классификация отходов в зависимости от типа железобетонной конструкции (например, стены, фундаменты, балки) может помочь определить оптимальные методы их обработки и вторичного использования.

Не стоит оставлять без внимания оценку воздействия демонтажа железобетонных конструкций на окружающую среду, а также изучение потенциала уменьшения экологического следа при использовании вторичных материалов [4].

Эффективное применение этих видов анализа к железобетонным конструкциям помогает определить наилучшие методы и стратегии управления отходами, снижает воздействие на окружающую среду и способствует устойчивому развитию строительной индустрии.

В индустрии строительных материалов продолжается активное развитие технологий переработки отходов, возникающих при демонтаже железобетонных конструкций. Это включает в себя инновационные методы измельчения, сортировки и очистки материалов для их повторного использования в строительных проектах [1]. Стремление к внедрению стандартов и сертификации для вторичных строительных материалов способствует повышению доверия к их качеству и безопасности.

Наблюдается увеличение числа строительных проектов, включающих вторичные материалы, особенно величественных и заметных. Архитекторы и девелоперы все чаще рассматривают возможность включения устойчивых строительных материалов в свои проекты. Устойчивость и экоэффективность становятся ключевыми принципами в стратегиях строительных компаний и государственных органов. Вторичное использование железобетонных отходов вписывается в концепцию циркулярной экономики и содействует снижению экологического воздействия.

Вторичное использование строительных отходов приносит ряд экологических и экономических выгод, оказывая положительное воздействие на окружающую среду и бизнес-процессы. Так, оно позволяет снизить объемы отходов, которые отправляются на свалку или в утилизацию, что способствует сокращению негативного воздействия строительной отрасли на места захоронения и ограниченные свалки.

Использование вторичных строительных материалов уменьшает потребление природных ресурсов, таких как древесина, металлы и минеральные ресурсы. Данный процесс важен для сохранения природных экосистем и борьбы с истощением природных ресурсов.

Вторичные материалы часто требуют меньше энергии для их производства по сравнению с новыми материалами, что способствует снижению общих энергозатрат на строительство.

Использование вторичных материалов может существенно снизить затраты на приобретение новых строительных материалов. Это особенно актуально в условиях изменчивых цен на сырье и строительные материалы. Поскольку вторичные материалы могут быть произведены в непосредственной близости к месту стройки, это снижает затраты на их транспортировку, что также является экономической выгодой.

Развитие рынка вторичных строительных материалов способствует стимулированию инноваций в отрасли. Компании, ориентированные на вторичное использование материалов, могут выходить на новые рынки и разрабатывать новые продукты. В целом вторичное использование строительных отходов не только способствует устойчивому развитию, но и предоставляет значительные экономические преимущества для предприятий в строительной индустрии.

Продвинутые методы измельчения позволяют получать высококачественные строительные материалы из железобетонных отходов. Использование дробилок, шредеров и мельниц способствует созданию вторичных материалов, пригодных для дальнейшего строительства. Развиваются новые материалы, такие как биоцементы и инновационные связующие вещества, которые могут заменить традиционные составы. Эти материалы часто создаются с использованием вторичных ресурсов и способствуют снижению экологического воздействия.

В некоторых странах применяются инновационные технологии для переработки железобетонных отходов на месте строительства. Это позволяет сократить транспортные затраты и повысить устойчивость инфраструктурных проектов. В области 3D-печати строительных элементов активно исследуется возможность использования вторичных материалов. Это не только способствует устойчивости, но и открывает новые перспективы для быстрой и экономически эффективной конструкции.

Инженеры и ученые исследуют новые формы и структуры материалов, которые можно создать из рассматриваемого вида строительных отходов. Это может включать в себя инновационные дизайны для бетонных блоков, панелей и других строительных элементов. Применение цифровых технологий, таких как системы управления данными, может улучшить эффективность процессов переработки и использования материалов. Это включает в себя мониторинг и управление железобетонными отходами на всех этапах.

Исследования и разработки в области технологий переработки и применения отходов, возникающих при демонтаже железобетонных конструкций, продолжаются, и инновации в этой области имеют потенциал изменить подходы к строительству, делая их более устойчивыми и эффективными с точки зрения ресурсов.

Таким образом, вторичное использование железобетонных отходов представляет собой важную стратегию в рамках устойчивого развития строительной индустрии, что позволяет сокращать объемы отходов, снижать потребление природных ресурсов и оказывать положительное воздействие на экологию. Исследование различных технологий переработки отходов, возникающих при демонтаже железобетонных конструкций, выявило значительный потенциал в области эффективного разделения бетона и арматуры, создания инновационных связующих веществ и разработки новых форм и структур материалов. Отмечается необходимость разработки и соблюдения стандартов качества и безопасности для вторичных строительных материалов. Нормативное регулирование играет ключевую роль в обеспечении стабильности и устойчивости вторичного использования.

Анализ показал, что вторичное использование строительных отходов приносит значи-

тельные экологические выгоды, такие как сокращение объемов вывоза и захоронения отходов, снижение потребления природных ресурсов и минимизация выбросов парниковых газов. В то же время это способствует экономическим выгодам через снижение затрат на утилизацию и использование новых материалов. Соответственно, вторичное использование строительных отходов представляет собой перспективный и устойчивый подход, требующий комплексного подхода и соблюдения высоких стандартов качества и безопасности.

### Литература

1. Бедов, А.И. Вопросы утилизации отходов бетонного лома для получения крупного заполнителя в производстве железобетонных изгибаемых элементов / А.И. Бедов, Е.В. Ткач, А.А. Пахратдинов // Вестник МГСУ. – 2016. – № 7. – С. 91–100.
2. Задиранов, А.Н. Перспективы применения современных технологий при переработке строительных отходов / А.Н. Задиранов, М.Ю. Малькова, Т.Н. Нурмагомедов, П. Дхар // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2017. – № 2.
3. Киналь, А.В. Возможность переработки и повторного использования строительных материалов при ликвидации здания и сооружения / А.В. Киналь, А.Н. Поршакова // Форум молодых ученых. – 2018. – № 12–2(28).
4. Магсумов, А.Н. Использование бетонного лома в качестве крупного заполнителя для производства бетонных смесей / А.Н. Магсумов, Н.М. Шарипьянов // Символ науки. – 2018. – № 6. – С. 29–33.

### References

1. Bedov, A.I. Voprosy utilizatsii othodov betonnoho loma dlya polucheniya krupnogo zapolnitelya v proizvodstve zhelezobetonnyh izgibaemyh elementov / A.I. Bedov, E.V. Tkach, A.A. Pahratdinov // Vestnik MGSU. – 2016. – № 7. – S. 91–100.
2. Zadiranov, A.N. Perspektivy primeneniya sovremennyh tekhnologij pri pererabotke stroitelnyh othodov / A.N. Zadiranov, M.YU. Malkova, T.N. Nurmagomedov, P. Dhar // Vestnik RUDN. Seriya: Inzhenernye issledovaniya. – 2017. – № 2.
3. Kinal, A.V. Vozmozhnost pererabotki i povtornogo ispolzovaniya stroitelnyh materialov pri likvidatsii zdaniya i sooruzheniya / A.V. Kinal, A.N. Porshakova // Forum molodyh uchenyh. – 2018. – № 12–2(28).
4. Magsumov, A.N. Ispolzovanie betonnoho loma v kachestve krupnogo zapolnitelya dlya proizvodstva betonnyh smesey / A.N. Magsumov, N.M. SHaripyaynov // Simvol nauki. – 2018. – № 6. – S. 29–33.

---

### Analysis of Secondary Use of Construction Waste of Reinforced Concrete Structures

D.S. Vanus, V.S. Golitsyn, M.S. Buzhynsky, N.V. Marchenko

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow (Russia)*

**Key words and phrases:** construction waste; reinforced concrete structures; secondary use.

**Abstract.** The work is a study of the possibilities of efficient recycling and reuse of waste arising from the demolition of reinforced concrete structures. Various methods of analysis, evaluation and classification of construction waste, features of their composition and structure are considered. The author draws attention to the environmental and economic benefits of the secondary use of construction waste, such as reducing the volume of waste removal and disposal, reducing the consumption of natural resources, as well as reducing the cost of new construction materials. In addition, the issues of standardization and regulatory regulation in the field of secondary use of construction waste are being investigated. The importance of recycling and recycling of waste for the development of a sustainable and environmentally responsible construction industry is noted, encouraging innovative approaches to the management of construction waste and the reuse of materials.

---

© Д.С. Ванус, В.С. Голицын, М.С. Бужынский, Н.В. Марченко, 2024

УДК 624.012.4-183.2

## Анализ влияния золы-уноса на прочность железобетонных конструкций

Д.С. Ванус, А.В. Наумова

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва (Россия)*

**Ключевые слова и фразы:** железобетонные балки; зола-унос; изгибная прочность.

**Аннотация.** В данной статье особое внимание уделяется исследованию влияния золы-уноса на прочность железобетонных конструкций. Рассмотрено влияние золы-уноса при замене 40 % и 50 % объема портландцемента. Обнаружено, что при замещении части цемента золой-уносом для бетонов нормального твердения характерна более низкая прочность в ранние сроки по сравнению с бетонами без золы. Исследование влияния золы-уноса как нового побочного продукта, полученного в результате сухого и закрытого процесса разделения, в качестве замены цемента в бетоне. Частичная замена портландцемента твердыми побочными продуктами, такими как зола-унос или дополнительные вяжущие материалы и пластификаторы, придает огромное значение для разработки конструктивных бетонных смесей и их практического применения в строительстве, несмотря на незначительное снижение их эксплуатационных характеристик на ранней стадии по сравнению с эталонной смесью.

На сегодняшний день минеральные добавки являются неотъемлемой частью железобетонных конструкций. Применение добавок позволяет снизить содержание клинкерного цемента, модифицировать состав, повысить плотность структуры бетона и, как следствие, прочность и долговечность железобетонных конструкций. В настоящее время источником минеральных добавок для бетонов являются побочные отходы промышленности производств: тепловых электростанций, предприятий угледобычи, металлургии [1; 2].

Зола-унос представляет собой тонкодисперсный материал, состоящий, как правило, из частиц размером до 0,16 мм, образующийся в результате сжигания топлива ТЭЦ и отбираемый в сухом виде электрофильтрами. Нестабильность таких свойств, как химический и минеральный состав, пуццолановые свойства, форма и характер поверхности частиц, которые в свою очередь зависят от состава минеральной части топлива, режима сжигания, способа улавливания и удаления, не позволяет широко применять их в строительстве при производстве бетона.

При изготовлении бетонов золу-унос следует применять для экономии цемента и за-

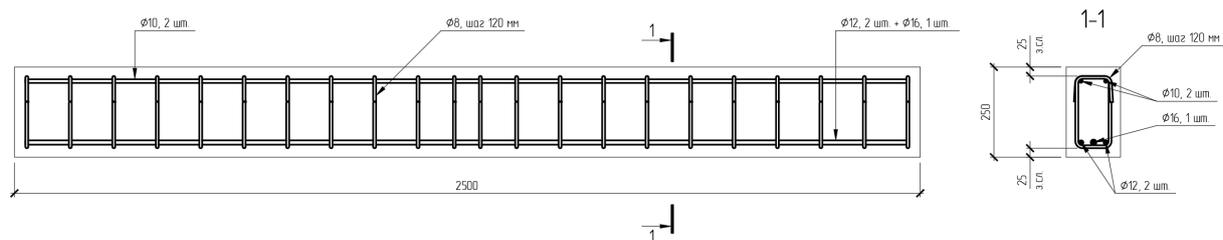


Рис. 1. Параметры железобетонной балки для испытаний

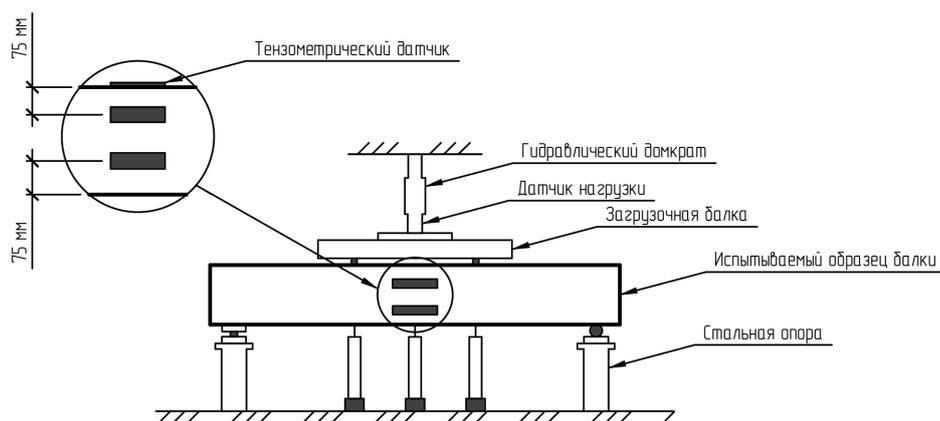


Рис. 2. Экспериментальная установка тестовых образцов

полнителей, а также для улучшения технологических свойств бетонов и железобетонных конструкций.

В зависимости от химического состава золы-уноса подразделяют на кислые и основные. Применение кислых зол в железобетонных конструкциях ограничивается в целях коррозионной стойкости арматуры [3].

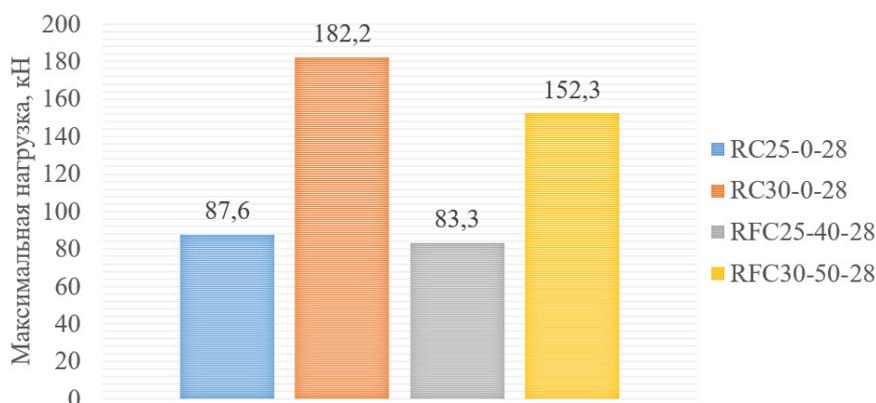
При введении в бетон взамен части цемента золы-уноса возрастает подвижность бетонной смеси, данный эффект связан с уменьшением внутреннего трения бетонной смеси благодаря сферическим частицам с гладкой остеклованной фактурой поверхности [4].

С течением времени разница в прочности бетонов с золой и без золы постепенно сокращается, а в поздние сроки твердения бетоны с умеренным содержанием золы приобретают прочность, равную прочности бетона без золы и даже превышающую ее.

Помимо исследований относительно бетонов с золой-уносом необходимо учитывать характер их взаимодействия с арматурой железобетонных конструкций.

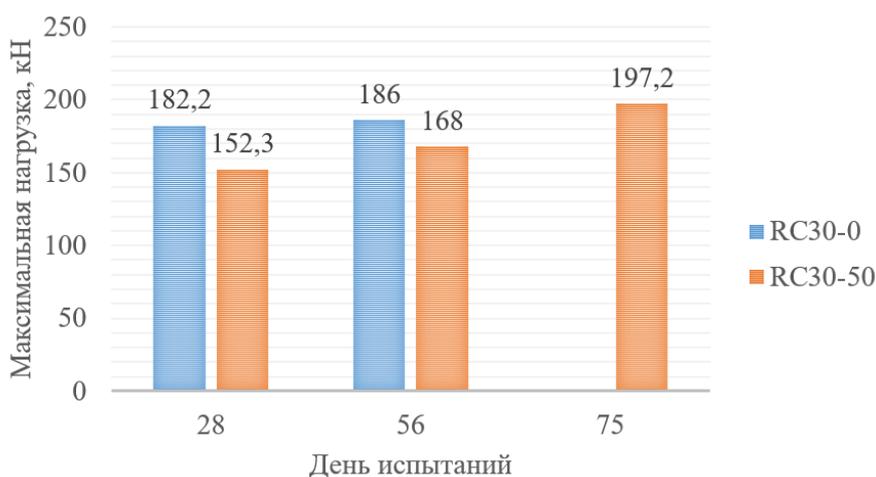
Для анализа влияния золы-уноса на изгибную прочность железобетонных конструкций была рассмотрена железобетонная балка с параметрами, указанными на рис. 1 [4; 5].

Было выявлено, что на 28 сутки максимальная нагрузка на образцы, изготовленные из марки бетона В25 без добавления золы-уноса, на 5,2 % больше максимальной нагрузки на образцы с добавлением золы-уноса 40 % от объема портландцемента; максимальная нагрузка на образцы, изготовленные без добавления золы-уноса из марки бетона В30, на 19,6 % больше максимальной нагрузки на образцы с добавлением золы-уноса 50 % от объема портландцемента [4; 6]. Проведено исследование работы железобетонных балок с добавлением золы-уноса и стальными волокнами при изгибе, 40 % цемента заменили



**Рис. 3.** Прочность образцов на изгиб:

RC25-0-28 – железобетонный образец марки бетона В25 без добавления золы-уноса при испытании на 28 день; RC30-0-28 – железобетонный образец марки бетона В30 без добавления золы-уноса при испытании на 28 день; RC25-40-28 – железобетонный образец марки бетона В25 с добавлением золы-уноса 40 % от объема портландцемента при испытании на 28 день; RC30-50-28 – железобетонный образец марки бетона В30 с добавлением золы-уноса 50 % от объема портландцемента при испытании на 28 день



**Рис. 4.** Прочность образцов на изгиб:

RC30-0 – железобетонный образец марки бетона В30 без добавления золы-уноса; RC30-50 – железобетонный образец марки бетона В30 с добавлением золы-уноса 50 % от объема портландцемента

золой-уносом. Испытывались три железобетонные балки, армированных стальной фиброй, и три балки без стальной фибры. Также была определена прочность на сжатие зольного бетона со стальной фиброй. Получено, что за счет добавления волокон в балку несущая способность увеличилась на 34,6 %.

При изучении экспериментальных данных испытаний образцов на разные сутки было выявлено увеличение максимальной нагрузки на железобетонный образец с добавлением золы-уноса 50 % на 22,8 % на 75 сутки по сравнению с образцом с добавлением золы-уноса 50 % на 28 сутки [4].

В случае гидротехнических сооружений, вступающих в эксплуатацию в более позднем возрасте, данный эффект не является недостатком. Для конструкций, быстро вводимых

в эксплуатацию, прочность бетона с золой в раннем возрасте может быть повышена применением цемента более высокой марки, использованием добавок-ускорителей твердения бетона, повышением активности золы помолом [5; 7].

При бетонировании массивных конструкций внутри бетонного массива за счет тепловыделения при гидратации цемента развиваются высокие температуры, что вызывает опасность термического растрескивания бетона, для чего проводятся мероприятия по охлаждению бетонного массива.

Существенным преимуществом бетона с золой-уносом является его пониженное тепловыделение при твердении. Большое значение для обеспечения долговечности массивных железобетонных конструкций имеет соблюдение условия сведения к минимуму температурного градиента между ядром и периферией массива в процессе саморазогрева бетона вследствие экзотермии цемента. Установлено, что при замене портландцемента золой-уносом ТЭС до 60 % температура бетона при твердении значительно снижается. Максимальный температурный градиент между центром массива и его периферией не превышает 6,3 °С [8; 9].

Результаты исследования [10] показали, что повышенная крупность золы-уноса позволяет улучшить удобоукладываемость бетонной смеси. Получено, что прочность на сжатие бетона с 25 % заменой цемента уже была равна эталонной смеси в возрасте 28 дней.

Выводы:

- 1) прочность железобетонных конструкций при добавлении золы-уноса ниже на 28 суток, чем без добавок, однако на 56 и 75 суток прочность железобетонных элементов с добавлением золы-уноса превосходит на 22,8 % прочность железобетонных элементов без добавления золы;
- 2) при увеличении процента заменяемой части портландцемента возрастает разница в прочности на 28 суток образцов;
- 3) обосновано дальнейшее исследование работы железобетонных конструкций с добавлением золы-уноса с учетом влияния на водонепроницаемость и коррозионную стойкость бетона.

## Литература

1. ГОСТ 25818-91. Золой-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия. – М., 1991. – 17 с.
2. Данилович, И.Ю. Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов : учеб. пособие для СПТУ / И.Ю. Данилович, Н.А. Сканави. – М. : Высшая школа, 1988. – 72 с.
3. Thangamani Bindhu, M.K. Flexural Behaviour of Reinforced Geopolymer Concrete Beams Using Fly Ash Partially Replaced with GGBS / M.K. Thangamani Bindhu, D.S. Ramachandra Murthy // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). – 2016. – Vol. 03. – Iss. 08.
4. Prabhu, V. Behavior of Steel Fiber Reinforced Concrete Beam Using Fly Ash / V. Prabhu, J. Rooby // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). – 2018. – Vol. 9. – Iss. 1. – P. 79–89.
5. Зайченко, Н.М. Бетоны с высоким содержанием золы для массивных железобетонных конструкций / Н.М. Зайченко, А.И. Сердюк // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2013. – № 1(99). – С. 137–144.
6. O'Reilly K.T. Degradation of Pentachlorophenol by Polyurethane-Immobilized

Flavobacterium Cells / K.T. O'Reilly, R.L. Crawford // Appl. Environ. Microbiol. – 1989. – Vol. 55(9). – P. 2113–2118.

7. Герасимова, Н.П. Зола уноса как сырье для производства бетонных блоков при решении экологической проблемы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ / Н.П. Герасимова // iPolytech Journal. – 2016. – № 6(113). – С. 122–127.

8. Урханова, Л.А. Высокопрочный бетон с использованием золы-уноса и микрокремнезема / Л.А. Урханова, В.Е. Розина // iPolytech Journal. – 2011. – № 10(57). – С. 97–100.

9. Изотов, В.С. Сохранность стальной арматуры в бетоне на смешанных вяжущих / В.С. Изотов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2004. – № 1(2). – С. 64–66.

10. De Maeijer, P.K. Effect of Ultra-Fine Fly Ash on Concrete Performance and Durability / P.K. De Maeijer, B. Craeye, R. Snellings, H. Kazemi-Kamyab, M. Loots, K. Janssens, G. Nuyts // Construction and Building Materials. – Elsevier. – 10 December 2020.

### References

1. GOST 25818-91. Zoly-unosa teplovyh elektrostantsij dlya betonov. Tekhnicheskie usloviya. – M., 1991. – 17 s.

2. Danilovich, I.YU. Ispolzovanie toplivnyh shlakov i zol dlya proizvodstva stroitelnyh materialov : ucheb. posobie dlya SPTU / I.YU. Danilovich, N.A. Skanavi. – M. : Vysshaya shkola, 1988. – 72 s.

5. Zajchenko, N.M. Betony s vysokim soderzhaniem zoly dlya massivnyh zhelezobetonnyh konstruktsij / N.M. Zajchenko, A.I. Serdyuk // Vestnik Donbasskoj natsionalnoj akademii stroitelstva i arhitektury. – 2013. – № 1(99). – S. 137–144.

7. Gerasimova, N.P. Zola unosa kak syre dlya proizvodstva betonnyh blokov pri reshenii ekologicheskoy problemy utilizatsii zoloshlakovyh othodov TETS / N.P. Gerasimova // iPolytech Journal. – 2016. – № 6(113). – S. 122–127.

8. Urhanova, L.A. Vysokoprochnij beton s ispolzovaniem zoly-unosa i mikro kremnezema / L.A. Urhanova, V.E. Rozina // iPolytech Journal. – 2011. – № 10(57). – S. 97–100.

9. Izotov, V.S. Sohrannost stalnoj armatury v betone na smeshannyh vyazhushchih / V.S. Izotov // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2004. – № 1(2). – S. 64–66.

---

### Analysis of the Influence of Fly Ash on the Strength of Reinforced Concrete Structures

D.S. Vanus, A.V. Naumova

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow (Russia)*

**Key words and phrases:** reinforced concrete beams; fly ash; flexural strength.

**Abstract.** This article pays special attention to the study of the influence of fly ash on the strength of reinforced concrete structures. The influence of fly ash when replacing 40 % and 50 % of the volume of Portland cement is considered. It was found that when part of the cement is replaced with fly ash, normal-hardening concrete is characterized by lower early strength

compared to concrete without ash. Study on the effect of fly ash as a new by-product obtained from a dry and closed separation process as a replacement for cement in concrete.

Partial replacement of Portland cement with solid by-products such as fly ash or additional cementitious materials and plasticizers is of great importance for the development of structural concrete mixtures and their practical application in construction, despite the slight reduction in their early performance characteristics compared to the reference mixture.

---

© Д.С. Ванус, А.В. Наумова, 2024

УДК 69

## Актуальные проблемы долговечности сборных железобетонных конструкций в условиях вечной мерзлоты

С.Ф. Мусиенко, Д.С. Ванус

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва (Россия)*

**Ключевые слова и фразы:** вечная мерзлота; долговечность; сборные железобетонные конструкции.

**Аннотация.** Цель данной статьи – исследовать современные проблемы, связанные с долговечностью сборных железобетонных конструкций в условиях вечной мерзлоты. Задачи работы: провести анализ влияния характерных особенностей мерзлотных грунтов на поведение и стойкость железобетонных элементов и обосновать необходимость разработки эффективных методов проектирования и строительства для преодоления этих проблем. Гипотеза исследования: на долговечность конструкций в условиях вечной мерзлоты влияют такие технические и технологические аспекты, как тепловые и гидравлические свойства грунтов, изменения в их механических характеристиках, а также воздействие таяния мерзлоты на физические свойства бетона. В процессе написания работы нашли применение сравнительный и аналитический методы исследования. По результатам работы были проанализированы предложенные решения и инновации в области материалов и технологий, которые могут повысить устойчивость сборных железобетонных конструкций в условиях вечной мерзлоты. Также особое внимание было уделено разработке новых строительных материалов и методов монтажа, способных минимизировать отрицательное воздействие мерзлотных процессов на долговечность сооружений.

Современное строительство в условиях вечной мерзлоты представляет собой сложную инженерную задачу, стоящую перед проектировщиками и строителями. Вечная мерзлота, характерная для значительных территорий в северных регионах, создает уникальные вызовы для долговечности и устойчивости строительных конструкций, особенно сборных железобетонных.

Цель данной работы – рассмотрение современных тенденций, проблем и перспектив в области проектирования и строительства сборных железобетонных конструкций в условиях

вечной мерзлоты, а также предложение конструктивных решений и инновационных подходов для повышения их долговечности и устойчивости.

Исследование современных проблем, связанных с долговечностью сборных железобетонных конструкций в условиях вечной мерзлоты, представляет собой актуальную область инженерных исследований, требующую глубокого понимания воздействия мерзлотных процессов на материалы и структуры [4]. Вечная мерзлота, присутствующая в арктических и субарктических регионах, создает уникальные вызовы для строительства, подчеркивая необходимость разработки инновационных подходов к проектированию и эксплуатации сооружений.

Одной из ключевых проблем является изменение физико-механических свойств грунтов под воздействием мерзлотных и оттаивающих процессов. Эти изменения могут существенно повлиять на устойчивость искусственных конструкций, особенно сборных железобетонных элементов, подвергнутых циклам замораживания и оттаивания [3]. Кроме того, таяние мерзлоты может привести к деформациям, трещинам и потере прочности материалов.

Важным аспектом исследования является также анализ влияния климатических изменений на условия строительства и эксплуатации. Расширение географии строительства в условиях вечной мерзлоты, вызванное изменением климата и раскрытием новых природных ресурсов, подчеркивает необходимость адаптации современных технологий и стандартов к уникальным условиям этих регионов.

Влияние характерных особенностей мерзлотных грунтов на поведение и стойкость железобетонных элементов представляет собой сложный инженерный вопрос, требующий глубокого анализа и разработки специализированных подходов к проектированию и строительству. Основные аспекты воздействия мерзлоты на железобетонные конструкции могут быть выделены следующим образом. Мерзлота обладает высокой теплопроводностью, что может вызывать неравномерное распределение тепла вокруг строительных элементов [2]. Это приводит к потере тепла из железобетонных конструкций, особенно при воздействии низких температур, что может ускорить процессы замораживания и оттаивания.

Изменения в гидравлических свойствах мерзлотных грунтов могут влиять на уровень воды в почве. Это, в свою очередь, может привести к изменениям в прочности и устойчивости железобетонных элементов из-за воздействия воды и процессов замерзания-таяния.

Мерзлотные процессы могут вызывать изменения в механических свойствах грунтов, таких как их уплотнение или разрыхление. Это может сказываться на несущей способности и устойчивости фундаментов и опорных структур.

Необходимость разработки эффективных методов проектирования и строительства для преодоления этих проблем подчеркивает важность комплексного подхода. Это включает в себя разработку инновационных строительных материалов, учет мерзлотных условий в процессе проектирования, а также применение новых технологий укладки и монтажа, специально адаптированных к особенностям климата с мерзлотными грунтами [4].

Исследования в этой области позволяют выявить оптимальные решения, обеспечивающие устойчивость и долговечность железобетонных конструкций в условиях вечной мерзлоты, что является ключевым аспектом в развитии инфраструктуры в северных регионах.

Актуальные технические и технологические аспекты, влияющие на долговечность конструкций в условиях вечной мерзлоты, представляют собой комплексный набор факторов, которые необходимо учитывать при проектировании и строительстве в этих уникальных климатических условиях.

Изучение тепловых характеристик мерзлотных грунтов является критическим аспектом. Эффективное управление теплотоками вокруг железобетонных конструкций не

только помогает предотвратить их замерзание, но и минимизирует воздействие процессов оттаивания на структуру грунтов.

Изменения в гидравлических свойствах мерзлотных грунтов могут влиять на распределение влаги в почве. Поддержание баланса влаги вокруг строительных элементов является важным для предотвращения деформаций и потери прочности. Процессы замораживания и оттаивания могут изменять механические свойства грунтов, влияя на их упругость, прочность и деформируемость. Это может повлиять на несущую способность фундаментов и других конструктивных элементов [5].

Момент таяния мерзлоты может вызывать расширение воды в порах бетона, что в свою очередь может привести к трещинам и потере прочности. Исследование и разработка бетонных смесей, способных справляться с такими нагрузками, становится важным аспектом повышения долговечности. Учитывая глобальные изменения климата, анализ влияния последствий на строительство в условиях вечной мерзлоты также важен. Предсказание изменений температурных режимов и адаптация строительных методов к новым условиям играют ключевую роль в обеспечении долговечности конструкций.

Решения и инновации в области материалов и технологий для повышения устойчивости сборных железобетонных конструкций в условиях вечной мерзлоты включают в себя следующие аспекты: разработка более эффективных теплоизоляционных материалов позволяет минимизировать теплопотери и предотвращать замерзание конструкций, использование высокотеплопроводящих материалов и инновационных теплоизоляционных слоев помогает создать эффективные барьеры против переноса тепла через грунт [2]. Также важным аспектом выступает разработка материалов, обеспечивающих высокую гидроизоляцию, помогает предотвращать негативное воздействие воды на бетонные конструкции в условиях оттепели. Это важно для сохранения прочности и долговечности бетона.

Внедрение систем теплового управления внутри строительных элементов может активно поддерживать тепло в конструкции, предотвращая ее замерзание и обеспечивая стабильные условия эксплуатации. Разработка технологий укладки и монтажа, учитывающих особенности мерзлотных грунтов, включает в себя оптимизированные методы закладки фундаментов, армирования и соединения элементов конструкций.

Применение систем мониторинга и обследования для постоянного контроля состояния конструкций в условиях вечной мерзлоты позволяет оперативно выявлять потенциальные проблемы и предпринимать меры по их предотвращению. Интеграция данных решений и инноваций в комплексный подход к проектированию и строительству сборных железобетонных конструкций в условиях вечной мерзлоты позволит значительно улучшить их устойчивость и долговечность в экстремальных климатических условиях [3].

Особое внимание должно быть уделено гидроизоляции и системам дренажа для предотвращения проникновения воды в конструкцию и управления влажностью в грунте. Внедрение систем мониторинга и регулярные обследования позволяют оперативно выявлять изменения в условиях и структуре конструкций.

Кроме того, важно осуществлять разработку специализированных методов монтажа, учитывающих изменения в мерзлотных грунтах и минимизирующих воздействие на окружающую среду. Обучение персонала работе в условиях вечной мерзлоты и обмен опытом с коллегами также являются важными элементами постоянного улучшения методов и процессов.

Также необходимы инновации, постоянный мониторинг и совместная работа в области проектирования и строительства, чтобы создать устойчивые сборные железобетонные конструкции, способные выдерживать экстремальные условия вечной мерзлоты.

### Литература

1. Ерофеев, В.Т. Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона : учеб. пособие / В.Т. Ерофеев, Е.П. Мазов [и др.]. – Саранск : Мордов. университет, 2002.
2. Красновский, Б.М. Инженерно-физические основы методов зимнего бетонирования / Б.М. Красновский. – М. : ГАСИС, 2004.
3. Макарова, А.И. Монолитное строительство в условиях крайнего Севера / А.И. Макарова // Научный журнал молодых ученых. – 2019. – № 2(15).
4. Мазов, Е.П. Методические рекомендации по технологии круглогодичного бетонирования монолитных зданий в термоактивных опалубках / Е.П. Мазов. – М. : ЦНИИПИ монолит, 1990.
5. Белоконь, А.Н. Система монолитного домостроения. Конструктивно-технологические решения / А.Н. Белоконь, В.А. Коссаковский, В.М. Рудой, Е.П. Мазов и др. – М. : ЦНИИЭП жилища, 1988.

### References

1. Erofeev, V.T. Vozvedenie zdaniy i sooruzhenij iz monolitnogo zhelezobetona : ucheb. posobie / V.T. Erofeev, E.P. Mazov [i dr.]. – Saransk : Mordov. universitet, 2002.
2. Krasnovskij, B.M. Inzhenerno-fizicheskie osnovy metodov zimnego betonirovaniya / B.M. Krasnovskij. – M. : GASIS, 2004.
3. Makarova, A.I. Monolitnoe stroitelstvo v usloviyah krajnego Severa / A.I. Makarova // Nauchnij zhurnal molodyh uchenyh. – 2019. – № 2(15).
4. Mazov, E.P. Metodicheskie rekomendatsii po tekhnologii kruglogodichnogo betonirovaniya monolitnyh zdaniy v termoaktivnyh opalubkah / E.P. Mazov. – M. : TSNIPI monolit, 1990.
5. Belokon, A.N. Sistema monolitnogo domostroeniya. Konstruktivno-tekhnologicheskie resheniya / A.N. Belokon, V.A. Kossakovskij, V.M. Rudoj, E.P. Mazov i dr. – M. : TSNIIEP zhilishcha, 1988.

---

### Actual Problems of Durability of Precast Reinforced Concrete Structures in Permafrost Conditions

S.F. Musienko, D.S. Vanus

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow (Russia)*

**Key words and phrases:** prefabricated reinforced concrete structures; durability; permafrost.

**Abstract.** The purpose of this article is to investigate modern problems related to the durability of precast reinforced concrete structures in permafrost conditions. Objectives of the work: to analyze the influence of the characteristic features of permafrost soils on the behavior and durability of reinforced concrete elements and to justify the need to develop effective design and construction methods to overcome these problems. Research hypothesis: the durability of structures in permafrost conditions is influenced by such technical and technological aspects as thermal and hydraulic properties of soils, changes in their mechanical characteristics, as

well as the effect of permafrost melting on the physical properties of concrete. In the process of writing the work, comparative and analytical research methods were used. Based on the results of the work, the proposed solutions and innovations in the field of materials and technologies that can increase the stability of precast reinforced concrete structures in permafrost conditions were analyzed. Special attention was also paid to the development of new building materials and installation methods that can minimize the negative impact of permafrost processes on the durability of structures.

---

© С.Ф. Мусиенко, Д.С. Ванус, 2024

УДК 62.764

## Анализ возможного способа газификации района AL. Jandawel (на примере г. Амман)

А.Я. Альхататних, М.А. Михайличенко, П.П. Кондауров,  
А.А. Коноваленко

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный  
технический университет»,  
г. Волгоград (Россия)*

**Ключевые слова и фразы:** газовые баллоны; газоснабжение; газотранспортная сеть; Иордания; надежность; пропан-бутан; сжиженный природный газ.

**Аннотация.** Цель статьи – рассмотреть экономически выгодную схему газоснабжения жилого района. Для этого была поставлена следующая задача: провести анализ различных схем газоснабжения и выбрать наиболее приемлемую для района AL. Jandawel, расположенного в городе Амман. В качестве гипотезы исследования был предложен способ, с помощью которого газоснабжение потребителей осуществлялось от резервуарных установок со сжиженным природным газом (СПГ). Поставленная задача решается газоснабжением потребителей СПГ с помощью применения резервуарных установок с естественным испарением, которые обеспечивают устойчивое газоснабжение потребителей. На основании имеющихся мощностей потребления газа были рассчитаны и приняты резервуарные установки, способные обеспечивать газом потребителей в течение 35 дней.

Для проведения анализа возможных способов газификации района AL. Jandawel, расположенного в городе Амман, следует учитывать различные аспекты, такие как доступность ресурсов, технические возможности и финансовая устойчивость. Один из способов, который мог бы быть использован для газификации районов городов, расположенных в Иордании, – это газоснабжение потребителей с помощью резервуарных установок. Для развития инфраструктуры и успешной газификации необходимо строительство газопроводов и газораспределительных сетей, которые позволят транспортировать природный газ в различные регионы страны.

Иордания может развивать сеть газопроводов, но это потребует капиталовложений, однако это будет способствовать обеспечению устойчивого и экономичного газоснабжения потребителей. На данный момент используются бутановые и пропановые баллоны для приготовления пищи, нагрева воды и обогрева помещений в холодный период года. Это более дешевая альтернатива строительству газопроводов, но она не обеспечивает устойчи-

	Влажность	Температура	Время
235	40.9	28	2022-06-10 ...
236	40.9	28	2022-06-10 ...
237	40.8	28	2022-06-10 ...
238	40.8	28	2022-06-10 ...
239	40.7	28	2022-06-10 ...
240	40.7	28	2022-06-10 ...

**Вывести данные**

Месяц: **Июнь**

**Вывести среднюю влажность за выбранный месяц**

Средняя влажность %: **40.49**

**Вывести среднюю температуру за выбранный месяц**

Средняя температура С: **28.49**

**Вывести максимальную влажность за выбранный месяц**

Максимальная влажность %: **45.2**

**Вывести максимальную температуру за выбранный месяц**

Максимальная температура С: **32**

**Вывести минимальную влажность за выбранный месяц**

Минимальная влажность %: **36.3**

**Вывести минимальную температуру за выбранный месяц**

Минимальная температура С: **27**

Соединение установлено

Рис. 1. Общий вид клиентского приложения

чивого газоснабжения потребителей.

Для успешной газификации населенных пунктов Иордании необходимо учитывать местные особенности, экономическую устойчивость и потребности населения при разработке программы газификации. Необходимо провести детальное исследование, чтобы определить оптимальный способ для каждого населенного пункта и обеспечить эффективное и устойчивое газоснабжение.

Для примера газификации с помощью резервуарной установки выберем жилые дома, расположенные в районе AL. Jandawel города Амман. Для этого вначале определим теплоту сгорания и плотность газа.

Теплота сгорания газовых смесей, т.е. количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании газа при нормальных физических условиях, определяется в соответствии с правилом аддитивности по составу газа и теплоте сгорания компонента,  $\text{кДж/м}^3$ :

$$Q_i^e = y_1 Q_1^r + y_2 Q_2^r + \dots + y_n Q_n^r,$$

где  $y_1, y_2, \dots, y_n$  – массовые (объемные) доли компонентов, входящих в состав газа;  $Q_1^r$ ,

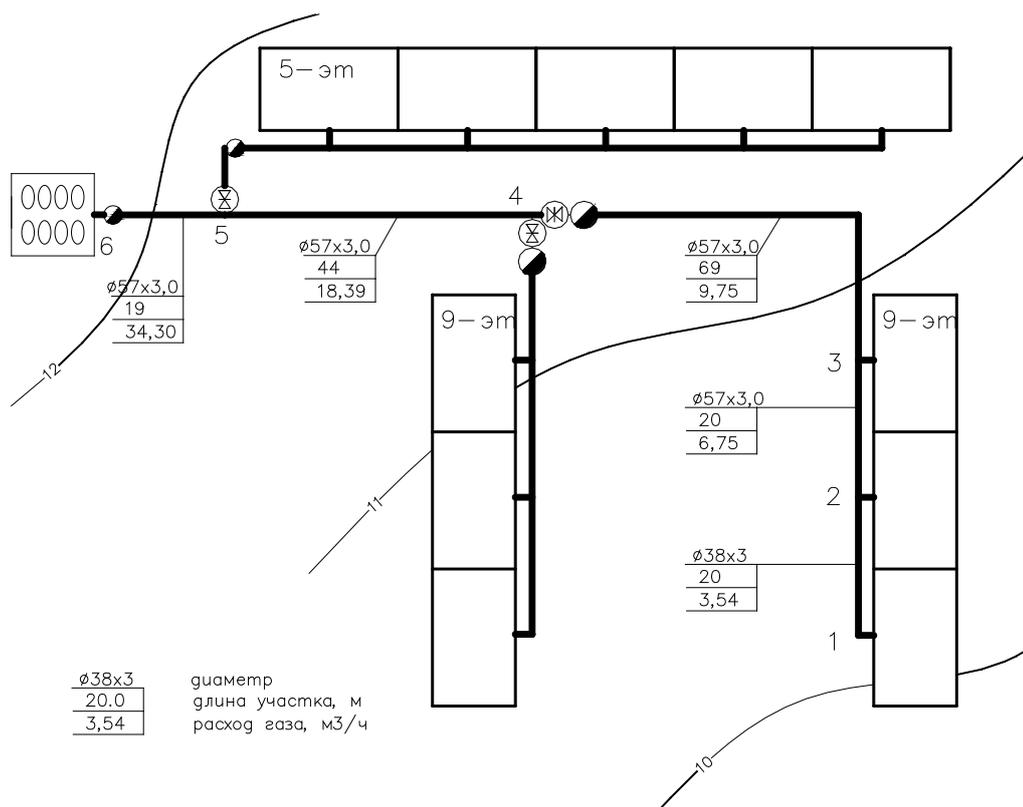


Рис. 1. Расчетная схема газопроводов низкого давления

$Q_2^r, \dots, Q_n^r$  – теплота сгорания горючих компонентов, кДж/м<sup>3</sup>.

Плотность смеси определяется в соответствии с правилом аддитивности по составу газа и теплоте сгорания компонента и равна, кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho_{см} = y_1 \rho_1^r + y_2 \rho_2^r + \dots + y_n \rho_n^r = 2,274 \text{ кг/м}^3,$$

где  $\rho_1^r, \rho_2^r, \dots, \rho_n^r$  – плотность компонентов смеси, кг/м<sup>3</sup>.

В пятиэтажных домах предусматриваем установку проточных водонагревателей и газовых плит, в девятиэтажных – только газовых плит. Номинальный расход газа каждым прибором определяется по паспортным характеристикам с учетом номинальной тепловой мощности, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{ном.} = Q \times 3600 / Q_l^e,$$

где  $Q_l^e$  – низшая теплота сгорания топлива, равная 101974 кДж/м<sup>3</sup>;  $Q$  – тепловая мощность прибора (паспортная), кВт.

Расчетный расход газа (тепловая мощность горелок стола пятиконфорочной плиты 16,6 кВт и основной горелки духового шкафа 0,09 кВт/дм<sup>3</sup>) составит:

$$q_{ном.} = 0,58 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчетный расход газа на участке определяется по формуле:

**Таблица 1.** Определение расчетных расходов газа по участкам квартального газопровода

Номер участка	Ассортимент приборов	Количество квартир	Расход газа, $q_{ном} \cdot n_p$ , $M^3/ч$	Коэффициент одновременно-сти, $K_{sim}$	Расчетный расход газа, $Q_d^h$ , $M^3/ч$
1–2	ПГ-4	13	3,87	0,48	1,86
2–3	ПГ-4	26	7,74	0,392	3,03
3–4	ПГ-4	39	11,61	0,345	4,0
4–5	ПГ-4	18	23,22	0,28	6,5

**Таблица 2.** Определение ориентировочных диаметров

Участок	Расход газа, $M^3/ч$	Ориентировочный диаметр, см	Принятый диаметр газопровода $\times$ толщину стенки, мм
Расчетная магистраль			
1–2	1,86	1,06	38 $\times$ 3,0
2–3	3,03	1,19	38 $\times$ 3,0
3–4	4	1,25	38 $\times$ 3,0
4–5	6,5	1,9	38 $\times$ 3,0

**Таблица 3.** Гидравлический расчет внутриквартальных газопроводов

№ участка	Длина участка, м		Расход газа $Q_d^h$ , $M^3/ч$	Диаметр $d \times \delta$ , мм	Действительные потери давления	
	действительная, $l_d$	расчетная, $l_p$			удельные, $\Delta P_{уд.}$ , Па/м	на участке, $\Delta P_{уч.}$ , Па
Расчетная магистраль						
1–2	3	3,3	1,86	38 $\times$ 3,0	0,25	0,82
2–3	3,5	3,85	2,03	38 $\times$ 3,0	0,2	0,77
3–4	6	6,6	4	38 $\times$ 3,0	2	13,2
4–5	5	5,5	6,5	38 $\times$ 3,0	2,5	13,75
	Сумма 17,5 м	19,25				$\Sigma 29 < 1000$

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m K_{sim} q_{ном} \cdot n_p, M^3/ч.$$

Квартальная сеть газопроводов низкого давления разбивается на отдельные участки. Расчетная схема приведена на рис. 1. За расчетную ветвь принимаем наиболее нагруженную и протяженную ветвь от точки 6 у испарительного отделения резервуарной установки до точки 1.

Результаты расчета расходов газа сведены в табл. 1.

Расчетный внутренний диаметр газопровода следует предварительно определять по

формуле:

$$\Delta P_{уд.} = \Delta P_{доп.} / 1,1L.$$

Подбор ориентировочных диаметров сводим в табл. 2.

В табл. 3 приведем гидравлический расчет внутриквартального газопровода.

Рассчитаем резервуарную установку с естественным испарением. Число суток между очередными заправками резервуаров:

$$Z = V_s / V_{сут.} = 35,4 \text{ сут.}$$

То есть для обеспечения домов нужно установить 3 резервуара, которые будут обеспечивать газом потребителей в течение 35 дней.

Учитывая все вышесказанное, можно сделать вывод, что эффективным способом газификации является централизованная газификация СПГ. Альтернативным вариантом может стать переход населения на автономную газификацию, а в перспективе при строительстве магистрального газопровода – переход на централизованную газификацию. Для реализации данного варианта будет необходима небольшая реконструкция системы с учетом разных свойств газового топлива.

### Литература

1. Chernikov, S.Yu. The Current State of Russia – EU Energy Relations / S.Yu. Chernikov, E.A. Degtereva // Science prospects. – 2016. – No. 5(80). – P. 25–28.
2. Прошутинский, А.О. Определение допустимых потерь давления газа при гидравлическом расчете газораспределительных сетей / А.О. Прошутинский // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2016. – № 1(76). – С. 54–56.
3. Адамян, В.Л. Проблемы флегматизации газозвоздушной смеси в резервуарах хранения нефтепродуктов / В.Л. Адамян, Г.А. Сергеева, А.В. Дрокин, О.С. Галушкин, А.А. Елманов // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2017. – № 4(91). – С. 7–9.
4. Усадский, Д.Г. Исследование тепловой мощности горелок бытового газоиспользующего оборудования / Д.Г. Усадский // Научный обозреватель. – 2017. – № 2(74). – С. 74–75.

### References

2. Proshutinskij, A.O. Opredelenie dopustimyh poter davleniya gaza pri gidravlicheskom raschete gazoraspredeletelnyh setej / A.O. Proshutinskij // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2016. – № 1(76). – S. 54–56.
3. Adamyan, V.L. Problemy flegmatizatsii gazovozdushnoj smesi v rezervuarah hraneniya nefteproduktov / V.L. Adamyan, G.A. Sergeeva, A.V. Drokin, O.S. Galushkin, A.A. Elmanov // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2017. – № 4(91). – S. 7–9.
4. Usadskij, D.G. Issledovanie teplovoj moshchnosti gorelok bytovogo gazoispolzuyushchego oborudovaniya / D.G. Usadskij // Nauchnij obozrevatel. – 2017. – № 2(74). – S. 74–75.

## Analysis of a Possible Method of Gasification of the AL Jandawel Region (Using the Example of Amman)

A.Ya. Alkhatatnikh, M.A. Mikhailichenko, P.P. Kondaurov, A.A. Konovalenko

*Volgograd State Technical University,  
Volgograd (Russia)*

**Key words and phrases:** gas cylinders; gas supply; gas transmission network; liquefied natural gas; Jordan; reliability; propane-butane.

**Abstract.** The purpose of the article is to consider an economically advantageous gas supply scheme for a residential area. To do this, the following task was set – to analyze various gas supply schemes and choose the most appropriate one for the AL. Jandawel district located in the city of Amman. As a hypothesis of the study, a method was proposed by which gas supply to consumers was carried out from tank installations with liquefied natural gas (**LNG**). The task is solved by gas supply to LNG consumers through the use of tank installations with natural evaporation, which ensure a stable gas supply to consumers. Based on the available gas consumption capacities, tank installations capable of providing consumers with gas for 35 days were calculated and adopted.

---

© А.Я. Альхататних, М.А. Михайличенко, П.П. Кондауров, А.А. Коноваленко, 2024

УДК 69

## Закономерности структурообразования цементного камня на основе карбонатсодержащих цементных композиций

А.Ю. Гуркин

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный университет»,  
г. Москва (Россия)*

**Ключевые слова и фразы:** карбонатсодержащие цементные композиции; структурообразование; цементный камень.

**Аннотация.** Цель работы – исследование закономерностей структурообразования цементного камня с использованием карбонатсодержащих цементных композиций. Задачи работы: рассмотреть основные аспекты формирования структуры цементного материала при взаимодействии с карбонатсодержащими соединениями, исследовать результаты экспериментальных исследований и провести анализ влияния конкретных параметров композиций на морфологию и свойства образующегося цементного камня. Гипотеза исследования: особую важность в современный период имеет решение вопросов, связанных с оптимизацией составов цементных смесей с целью достижения оптимальных структурных характеристик, а также перспективы применения полученных результатов в строительной индустрии. Материалы и методы: сравнение, сопоставление, анализ, синтез. По результатам исследования сделан вывод, что разработки, посвященные структурообразованию цементного камня с использованием карбонатсодержащих компонентов, представляют собой актуальную и востребованную область, обусловленную стремлением к инновациям в строительстве и созданию материалов с улучшенными характеристиками.

Цементный камень является ключевым строительным материалом, широко применяемым в различных отраслях строительной индустрии. Оптимизация его структуры и свойств играет важную роль в обеспечении прочности, долговечности и устойчивости конструкций [4]. В последние десятилетия особое внимание уделяется использованию карбонатсодержащих цементных композиций, представляющих собой перспективный путь улучшения характеристик цементных материалов.

Научные исследования в области структурообразования цементного камня с использованием карбонатсодержащих компонентов являются актуальными и востребованными. Эти композиции представляют собой инновационный подход к улучшению характеристик цементных материалов, таких как прочность, устойчивость к агрессивным средам и уменьшение воздействия на окружающую среду.

Работы, посвященные структурообразованию цементного камня с использованием карбонатсодержащих компонентов, представляют собой важную и актуальную область в современной строительной науке и промышленности [2]. Карбонатсодержащие цементные композиции представляют собой новый и инновационный подход к созданию строительных материалов. Их использование может привести к разработке материалов с улучшенными свойствами, что важно для современных требований к строительству.

Композиции с карбонатами могут обладать повышенной устойчивостью к агрессивным средам, таким как коррозия или воздействие химически агрессивных веществ. Это также важно для осуществления строительных работ в зонах с экстремальным климатом, где материалы подвергаются высокой влажности или химическим воздействиям.

Использование карбонатсодержащих композиций может снизить воздействие строительных процессов на окружающую среду, что соответствует современным требованиям к устойчивому строительству и заботе об экологии [3]. Отдельные исследования также направлены на оптимизацию производственных процессов и материалов, что может привести к энергосбережению и снижению затрат на производство цементных материалов.

Основные аспекты формирования структуры цементного материала при взаимодействии с карбонатсодержащими компонентами представляют собой важный объект исследований, направленных на оптимизацию свойств цементного камня. Взаимодействие цементных композиций с карбонатсодержащими компонентами оказывает существенное влияние на структурные характеристики и механические свойства образующегося материала. Важным представляется изучение взаимодействия цемента с карбонатсодержащими компонентами в процессе гидратации [5]. Гидратация цемента представляет собой химическую реакцию, приводящую к образованию гидратов, в то время как карбонатация – процесс абсорбции углекислого газа из окружающей среды.

Анализ морфологии цементного камня при взаимодействии с углеродатами позволяет определить структурные особенности и форму частиц. Это важно для понимания механических свойств и устойчивости материала к внешним воздействиям. Также важно исследовать конкретные компоненты карбонатсодержащих цементных композиций, их концентрацию и соотношение, влияющие на формирование структуры цементного материала.

Кроме того, целесообразно провести оценку механических свойств цементного камня после взаимодействия с карбонатсодержащими компонентами, включая прочность, упругость и долговечность, и рассмотреть влияние взаимодействия цементных композиций с карбонатсодержащими компонентами на экологические характеристики материала и его устойчивость к долговременным воздействиям.

Исследование указанных аспектов имеет ключевое значение для разработки новых строительных материалов с улучшенными характеристиками, а также для оптимизации процессов производства, снижения негативного воздействия на окружающую среду и создания более устойчивых конструкций [1].

Результаты экспериментальных исследований подтверждают, что конкретные параметры композиций карбонатсодержащих цементных материалов оказывают значительное влияние на морфологию и свойства образующегося цементного камня. Так, при увеличении концентрации карбонатов в цементной композиции наблюдается изменение морфо-

логии частиц и увеличение плотности структуры. Это влияет на механические свойства материала, особенно на его прочность.

Анализ представленных параметров позволяет не только лучше понять механизмы формирования структуры цементного камня при взаимодействии с карбонатсодержащими компонентами, но и определить оптимальные условия для получения материала с желаемыми свойствами. Полученные результаты имеют важное значение для инженеров и производителей строительных материалов, поскольку они обеспечивают базу для разработки более эффективных и устойчивых конструкций.

В ходе специальных исследований акцент был сделан на оптимизации составов цементных смесей с целью достижения оптимальных структурных характеристик цементного камня. Результаты экспериментов позволяют выделить несколько ключевых стратегий оптимизации.

1. Определение оптимальных доз карбонатов в цементной смеси, которые обеспечивают не только желаемые морфологические изменения, но и улучшение характеристик прочности и устойчивости материала.

2. Оптимизация отношения вода/цемент и времени гидратации для достижения оптимальной структуры цементного камня и предотвращения нежелательных явлений, таких как трещины или неоднородности.

3. Введение дополнительных вяжущих материалов, способствующих формированию более плотной и прочной структуры.

4. Разработка оптимальных температурных режимов, способствующих эффективной гидратации и карбонатации при минимальных энергозатратах.

Перспективы применения полученных результатов в строительной индустрии фокусируются на ряде аспектов. Например, использование карбонатсодержащих цементных композиций может способствовать снижению экологического воздействия, поскольку они частично заменяют традиционные компоненты с более низким содержанием углерода. Оптимизированные составы цементных смесей могут улучшить производственные процессы, снизить затраты на энергию и сырьевые материалы [2]. Разработка материалов с оптимальными структурными характеристиками открывает новые перспективы для создания более прочных, легких и устойчивых конструкций.

Таким образом, разработки, посвященные структурообразованию цементного камня с использованием карбонатсодержащих компонентов, представляют собой актуальную и востребованную область, обусловленную стремлением к инновациям в строительстве и созданию материалов с улучшенными характеристиками.

В целом исследования в рассматриваемой области представляют собой важный вклад в развитие строительной науки и практики, обеспечивая перспективы для улучшения материалов и методов строительства в соответствии с современными требованиями и стандартами.

## Литература

1. Гуркин, А.Ю. Применение карбонатных пород при производстве цемента для повышения экономической эффективности строительства / А.Ю. Гуркин // Московский экономический журнал. – 2020. – № 2.

2. Медяник, Ю.В. Исследование характера новообразований цементного камня при твердении в присутствии карбонатсодержащего наполнителя / Ю.В. Медяник // Известия КазГАСУ. – 2013. – № 4(26).

3. Марданова, Э.И. Многокомпонентные цементы с добавками из местного минерального сырья : автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Э.И. Марданова. – Казань, 1995. – 23 с.
4. Морева, И.В. Способ получения гипсового вяжущего с карбонатсодержащей добавкой / И.В. Морева, В.В. Медяник, Е.Н. Самохина, Ю.А. Соколова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2007. – № 6. – С. 37–40.
5. Тараканов, О.В. Формирование микроструктуры наполненных цементных материалов / О.В. Тараканов, Е.О. Тараканова // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 8. – С. 13–16.

### References

1. Gurkin, A.YU. Primenenie karbonatnyh porod pri proizvodstve tsementa dlya povysheniya ekonomicheskoy effektivnosti stroitelstva / A.YU. Gurkin // Moskovskij ekonomicheskij zhurnal. – 2020. – № 2.
2. Medyanik, YU.V. Issledovanie haraktera novoobrazovaniy tsementnogo kamnya pri tverdenii v prisutstvii karbonatsoderzhashchego napolnitelya / YU.V. Medyanik // Izvestiya KazGASU. – 2013. – № 4(26).
3. Mardanova, E.I. Mnogokomponentnye tsementy s dobavkami iz mestnogo mineralnogo syrja : avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk / E.I. Mardanova. – Kazan, 1995. – 23 s.
4. Moreva, I.V. Sposob polucheniya gipsovogo vyazhushchego s karbonatsoderzhashchej dobavkoj / I.V. Moreva, V.V. Medyanik, E.N. Samohina, YU.A. Sokolova // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitelstvo. – 2007. – № 6. – S. 37–40.
5. Tarakanov, O.V. Formirovanie mikrostruktury napolnennyh tsementnyh materialov / O.V. Tarakanov, E.O. Tarakanova // Inzhenerno-stroitelnij zhurnal. – 2009. – № 8. – S. 13–16.

---

### Patterns of Structure Formation of Cement Stone Based on Carbonate-Containing Cement Compositions

A.Yu. Gurkin

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow (Russia)*

**Key words and phrases:** cement stone; structure formation; carbonate-containing cement compositions.

**Abstract.** This article is devoted to the study of the regularities of the structure formation of cement stone using carbonate-containing cement compositions. The paper considers the main aspects of the formation of the structure of cement material in interaction with carbonate-containing compounds. The author examines the results of experimental studies, analyzes the influence of specific parameters of compositions on the morphology and properties of the resulting cement stone.

---

© А.Ю. Гуркин, 2024

УДК 69.059.22

**Исследование проблем технического  
и геотехнического мониторинга  
несущих конструкций  
отдельных видов монолитных работ  
в рамках научно-технического  
сопровождения строительства**

О.Б. Забелина, Д.С. Седов

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный университет»,  
г. Москва (Россия)*

**Ключевые слова и фразы:** контроль качества армирования; контроль качества бетонных работ; научно-техническое сопровождение строительства; технический мониторинг строительства.

**Аннотация.** Актуальность исследования обусловлена неуклонно растущими темпами и объемами строительства в России. Для объектов, имеющих повышенный уровень ответственности, класса КС-3 в соответствии с действующим законодательством на всех этапах жизненного цикла объектов строительства должно вестись научно-техническое сопровождение (НТС) [1]. На этапе строительства НТС включает в себя процессы технического сопровождения/мониторинга и геотехнического мониторинга. Цель данного исследования – выявить основные проблемные моменты, возникающие при техническом сопровождении (ТС) в процессе проведения работ по устройству железобетонных конструкций (арматурные и монолитные работы), в рамках НТС, а также при геотехническом мониторинге возводимых и возведенных конструкций. Объект исследования – научно-техническое сопровождение строительства. Предмет исследования – технический и геотехнический мониторинг процесса монолитных работ и их результата. В ходе исследования проведен теоретический анализ существующей нормативной документации и практики проведения технического и геотехнического мониторинга монолитных работ при строительстве объектов на всех стадиях. В результате исследования выявлены основные проблемы технического мониторинга, в частности качества и технологии проведения монолитных работ, контроля их качества, и даны рекомендации по устранению возможных дефектов

и/или оптимизации производственных процессов.

Для обеспечения механической безопасности объектов КС-3, обеспечения их качества, технологичности и надежности научно-техническое сопровождение строительства (**НТСС**) проводится в течение всего жизненного цикла создания объекта. НТСС – это комплекс работ и мероприятий, включающий в себя техническое, научно-методическое, информационное, организационно-правовое и т.п. обеспечение [4]. Обязательными процедурами НТСС являются в том числе технический мониторинг (**ТМ**), геотехнический мониторинг (**ГТМ**) строительства. ТМ и ГТМ позволяют своевременно либо заранее выявить непроектные перемены, напряженно-деформированное состояние (**НДС**) конструкций здания, отступления от утвержденных проектных решений, которые могут привести к аварийным ситуациям, своевременно разработать комплекс мероприятий по устранению причин избыточного НДС, включая технические решения и методологические подходы [2]. ТМ состоит из визуального и инструментального контроля, регистрации изменений контролируемых параметров и их отклонений от предельно допустимых значений, а также своевременное выявление отступлений от утвержденных проектных решений.

При проведении мониторинга приоритетными являются:

- 100 % визуально-инструментальный контроль состояния возводимых и возведенных конструкций;
- фиксация выявляемых дефектов различными методами (различными средствами измерения, включая правила, маяки-трещиномеры, рулетки, дальнометры и т.п., автоматизированные системы и прочие средства, позволяющие фиксировать какие-либо габаритные параметры), при этом обязательными являются фотофиксация и протоколирование получаемых значений;
- периодические наблюдения геодезическими методами вертикальных и горизонтальных перемещений геодезических маяков и марок, устанавливаемых на конструкциях возводимого объекта, данные работы выполняются при помощи электронных нивелиров, тахеометров, сканирующих тахеометров, 3D-сканеров и фотограмметрии.

Для сбора полных сведений об объекте мониторинга на этапе проектирования, но до начала строительных работ должны быть сформулированы и уточнены состав, объемы, периодичность, сроки и методы работ, применительных к объекту, и разработана специальная программа работ. Программа работ учитывает все особенности объекта, индивидуальные специфики, технологии производства работ, климатические и геологические условия района строительства и т.п. Результаты ТМ, ГТМ и НТСС представляются в виде промежуточных отчетов после первого и каждого последующего цикла контроля (измерений), а также итоговых отчетов.

Для непрерывной диагностики состояния строительных конструкций применяют автоматизированную стационарную систему мониторинга технического состояния (**СМИК**). Она позволяет в режиме реального времени автоматически выявлять и фиксировать любые изменения НДС конструкций с локализацией опасных участков, а также другие их параметры.

При проведении мониторинга основное внимание уделяется состоянию основания, фундаментов и несущих конструкций (в том числе железобетонному каркасу) объекта. Наблюдение при необходимости ведется и за фасадными системами и элементами ограждающих конструкций. Особо ответственными элементами объектов, в частности, являются узлы крепления конструкций и места их сопряжения, а также основные конструкции каркаса.



Рис. 1. Схема состава работ по техническому мониторингу

Таблица 1. Контролируемые параметры при техническом мониторинге

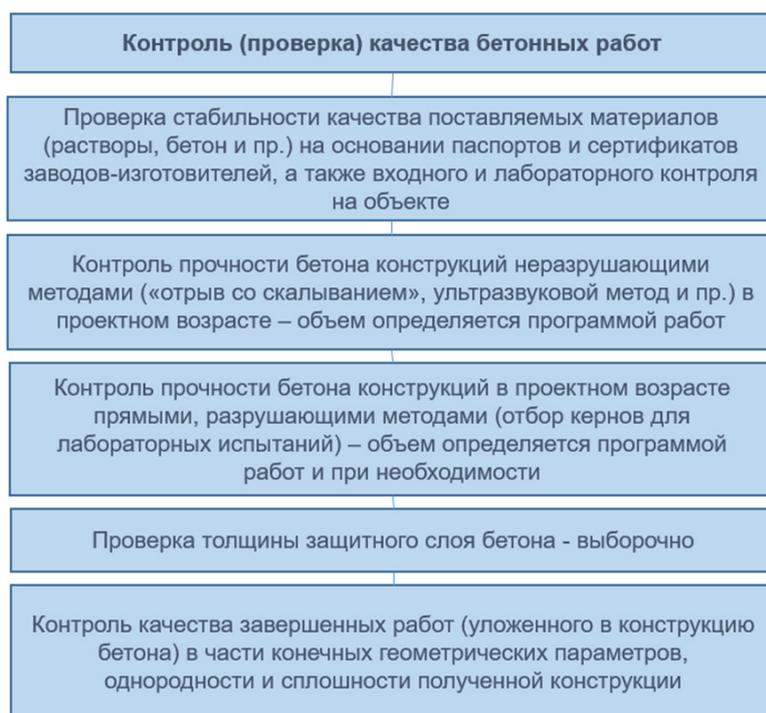
№ п/п	Контролируемые параметры	Вид контроля
1	Вертикальные перемещения (осадки) и относительные разности осадок фундаментов	В рамках работ по геотехническому мониторингу
2	Отклонения от вертикали (крены) вертикальных несущих конструкций железобетонного каркаса	Геодезическими методами в рамках работ по геотехническому мониторингу
3	Горизонтальные (в т.ч. крены) перемещения верхней части здания	Геодезическими методами в рамках работ по техническому и геотехническому мониторингу
4	Фактическое положение конструкций, деталей, элементов и пр.	В рамках работ по техническому мониторингу
5	Фактические характеристики конструкций и материалов, их качество (марка класс бетона, арматуры, металла и пр.)	В рамках работ по техническому мониторингу
6	Напряжения основания и возведенных конструкций (фундаменты, колонны, перекрытия)	Система мониторинга технического состояния инженерных конструкций, либо геотехнический мониторинг, выполняемые по специально разработанному проекту

На рис. 1 представлена блок-схема общего состава работ по техническому сопровождению и мониторингу, а в табл. 1 – контролируемые параметры и методы осуществления контроля.

Периодичность и объем фиксации контролируемых параметров определяется программой работ, разрабатываемой на основании проектного решения и в строгом соответствии с требованиями законодательства и нормативно-технических документов. ТМ и ГТМ проводятся на постоянной основе, а их состав и периодичность зависят от темпов производства строительно-монтажных работ. Состав и периодичность ГТМ определяется программой работ, но, согласно нормативным требованиям [3], он проводится не реже одного раза в месяц на этапе строительства объекта, а также после его возведения.

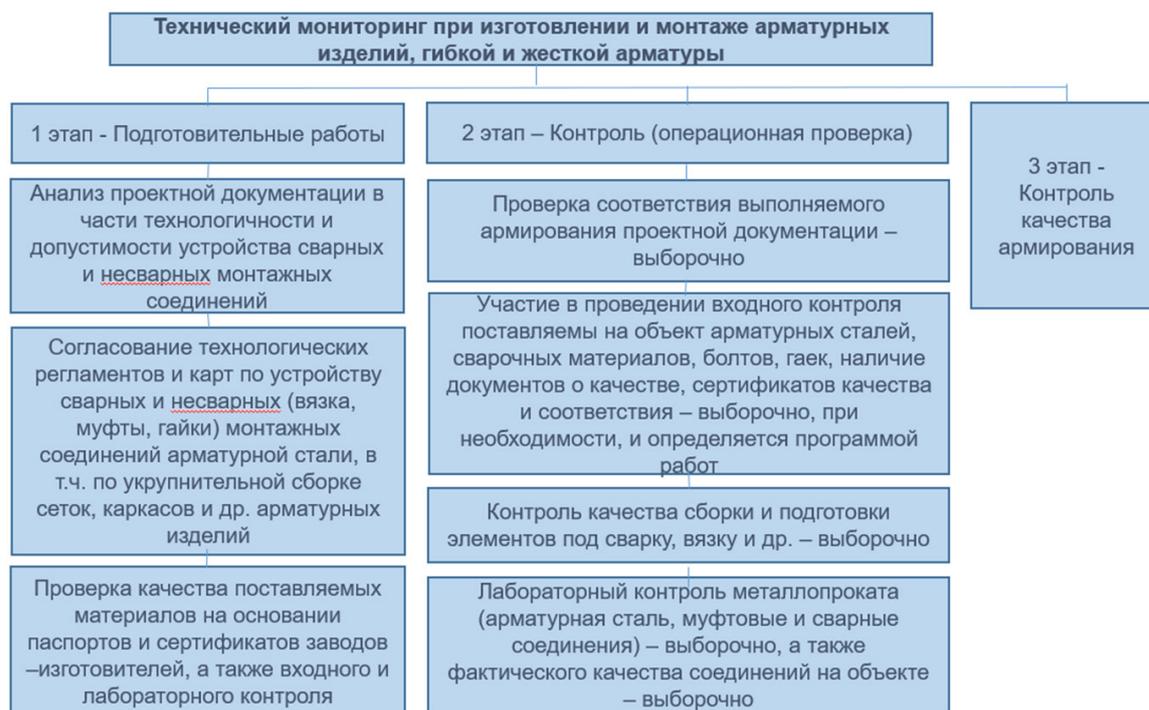


**Рис. 2.** Этапы технического мониторинга бетонных работ



**Рис. 3.** Составляющие контроля качества бетонных работ

Технический мониторинг бетонных работ осуществляют в составе ТС и НТС и он состоит из несколько этапов: подготовительные работы, визуально-инструментальный кон-



**Рис. 4.** Этапы технического мониторинга при изготовлении и монтаже арматурных изделий

троль возводимой/устраиваемой конструкции, итоговый контроль качества возведенной конструкции (рис. 2).

На рис. 3 представлены операции осуществления контроля качества бетонных работ. Количество контролируемых участков зависит от количества захваток бетонирования, определяется нормативными требованиями и соответствующей программой работ [5–7].

ТМ арматурных работ осуществляют в составе ТС и НТС при изготовлении и монтаже арматурных изделий и жесткой арматуры (металлопроката), ТМ включает в себя этапы, представленные на следующей схеме (рис. 4).

Следует отметить, что НТСС в целом и отдельные виды работ в его составе не отменяет обязательность осуществления строительного контроля участниками строительного процесса, а также соблюдения всех требований нормативно-технической документации. Важной составляющей ТС и ТМ строящегося объекта, влияющей на качество, скорость и оперативность получения соответствующих результатов, является автоматизация процессов на всех этапах жизненного цикла строительства. СМИК, конечно, существенно облегчает сбор и обработку результатов и позволяет вовремя выявить изменение состояний конструкций и принять соответствующие предупредительные меры. Однако в целом процедура осуществления автоматического технического мониторинга в РФ еще до конца не проработана.

В рамках проведенного анализа строительных процессов и изучения вопроса качества выполняемых при возведении зданий и сооружений работ, мониторинга и последующего решения возникающих «непроектных» и «ненормативных» ситуаций, можно выделить следующие проблемы.

1. Стремление заказчиков к снижению прямых затрат путем уменьшения расходов на возведение объекта.

2. Несогласованность некоторых нормативных актов и правил. В настоящее время со стороны Минстроя только согласовывается новый норматив – СП «Научно-техническое сопровождение инженерных изысканий, проектирования и строительства зданий и сооружений. Общие положения», который, возможно, устранил существующие разночтения в нормативных документах.

3. Недостаточность и зачастую некомпетентность строительного и технического контроля, осуществляемого на объекте службами подрядных организаций и заказчиков.

4. Небрежное выполнение работ специалистами подрядных организаций.

5. Человеческий фактор.

Для решения вышеозначенных проблем можно рекомендовать следующее:

1) постоянное повышение квалификации специалистов организаций, выполняющих те или иные виды работ, осуществляющих соответствующие функции и пр.;

2) повышение экономической эффективности проекта не за счет снижения затрат на специалистов, а за счет увеличения темпов и качества выполняемых работ;

3) организация и внедрение механизмов внешнего контроля (контроля третьей стороны) за качеством выполняемых работ и возводимых конструкций;

4) внутренний аудит и перепроверка корректности проектной документации на всех этапах ее разработки;

5) применение НТС при инженерных изысканиях, проектировании, изготовлении, возведении и сносе конструкций, а также технического мониторинга при возведении, эксплуатации, реконструкции, капитальном ремонте или сносе объектов любого класса, а не только КС-3, как того требует действующее законодательство.

## Литература

1. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.

2. ГОСТ 31937. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.

3. МРДС 02-08. Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных.

4. Лapidус, А.А. Научно-техническое сопровождение изысканий, проектирования и строительства как обязательный элемент достижения требуемых показателей проекта / А.А. Лapidус // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14. – Вып. 11. – С. 1428–1437. – DOI: 10.22227/1997-0935.2019.11.1428-1437.

5. Забелина, О.Б., Леонов Д.В. Совершенствование процессов зимнего бетонирования монолитных строительных конструкций / О.Б. Забелина, Д.В. Леонов // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2019. – № 11(122). – С. 10–14.

6. Zabelina, O.B. Arrangement of Quality Control of Concrete and Reinforced Concrete Pile Foundations / O.B. Zabelina // AIP Conference Proceedings. – 2022. – Vol. 2559. – No. 060017. – DOI: 10.1063/5.0099401.

7. Zabelina, O.B. Application of Non-Destructive Methods of Control within the Inspection of Concrete Structures / O.B. Zabelina // E3S Web of Conferences. – 2021. – Vol. 258. – No. 09007. – DOI: 10.1051/e3sconf/202125809007.

## References

1. GOST 27751-2014. Nadezhnost stroitelnyh konstruktsij i osnovanij. Osnovnyye

polozheniya.

2. GOST 31937. Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya.

3. MRDS 02-08. Posobie po nauchno-tekhnicheskomu soprovozhdeniyu i monitoringu stroyashchihsya zdaniy i sooruzhenij, v tom chisle bolsheproletnyh, vysotnyh i unikalnyh.

4. Lapidus, A.A. Nauchno-tekhnicheskoe soprovozhdenie izyskanij, proektirovaniya i stroitelstva kak obyazatelnyj element dostizheniya trebuemyh pokazatelej proekta / A.A. Lapidus // Vestnik MGSU. – 2019. – T. 14. – Vyp. 11. – S. 1428–1437. – DOI: 10.22227/1997-0935.2019.11.1428-1437.

5. Zabelina, O.B., Leonov D.V. Sovershenstvovanie protsessov zimnego betonirovaniya monolitnyh stroitelnyh konstruksij / O.B. Zabelina, D.V. Leonov // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2019. – № 11(122). – S. 10–14.

---

**Research of Problems of Technical and Geotechnical Monitoring  
of Load-Bearing Structures of Certain Types of Monolithic Works  
within the Framework of Scientific and Technical Support of Construction**

O.B. Zabelina, D.S. Sedov

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow (Russia)*

**Key words and phrases:** technical monitoring of construction; scientific and technical support; quality control of concrete work; quality control of reinforcement.

**Abstract.** The relevance of the study is due to the steadily growing pace and volume of construction in Russia. For objects with an increased level of responsibility, class KS-3, in accordance with current legislation, scientific and technical support (**STS**) must be provided at all stages of the life cycle of construction projects [1]. During the construction phase, the STS includes the processes of technical support/monitoring and geotechnical monitoring. The purpose of this study is to identify the main problematic issues that arise during technical support in the process of carrying out work on the installation of reinforced concrete structures (reinforcement and monolithic work) within the framework of scientific and technical support, as well as during geotechnical monitoring of erected and erected structures. The object of the study is scientific and technical support of construction. The subject of the study is technical and geotechnical monitoring of the process of monolithic works and their results. During the study, a theoretical analysis of existing regulatory documentation and the practice of technical and geotechnical monitoring of monolithic works during the construction of objects at all their stages was carried out. As a result of the study, the main problems of technical monitoring were identified in terms of the quality and technology of monolithic work, their quality control, and recommendations were given for eliminating possible defects and/or optimizing production processes.

---

© О.Б. Забелина, Д.С. Седов, 2024

УДК 69

## Использование современных методов анализа и моделирования при оценке качества строительных материалов

Т.В. Чернышова, Е.А. Чернышова, А.А. Титков

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»;  
ООО «Научно-исследовательский инженерный центр «Синтез»;  
ООО «ВашЭксперт»,  
г. Москва (Россия)*

**Ключевые слова и фразы:** анализ; моделирование; оценка качества; современные методы; строительные материалы.

**Аннотация.** Цель исследования – изучить особенности оценки качества строительных материалов с использованием современных методов анализа и моделирования. Задачи исследования: рассмотреть современные методы и инструменты, такие как компьютерное моделирование, нанотехнологии, спектроскопия, рентгеновская дифрактометрия и другие, которые позволяют более точно и эффективно проводить анализ и оценку качества строительных материалов, а также определить наиболее эффективные направления деятельности в рассматриваемом аспекте.

Методы исследования: сравнительный, сопоставительный, аналитический.

Гипотеза исследования: строительные материалы играют ключевую роль в обеспечении надежности и долговечности строительных конструкций, поэтому их качество имеет огромное значение.

По результатам исследования сделан вывод, что использование современных методов анализа и моделирования открывает новые возможности и перспективы для строительной индустрии, способствуя улучшению качества материалов, повышению безопасности и долговечности конструкций, а также снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Оценка качества строительных материалов – ключевой аспект в области строительства, который напрямую влияет на надежность, долговечность и безопасность строи-

тельных конструкций. Современная индустрия строительства сталкивается с постоянным ростом требований к материалам, в том числе к их экологической устойчивости, эффективности и срокам службы [4]. Используемые сегодня технологии предоставляют возможности для более глубокого и точного анализа строительных материалов, и это открывает новые перспективы для их усовершенствования и инноваций.

В связи с растущей осознанностью экологических проблем, требования к строительным материалам стали строже. Стройматериалы, изготовленные с учетом требований «зеленых» технологий, которые имеют низкий уровень вредных выбросов и более длительный срок службы, становятся все более востребованными. Это подразумевает не только оценку физических свойств материалов, но и их воздействие на окружающую среду [1].

Современные строительные проекты становятся все более сложными и требуют более эффективных материалов, чтобы сократить сроки и затраты на строительство. Эффективность материалов также связана с их теплоизоляцией, звукоизоляцией, прочностью и другими характеристиками. Долговечность строительных материалов становится все более важным аспектом, поскольку она напрямую влияет на стоимость обслуживания и замены конструкций. С развитием научных и технологических достижений появляются новые строительные материалы, создаваемые на основе нанотехнологий или других передовых методов производства. Их оценка и сравнение с традиционными материалами также является важным аспектом оценки качества. Следовательно, для успешной адаптации к этим вызовам и обеспечения безопасности и долговечности строительных объектов необходимо постоянно совершенствовать методы оценки качества строительных материалов, что, в свою очередь, способствует развитию более инновационных и устойчивых строительных решений. Рассмотрим такие методы более подробно.

Компьютерное моделирование позволяет инженерам предсказывать физические свойства строительных материалов, такие как прочность, теплопроводность, устойчивость к коррозии, тепловое расширение и многие другие. Модели могут создаваться на основе математических уравнений, которые описывают поведение материалов в различных условиях [2]. Моделирование может использоваться для оптимизации производственных процессов строительных материалов, что позволяет улучшить их качество и снизить затраты. Также оно помогает сократить время и затраты на физические испытания и тестирование материалов, так как многие аспекты могут быть предсказаны и изучены в виртуальной среде. Кроме того, рассматриваемая технология позволяет исследовать безопасность материалов и конструкций, предсказывая и анализируя их поведение в различных ситуациях [5].

Спектроскопия – еще один метод анализа – использует различные спектральные методы для анализа химического состава материалов, такие как инфракрасная, ультрафиолетовая спектроскопия и ядерно-магнитный резонанс. Она позволяет определить наличие и концентрацию различных компонентов и загрязнителей в строительных материалах.

Так, инфракрасная спектроскопия использует инфракрасное излучение для анализа химических связей в материалах. Каждое химическое соединение обладает уникальным инфракрасным спектром, что позволяет идентифицировать различные соединения в образце. Инфракрасная спектроскопия часто используется для анализа органических материалов. Посредством применения данного метода можно определить содержание в том или ином материале различных химических элементов и их химическое состояние.

Рентгеновская спектроскопия полезна для анализа состава минералов и металлических материалов [3].

Флуоресцентная спектроскопия использует флуоресцентное излучение образцов при

облучении их светом определенной длины волны. Она может использоваться для определения содержания определенных элементов и молекулярных соединений.

Рентгеновская дифрактометрия используется для анализа кристаллической структуры материалов. С ее помощью можно определить параметры кристаллической решетки и выявить дефекты или неоднородности в структуре материалов. Это мощный метод анализа кристаллических материалов, который предоставляет информацию о структуре и параметрах кристаллической решетки.

Рентгеновская дифрактометрия позволяет определить параметры кристаллической решетки материала, такие как расстояния между атомами, углы между решеточными плоскостями и объем элементарной ячейки, что важно для полного понимания структуры материала. Также данный метод позволяет идентифицировать различные кристаллические фазы в образце. Это полезно при анализе сложных материалов, в которых присутствуют различные структуры. Рентгеновская дифрактометрия может выявлять дефекты и неоднородности в кристаллической структуре материала, такие как дислокации, включения и деформации решетки. Это важно для понимания прочности и механических свойств материала. Также рассматриваемый метод может использоваться для определения ориентации кристаллических зерен в материале, для мониторинга структурных изменений в материале под воздействием различных факторов, таких как температура, давление или внешние нагрузки [4]. Рентгеновская дифрактометрия является неотъемлемой частью анализа кристаллических материалов и важным инструментом для исследования и контроля качества строительных материалов, особенно когда структура и параметры кристаллической решетки играют решающую роль в их свойствах и производительности.

Такие методы, как сканирующая электронная микроскопия и оптическая микроскопия, позволяют исследовать микроструктуру материалов на микроскопическом уровне, что необходимо для выявления дефектов, трещин, пор и других аномалий, которые могут влиять на качество материалов. Микроскопия является важным методом анализа, который позволяет исследовать микроструктуру строительных материалов на микроскопическом уровне. Рассматриваемый метод позволяет обнаруживать и анализировать детали и дефекты, которые могут быть невидимы невооруженным глазом, но могут существенно влиять на качество и производительность материалов [1].

Оптическая микроскопия позволяет исследовать микроструктуру материалов, включая зерна, поры, трещины и другие дефекты. Это полезно для контроля качества и оценки состояния поверхности материалов. Сканирующая электронная микроскопия (**SEM**) и трансмиссионная электронная микроскопия (**TEM**) используют электроны вместо видимого света для увеличения образцов, что дает возможность исследовать структуру на атомарном и молекулярном уровне. SEM позволяет анализировать поверхность материалов, в то время как TEM позволяет проникать внутрь образцов и исследовать их внутреннюю структуру.

Микроскопия широко применяется в производственных процессах для контроля качества строительных материалов и обнаружения дефектов на ранних стадиях производства, а также играет важную роль в исследованиях новых материалов и наноструктур, что способствует разработке более эффективных и инновационных строительных материалов.

Молекулярное моделирование позволяет моделировать взаимодействие молекул в материалах на атомарном уровне. Оно представляет собой компьютерный метод, который позволяет создавать виртуальные модели взаимодействия атомов и молекул в материалах. Этот метод может использоваться для более глубокого понимания химических и физических свойств строительных материалов и предсказания их поведения при различных

условиях [5].

Молекулярное моделирование позволяет исследовать молекулярную структуру материалов, включая расположение атомов и молекул внутри материала. Моделирование может использоваться для оценки структурных изменений в материалах под воздействием внешних факторов, таких как температурные колебания, нагрузки и воздействие агрессивных сред. Также данный метод может помочь оптимизировать производственные процессы, так как он позволяет лучше понимать химические реакции и взаимодействия во время производства материалов. Молекулярное моделирование играет важную роль в исследовании и разработке строительных материалов, так как оно предоставляет глубокое понимание молекулярных и атомарных взаимодействий, что способствует развитию инноваций в области [2].

Искусственный интеллект (ИИ) может использоваться для непрерывного мониторинга состояния материалов в реальном времени. Это важно для выявления потенциальных проблем и предотвращения аварий. Так, используя данные о поведении материалов в различных условиях, ИИ может помочь в прогнозировании срока службы конструкций и материалов, что способствует планированию процессов обслуживания и замены [5].

Таким образом, использование современных методов анализа и моделирования при оценке качества строительных материалов представляет собой ключевой аспект в развитии строительной индустрии, которая сталкивается с постоянно меняющимися требованиями к материалам, включая экологическую устойчивость, эффективность и долговечность. Соответственно, имеется необходимость постоянного совершенствования методов оценки качества строительных материалов.

Современные методы анализа и моделирования, такие как компьютерное моделирование, спектроскопия, рентгеновская дифрактометрия, микроскопия, нанотехнологии, молекулярное моделирование и использование искусственного интеллекта играют важную роль в оценке и улучшении качества материалов.

В целом использование современных методов анализа и моделирования открывает новые возможности и перспективы для строительной индустрии, способствуя улучшению качества материалов, повышению безопасности и долговечности конструкций, а также снижению негативного воздействия на окружающую среду.

## Литература

1. Васильева, Е.Ю. Значение и перспективы применения инновационных материалов и технологий в жилищном строительстве / Е.Ю. Васильева // Вестник МГСУ. – 2022. – № 11. – С. 1586–1593.
2. Лемешкин, А.В. Инновационные методы контроля качества в строительстве: новые возможности и технологии / А.В. Лемешкин // Экономика строительства. – 2023. – № 5.
3. Сычева, И.В. Использование информационного моделирования как инструмента снижения себестоимости строительства / И.В. Сычева, Т.С. Леонтьева, Д.Д. Воронцов // Вестник Института экономических исследований. – 2022. – № 2(26).
4. Теличенко, В.И. Пути развития инженерного потенциала. На примере строительной отрасли / В.И. Теличенко // Вестник Высшей школы. – 2011. – № 8. – С. 7–12.

## References

1. Vasileva, E.YU. Znachenie i perspektivy primeneniya innovatsionnyh materialov i

tehnologij v zhilishchnom stroitelstve / E.YU. Vasileva // Vestnik MGSU. – 2022. – № 11. – S. 1586–1593.

2. Lemeshkin, A.V. Innovatsionnye metody kontrolya kachestva v stroitelstve: novye vozmozhnosti i tekhnologii / A.V. Lemeshkin // Ekonomika stroitelstva. – 2023. – № 5.

3. Sycheva, I.V. Ispolzovanie informatsionnogo modelirovaniya kak instrumenta snizheniya sebestoimosti stroitelstva / I.V. Sycheva, T.S. Leonteva, D.D. Vorontsov // Vestnik Instituta ekonomicheskikh issledovanij. – 2022. – № 2(26).

4. Telichenko, V.I. Puti razvitiya inzhenernogo potentsiala. Na primere stroitelnoj otrasli / V.I. Telichenko // Vestnik Vyssej shkoly. – 2011. – № 8. – S. 7–12.

---

### The Use of Modern Methods of Analysis and Modeling in Assessing the Quality of Building Materials

T.V. Chernyshova, E.A. Chernyshova, A.A. Titkov

*National Research Moscow State University of Civil Engineering;  
Scientific Research Engineering Center “Sintez” LLC;  
VashExpert”LLC,  
Moscow (Russia)*

**Key words and phrases:** building materials; quality assessment; modern methods; analysis; modeling.

**Abstract.** The purpose of the study is to study the features of assessing the quality of building materials using modern methods of analysis and modeling. Research objectives: to consider modern methods and tools, such as computer modeling, nanotechnology, spectroscopy, X-ray diffractometry and others, which allow more accurate and efficient analysis and assessment of the quality of building materials, as well as to determine the most effective areas of activity in this aspect.

Research methods: comparative, comparative, analytical.

Research hypothesis: building materials play a key role in ensuring the reliability and durability of building structures, so their quality is of great importance.

Based on the results of the study, it was concluded that the use of modern methods of analysis and modeling opens up new opportunities and prospects for the construction industry, helping to improve the quality of materials, increase the safety and durability of structures, and reduce the negative impact on the environment.

---

© Т.В. Чернышова, Е.А. Чернышова, А.А. Титков, 2024

УДК 728

## Принципы формирования устойчивой архитектуры жилого дома

И.М. Ханани Махмуд

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,  
г. Москва (Россия)

**Ключевые слова и фразы:** архитектурное проектирование; жилые объекты; методическая основа; принцип экологичности; принцип энергоэффективности; устойчивая архитектура.

**Аннотация.** В работе рассматриваются актуальные вопросы формирования параметров комфорта и безопасности архитектурного пространства современных жилых образований.

Целью исследования является разработка и обоснование принципов устойчивой архитектуры, как способ практического отображения запросов к качеству состояния жилых образований.

К числу задач исследований относятся: анализ состояния архитектурной деятельности в контексте устойчивого развития современной цивилизации; выявление роли и значения архитектуры для организации жилого пространства; разработка принципов архитектурного проектирования в отношении соответствия глобальному процессу устойчивого развития; оценка принципов формирования устойчивой архитектуры на возможность и условия обеспечения процессов жизнедеятельности.

Методика исследований предусматривает системный подход и синтез традиционных и инновационных принципов формирования предметного содержания архитектурного пространства.

Основным результатом исследования является разработка принципов (точнее, групп принципов), ориентированных на формирование архитектурного пространства современных и перспективных образований жилого назначения.

К основным выводам статьи относится сформулированный по результатам исследований тезис о необходимости интеграции принципов устойчивой архитектуры в формат единой и целостной методики архитектурного проектирования жилых объектов.

Современная архитектурная деятельность отображает значительно более сложные



Рис. 1. Структурные элементы концепции устойчивого развития [4]

явления природы, жизни и культуры, чем это представлялось для прошедших исторических (стилевых) эпох, а ее общественная и научная роль достаточно противоречива и определяется в настоящее время особенностями состояния и перспектив развития конкретной ситуации. Архитектура остается предметной и материализованной надеждой на другое и лучшее будущее, в этом свойстве отображается ее реальная политическая и социальная функция.

Организация жилой среды становится все более зависима от изменений и требований обеспечения жизнедеятельности населения, стремления к практической реализации изменений в традиционных подходах в контексте их понимания архитектором, условий и возможностей окружающей (природной, культурной, социальной) среды для формирования изменений [1].

Начиная с 1987 г. (после соответствующего доклада комиссии Организации Объединенных Наций по окружающей среде, который получил название «Наше общее будущее» (Our Common Future)) в международном сообществе, в различных областях знания утвердилась концепция «устойчивого развития» (Sustainability) [2; 3].

На рис. 1 представлена интерпретация основных положений концепции «устойчивого развития» в контексте архитектурного формирования жилой среды.

Важно отметить, что решение задач концепции устойчивого развития, составляющих категории «Пригодный для жилья мир» и «Ответственность за окружающую среду» (рис. 1) становится главным вектором развития архитектурной (архитектурно-строительной) деятельности.

Таким образом, современный подход к организации архитектуры жилой среды представляет собой системный взгляд и осмысленную модель требований к учету традиций, экологии, экономики и экономного потребления ресурсов, энергоэффективности, безопасности и эстетики [5].

Архитектурная организация перспективной жилой среды представляется способной



а)



б)

**Рис. 2.** Отображение гармонии архитектурной формы и окружающего природного пространства в концепции экологичности жилого образования:  
а) вилла Вальс-Вальс, Швейцария; б) Кастиль Мер («Дом между скалами»), Франция

формализовать и организовывать взаимодействие внешнего и внутреннего пространства архитектурных образов способами, которые не столько продиктованы экономическими представлениями, эгоизмом, модой или идеологическими догмами и стереотипами, сколько технологическими возможностями, достаточными для формирования оптимальной среды, соответствующей ожиданиям и предпочтениям пользователей архитектурно-строительной деятельности.

К настоящему времени сформировались две основных группы принципов формирования и развития устойчивой архитектуры [6; 7]:

- принципы, ориентированные на активное продвижение концепции экологичности в соответствующих методах архитектурного (архитектурно-строительного, градостроительного) проектирования жилых образований;
- принципы, ориентированные на активное продвижение концепции энергоэффективности в соответствующих приемах композиционного и конструктивного проектирования жилых образований.

Принципы обеспечения экологичности ориентированы на развитие следующих основных направлений:

- применение композиционных приемов архитектурного проектирования, ориентированных на реализацию биологических технологий и/или принципов формообразования и организации функционирования объектов искусственной (жилой) среды в условиях гармонического взаимодействия с окружающим пространством;
- применение инновационных технологий, устройств и систем, ориентированных на обеспечение параметров микроклимата внутреннего пространства и процессов жизнедеятельности, которые значительно превосходят по эффективности природные или искусственные процедуры;
- применение модифицированных природных или инновационных искусственных строительных материалов и архитектурных конструкций (систем) из таких материалов, которые характеризуются минимальным уровнем негативного воздействия на окружающую среду (прежде всего, выбросов вредных веществ) в процессе их изготовления, возведения, эксплуатации и утилизации (повторного применения).

Основным результатом применения концепции экологичности является приоритетное формирование устойчивых, неразрывных связей архитектурного образа жилого назначения с окружающими природными элементами (рис. 2).

Концепция экологичности подразумевает достижение состояния экологической гармонии и равновесия между всеми живыми существами на нашей планете, каждый из которых является равным участником глобальной экосистемы. Принципы экологичности отображают стимулирующий и развивающий вектор, который отвечает современным социальным и культурным запросам на позитивные изменения [8].

Развитие архитектурной концепции экологически устойчивой среды жилых образований, включающее направления гармонизации антропогенного воздействия на природную среду и совершенствования композиционных приемов и средств формирования архитектурного пространства, естественным образом поддержано концепцией энергоэффективности и рационального расхода невозобновляемых ресурсов природного происхождения.

К числу основных направлений реализации концепции энергоэффективности архитектурных объектов жилого назначения относятся:

- пассивное здание (*passive building*) – жилое образование, которое отображает комплекс архитектурных (композиционных), конструктивных, функционально-технологических решений, направленных на минимизацию потребления внешней энергии, поступающих из невозобновляемых ресурсов природного происхождения;

- активное здание (*active building*) – жилое образование, которое отображает комплекс архитектурных (композиционных), конструктивных, функционально-технологических решений, направленных на избыточную (по отношению к требуемому уровню потребления энергии) выработку энергии без привлечения внешних источников;

- биоклиматическое здание (*bioclimatic building*) – жилое образование, которое отображает комплекс архитектурных (композиционных), конструктивных, функционально-технологических решений, направленных на максимальный учет местных природно-климатических факторов, использование инновационных материалов, устройств и технологий для формирования необходимых показателей энергетического баланса и микроклимата внутреннего пространства;

- интеллектуальное, или умное, здание (*intellectual building*) – жилое образование, которое отображает комплекс архитектурных (композиционных), конструктивных, функционально-технологических решений, направленных на максимальное использование инновационных технологий, обеспечивающих показатели комфорта и безопасности внутреннего пространства, автономное функционирование систем и устройств обеспечения процессов жизнедеятельности;

- здоровое здание (*healthy building*) – жилое образование, которое отображает комплекс архитектурных (композиционных), конструктивных, функционально-технологических решений, направленных на обеспечение показателей физиологического, эмоционального и психологического комфорта жизнедеятельности при максимальном уровне возможностей использования экологически безопасных материалов;

- энергоэффективное здание (*energy efficient or zero energy efficient building*) – жилое образование, которое отображает комплекс архитектурных (композиционных), конструктивных, функционально-технологических решений, направленных на «нулевое потребление» внешней энергии, поступающей из невозобновляемых ресурсов природного происхождения, а также оказывающих «нулевое воздействие» на окружающую среду, прежде всего выбросов углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), с образованием экологически нейтральной среды жизнедеятельности;

- экологически устойчивое здание (*green sustainable building*) – жилое образование, которое отображает комплекс архитектурных (композиционных), конструктивных, функционально-технологических решений, направленных на «нулевое потребление» внешней

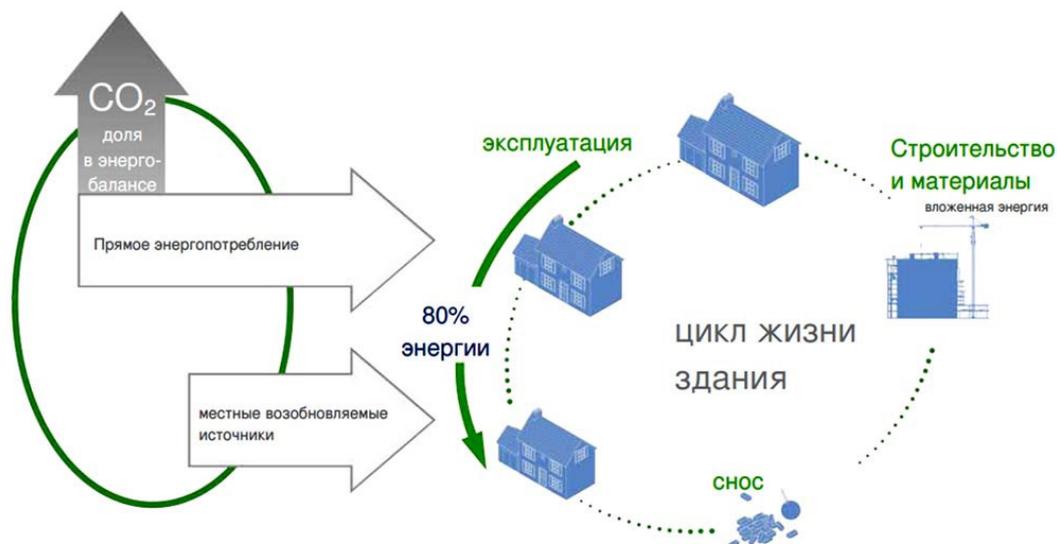


Рис. 3. Характеристика распределения энергии для жизненного цикла жилого объекта

энергии, поступающей из невозобновляемых ресурсов природного происхождения, замкнутый цикл использования ресурсов жизнедеятельности (воды, света, тепла, воздуха), а также использование вторично переработанных или экологически нейтральных строительных материалов.

Можно отметить, что каждое из рассмотренных направлений (принципов) обеспечения энергоэффективности предполагает разработку архитектурных решений, ориентированных на оптимизацию потребления энергии для наиболее энергоемких этапов жизненного цикла жилого объекта (рис. 3).

В настоящее время проводится активная деятельность в отношении разработки и продвижения принципов устойчивой архитектуры. Результаты данной деятельности отражены в большом количестве научно-теоретических работ и экспериментальных исследований, затрагивающих вопросы и решения эффективного использования энергии для обеспечения процессов жизнедеятельности. Вместе с тем следует признать отсутствие целостной методики архитектурного проектирования (включающей рациональный алгоритм решения градостроительных, функционально-планировочных, конструктивных, экономических и художественно-эстетических задач), реализующей в полном объеме принципы экологичности и энергоэффективности формирования жилого пространства как ключевого элемента «экологической архитектуры».

### Литература

1. Де, О.Д. Устойчивая архитектура в индивидуальном жилом строительстве / О.Д. Де // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 30. – С. 875–880.
2. Евтеев, С.А. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР) / С.А. Евтеев, Р.А. Перелет. – Прогресс, 1998. – 376 с.
3. Report of the World Commission on Environment and Development / Secretary-General [Electronic resource]. – Access mode : <https://digitallibrary.un.org/record/139811>.
4. Алексеева, Е.С. Жилая среда в концепции устойчивой архитектуры / Е.С. Алексеева, С.П. Кудрявцева // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки

и образования : материалы VII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников (г. Астрахань, 07–08 мая 2018 г.). – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2018. – С.167–172.

5. Европейская хартия о солнечной энергии в архитектуре и строительстве // Архитектура и строительство России. – 1998. – № 11/12. – С. 28–30.

6. Ajla Aksamija. Integrating Innovation in Architecture: Design, Methods and Technology for Progressive Practice and Research / Ajla Aksamija. – London : Academy Press, 2017. – 264 p.

7. Michael Stanton Young. Smart Home: Digital Assistants, Home Automation, and the Internet of Things / Michael Stanton Young, Cathy Young. – London : Independently published, 2018. – 312 p.

8. Есаулов, Г.В. Устойчивая архитектура: от принципов к стратегии развития / Г.В. Есаулов // Вестник ТГАСУ. – 2014. – № 6. – С. 9–14.

9. Халиуллин, А.Р. Эко-устойчивая архитектура как симбиоз энергоэффективного и адаптируемого строительства / А.Р. Халиуллин // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 1(23). – С. 61–69.

10. Gevorkian, P. Alternative Energy Systems in Building Design (GreenSource Books) / P. Gevorkian. – London : McGraw-Hill's, 2014. – 552 p.

### References

1. De, O.D. Ustojchivaya arhitektura v individualnom zhilom stroitelstve / O.D. De // Innovatsii. Nauka. Obrazovanie. – 2021. – № 30. – S. 875–880.

2. Evteev, S.A. Nashe obshchee budushchee. Doklad Mezhdunarodnoj komissii po okruzhayushchej srede i razvitiyu (MKOSR) / S.A. Evteev, R.A. Perelet. – Progress, 1998. – 376 s.

4. Alekseeva, E.S. ZHilaya sreda v kontseptsii ustojchivoj arhitektury / E.S. Alekseeva, S.P. Kudryavtseva // Potentsial intellektualno odarennoj molodezhi – razvitiyu nauki i obrazovaniya : materialy VII Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma molodyh uchenyh, innovatorov, studentov i shkolnikov (g. Astrahan, 07–08 maya 2018 g.). – Astrahan : Astrahanskij gosudarstvennij arhitekturno-stroitelnij universitet, 2018. – S.167–172.

5. Evropejskaya hartiya o solnechnoj energii v arhitekture i stroitelstve // Arhitektura i stroitelstvo Rossii. – 1998. – № 11/12. – S. 28–30.

8. Esaulov, G.V. Ustojchivaya arhitektura: ot printsipov k strategii razvitiya / G.V. Esaulov // Vestnik TGASU. – 2014. – № 6. – S. 9–14.

9. Haliullin, A.R. Eko-ustojchivaya arhitektura kak simbioz energoeffektivnogo i adaptiruemogo stroitelstva / A.R. Haliullin // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2013. – № 1(23). – S. 61–69.

---

### Principles for Building a Sustainable Residential Architecture

I.M. Hanani Mahmoud

*Peoples' Friendship University of Russia,  
Moscow (Russia)*

**Key words and phrases:** architectural design; residential facilities; the principle of environmental friendliness; the principle of energy efficiency; sustainable architecture;

methodological basis.

**Abstract.** The work deals with current issues at the formation parameters the comfort and safety in the architectural space modern residential formations.

The main purpose for the study is to develop and substantiate the principles at the sustainable architecture as a way the practically displaying requests for the quality of the state in residential formations.

The tasks research include: analysis the state in architectural activity in the context at the sustainable development modern civilization; identify the role and significance at the architecture for the organization the living space; development for architectural design principles in relation to compliance with the global sustainable development process; assessment for the principles in formation a stable architecture for the possibility and conditions for ensuring vital processes.

The research methodology provides for a systematic approach and synthesis at the traditional and innovative principles in formation at the subject content for the architectural space. The main result of the study is the development the principles (more precisely, groups of principles) focused on the formation the architectural space at the modern and promising residential formations.

The main conclusions in the article include the thesis formulated based on the results for research on the need to integrate the principles sustainable architecture into the format at the a unified and holistic methodology for architectural design in residential buildings.

---

© И.М. Ханани Махмуд, 2024

УДК 69.05

## Совершенствование строительного контроля при строительстве высотных зданий с использованием модели нейронной сети

А.А. Лapidус, Янь Цзинцзин

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный университет»,  
г. Москва (Россия)*

**Ключевые слова и фразы:** качество строительных проектов; мониторинг строительных процессов; нейронные сети в строительстве; строительный контроль; технологии строительного контроля; эффективность строительного управления.

**Аннотация.** С ускорением процесса урбанизации высотное строительство играет все более важную роль в градостроительстве. Однако строительный контроль высотных зданий сталкивается с растущими вызовами и потребностями. Данная статья предлагает новый технический подход, используя модель нейронной сети для оптимизации процесса строительного контроля высотных зданий, чтобы повысить эффективность и точность контрольных процедур. В качестве метода исследования был выбран эмпирический анализ, основанный на сборе и анализе данных в процессе строительства высотных зданий, для проверки эффективности применения модели нейронной сети в строительном контроле. Исследование показало, что использование модели нейронной сети значительно повышает эффективность и точность строительного контроля высотных зданий. Эта модель эффективно прогнозирует и управляет множеством сложных факторов в процессе строительства, тем самым снижая риски и повышая качество строительства.

Экономическая глобализация и процесс урбанизации способствуют активному развитию строительства высотных зданий. Подъем высотного строительства приводит к повышенным требованиям в области строительного контроля, что является ключевым для обеспечения качества и безопасности таких масштабных проектов.

В современном мире, где технологии играют все более значимую роль, применение моделей искусственного нейронного интеллекта в строительстве открывает новые горизонты для повышения эффективности и точности контроля за строительством. Использо-



стью обработки данных, превосходящей возможности человеческого мозга.

В данной статье выбрана модель многослойной прямой связи искусственной нейронной сети. Предполагается, что если результат, полученный с помощью нейронной сети, сильно отличается от ожидаемого результата, то ошибка будет обратно распространяться и одновременно корректировать пороги и веса сети. Этот процесс будет многократно повторяться, пока не будет достигнут результат, который все ближе к ожидаемому.

В трехслойной нейронной сети  $n$ ,  $m$  и  $l$  соответственно представляют собой количество нейронов в каждом слое. Входной слой представляет собой входной вектор:  $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)^T$ ; скрытый слой представляет собой выходной вектор:  $Y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_m)^T$ ; выходной слой представляет собой выходной вектор:  $O = (o_1, o_2, o_3, \dots, o_l)^T$ . Желаемый вектор выходных данных:  $d = (d_1, d_2, d_3, \dots, d_l)^T$ . Весовая матрица между входным и скрытым слоем обозначается как  $v = (v_1, v_2, v_3, \dots, v_m)^T$ , а весовая матрица между скрытым и выходным слоями обозначается как  $w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_l)^T$ .

Скрытый слой:

$$y_j = f(\text{net}_j), j = 1, 2, \dots, m,$$

$$\text{net}_j = \sum_{i=0}^n v_{ij}x_i, j = 1, 2, \dots, m.$$

Выходной слой:

$$o_k = f(\text{net}_k), k = 1, 2, \dots, l,$$

$$\text{net}_k = \sum_{j=0}^m w_{jk}y_j, k = 1, 2, \dots, l.$$

В указанной формуле передачи  $f(x)$  используется однополярная функция  $S$ , то есть  $f(x) = 1/(1 + e^{-x})$ .

Математическая модель, представленная выше, является моделью трехслойной нейронной сети.

После выполнения вышеуказанных шагов мы понимаем основную структуру нейронной сети и как она обрабатывает входные данные для генерации выходных данных в процессе прямого распространения. Теперь необходимо рассмотреть, как нейронная сеть оптимизирует себя, обучаясь на своих ошибках, то есть разницей между выходом и целевыми значениями. Этот процесс оптимизации осуществляется с использованием механизма, называемого «обратным распространением ошибки», в рамках которого сеть корректирует свои внутренние весовые коэффициенты с целью минимизации ошибки:

$$\Delta w_{jk} = -\eta \partial E / \partial w_{jk}, j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l,$$

$$\Delta v_{ij} = -\eta \partial E / \partial v_{ij}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m,$$

где минус означает градиентный спуск, константа  $\eta \in (0; 1)$  представляет собой скорость обучения или шаг.

Вычислительный процесс. Определение сигнала ошибки:

$$\delta_j^y = -\partial E / \partial \text{net}_j, \delta_k^o = -\partial E / \partial \text{net}_k,$$

$$\Delta v_{ij} = -\eta \partial E / \partial v_{ij} = -\eta \partial E / \partial \text{net}_j \cdot \partial \text{net}_j / \partial v_{ij} = \eta \delta_j^y x_i \delta_j^y = -\partial E / \partial \text{net}_j = -\partial E / \partial y_j \cdot \partial y_j / \partial \text{net}_j = -(\partial E / \partial y_j) f'(\text{net}_j),$$

$$\Delta w_{jk} = -\eta \partial E / \partial w_{jk} = -\eta \partial E / \partial \text{net}_k \cdot \partial \text{net}_k / \partial w_{jk} \delta_k^o = -\partial E / \partial \text{net}_k = -\partial E / \partial o_k \cdot \partial o_k / \partial \text{net}_k = -(\partial E / \partial o_k) f'(\text{net}_k).$$

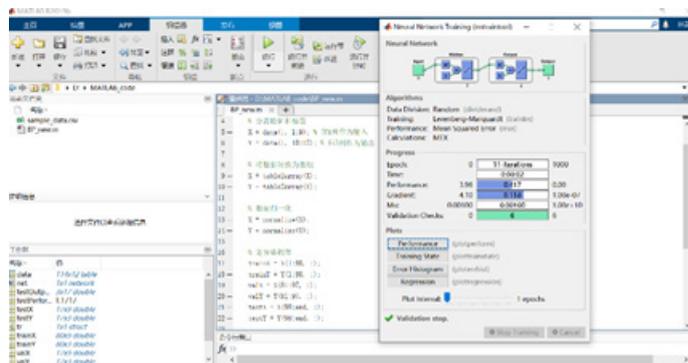


Рис. 2. Интерфейс обучения искусственной нейронной сети в MATLAB

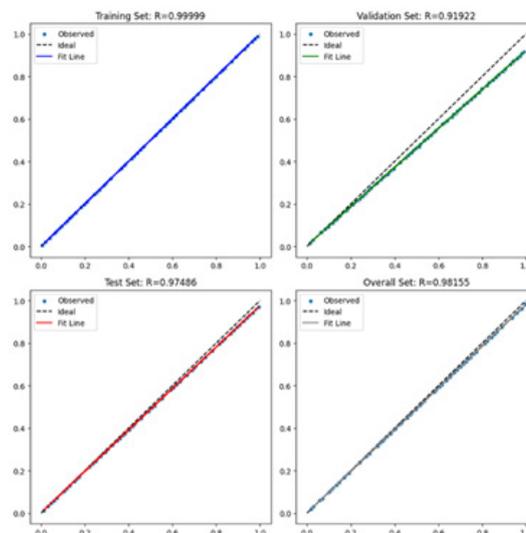


Рис. 3. График процесса обучения, верификации и тестирования нейронной сети Neural Network Training, Validation, and Testing Process Regression Plots

Известно, частная производная от  $E = 1/2 \sum_{k=1}^l (d_k - o_k)^2$  может быть вычислена как:

$$\partial E / \partial o_k = -(d_k - o_k), f'(net_k) = o_k(1 - o_k).$$

С учетом вышеизложенного  $\delta_k^o = (d_k - o_k)o_k(1 - o_k)$ ,  $\delta_j^y = y_j(1 - y_j) \sum_{k=1}^l \delta_k^o w_{jk}$ . Рассчитаны два сигнала ошибки.

Результат можно получить:

$$\begin{cases} \Delta w_{jk} = \eta \delta_k^o y_j = \eta (d_k - o_k) o_k (1 - o_k) y_j \\ \Delta v_{ij} = \eta \delta_j^y x_i = \eta \sum_{k=1}^l \delta_k^o w_{jk} y_j (1 - y_j) x_i \end{cases}$$

Если начальные значения весовых коэффициентов установлены слишком большими, функция активации насыщается, и нейронная сеть может оказаться в локальном минимуме. Если значения слишком маленькие, то дискретность будет слишком высокой и точность обучения модели будет затруднена. Поэтому оптимальным решением является установка начальных весов таким образом, чтобы выход каждого нейрона в нейронной сети стремился к нулю. Это позволяет регулировать весовые коэффициенты каждого нейрона в местах, где функция активации типа S имеет наибольшее изменение и обеспечивает быстрое обучение. Обычно рекомендуется устанавливать начальные веса в диапазоне (-1; 1) с использованием случайных чисел. В данной статье начальные веса выбираются случайными числами в диапазоне (-1; 1).

В этом исследовании факторы строительного контроля принимаются в качестве векторов признаков и используются в качестве входных единиц нейронной сети. Мы выделили 15 ключевых показателей, а именно от U1 до U15, каждый из которых соответствует определенному фактору строительного контроля. Эти показатели представляют собой 15-мерный вектор признаков для входа нейронной сети BP [9].

Таблица 1. Результаты обучения нейронной сети

	Observed value	MSE	R
train	80	0.011	1
valid	17	0.014	0.9192
test	14	0.0038	0.9749

Таблица 2. Таблица чувствительности нейронной сети к параметрам строительного контроля высотных зданий

Факторы влияния	Проектирование и планирование	Строительные материалы	Строительные технологии и оборудование	Человеческие ресурсы	Управление и надзор				
	Аудит проекта	Выбор материалов	Качество материалов	Цепочка поставок	Строительные технологии	Строительное оборудование	Квалификация рабочих	Система управления	Система надзора
Сумма абсолютных значений	5.93	12.00	12.63	8.79	12.31	9.97	9.12	10.14	10.55
Процент %	6.49	13.12	13.81	9.61	13.46	10.90	9.91	11.09	11.54

В нейронных сетях количество узлов входного слоя тесно связано с размерами объектов в обучающей выборке. Если размерность объектов слишком велика, это может увеличить вычислительную нагрузку и время обучения сети, что, в свою очередь, влияет на эффективность обучения. Поэтому эффективная предварительная обработка данных, включая отбор надежных, реальных и тесно связанных с целями обучения данных в качестве входных данных, является важной задачей перед обучением.

Для того чтобы лучше обучить модель нейронной сети и достичь оптимальных результатов, в данной работе используется метод анализа главных компонентов для снижения размерности данных, сокращая 15 контрольных факторов до 9 основных компонентов. Входной слой нейронной сети состоит из 9 нейронов, скрытый слой содержит 7 нейронов, что минимизирует ошибку. Выходной слой имеет 3 нейрона, значения ограничены интервалом (0; 1) с сохранением одной десятичной знака. Величина числа тогда представляет собой весовой коэффициент, отражающий влияние контрольных факторов на высотные здания (рис. 2).

После расширения данного исследования было получено 114 образцов с 9 главными компонентами каждый, образуя (114×9)-мерный набор данных для обучения нейронной сети. Мы разделили данные на обучающий, проверочный и тестовый наборы в соотношении 70 %, 15 % и 15 % соответственно: образцы с номерами от 1 до 80 использовались для обучения, с номерами от 81 до 97 – для проверки, а с номерами от 98 до 114 – для

тестирования. Параметры обучения указаны в табл. 1. Правила оценки риска следующие: общее значение риска в диапазоне от 0 до 0,2 считается низким риском, от 0,3 до 0,5 – средним риском, больше или равно 0,6 – высоким риском. Схема обучения нейронной сети изображена на графике (рис. 3).

Результаты симуляции указанного выше проекта равны 0,9749, а относительная ошибка по отношению к стандартному значению 1 составляет:

$$(1 - 0,9749)/1 = 0,025 = 2,51 \%$$

Отсюда видно, что результаты симуляции очень близки к реальной ситуации и точность симуляции сети удовлетворяет требованиям применения в инженерных проектах. Эта сеть может использоваться в реальных приложениях таких проектов.

Обученная нейронная сеть сохраняет матрицу весов для каждого узла, отражая связи между узлами. По завершении обучения анализируются значения весов каждого узла. Поскольку влияние весов на различные узлы может быть как положительным, так и отрицательным, для объективного отображения влияния весов на узлы мы суммируем их абсолютные значения. Таким образом, получаем таблицу, отражающую чувствительность определенного узла нейронной сети к факторам строительного контроля высотных зданий (табл. 2).

Судя по результатам, качество строительных материалов имеет значительное воздействие на строительный контроль высотных зданий, за ним следует строительная технология. Это указывает на то, что эти два аспекта занимают значительную долю в общем объеме проекта высотного строительства и имеют далеко идущее воздействие на процесс строительства. В то время как аудит чертежей и логистика в поставках имеют меньшее воздействие на строительный контроль высотных зданий.

## Литература

1. Макаров, А.Н. Искусственная нейронная сеть для организации и управления строительным процессом / А.Н. Макаров // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 4.
2. Капран, М.Р. Применение нейронной сети к решению задач строительной механики / М.Р. Капран, Л.Е. Путеева, Б.А. Тухфатуллин // Избранные доклады 65-й Юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых : Сборник докладов (г. Томск, 25 апреля 2019 г.). – Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2019. – С. 154–162.
3. Маланова, А.А. Повышение эффективности работы строительной организации за счет внедрения технологии нейронных сетей / А.А. Маланова, М.В. Куклина // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 125–130.
4. Куклина, М.В. Использование технологии нейронных сетей в строительной организации / М.В. Куклина, А.И. Лебер, А.М. Махакова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 5–3. – С. 362–368.
5. Ключникова, О.В. Возможности применения нейронных сетей в современной строительной индустрии / О.В. Ключникова, Е.Е. Александров // Строительство и архитектура – 2022 : материалы международной научно-практической конференции факультета промышленного и гражданского строительства (г. Ростов-на-Дону, 19–21 апреля 2022 г.). – Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2022. – С. 222–225.

6. Бородин, Д.В. Возможности применения нейронных сетей в строительном материальном поведении / Д.В. Бородин, С.С. Рябова // Инженерные исследования. – 2022. – № 5(10).

7. Елесина, Ю.С. Современные тенденции применения искусственных нейронных сетей в строительной индустрии / Ю.С. Елесина, М.Е. Микитинский // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова : Сборник докладов (г. Белгород, 16–17 мая 2023 г.). – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 2023. – Ч. 6. – С. 89–93.

8. Хошнава, Ю.Б.Х. Оценка использования нейронных сетей при управлении строительными проектами / Ю.Б.Х. Хошнава // Организация строительного производства : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции (г. Санкт-Петербург, 10–11 февраля 2021 г.). – СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – С. 196–207.

9. Lapidus, A.A. Features of Construction Control in the Construction of High-Rise Buildings / A.A. Lapidus, Jingjing Yan // E3S Web of Conferences, 2023.

### References

1. Makarov, A.N. Iskusstvennaya nejronnaya set dlya organizatsii i upravleniya stroitelnyim protsessom / A.N. Makarov // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. SHuhova. – 2017. – № 4.

2. Kapran, M.R. Primenenie nejronnoj seti k resheniyu zadach stroitelnoj mekhaniki / M.R. Kapran, L.E. Puteeva, B.A. Tuhfatullin // Izbrannye doklady 65-j YUbilejnoj universitetskoj nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov i molodyh uchenyh : Sbornik dokladov (g. Tomsk, 25 aprelya 2019 g.). – Tomsk : Tomskij gosudarstvennij arhitekturno-stroitelnij universitet, 2019. – S. 154–162.

3. Malanova, A.A. Povyshenie effektivnosti raboty stroitelnoj organizatsii za schet vnedreniya tekhnologii nejronnyh setej / A.A. Malanova, M.V. Kuklina // Molodezhnij vestnik IrGTU. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 125–130.

4. Kuklina, M.V. Ispolzovanie tekhnologii nejronnyh setej v stroitelnoj organizatsii / M.V. Kuklina, A.I. Leber, A.M. Mahakova // Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava. – 2022. – № 5–3. – С. 362–368.

5. Klyuchnikova, O.V. Vozmozhnosti primeneniya nejronnyh setej v sovremennoj stroitelnoj industrii / O.V. Klyuchnikova, E.E. Aleksandrov // Stroitelstvo i arhitektura – 2022 : materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii fakulteta promyshlennogo i grazhdanskogo stroitelstva (g. Rostov-na-Donu, 19–21 aprelya 2022 g.). – Rostov-na-Donu : Donskoj gosudarstvennij tekhnicheskij universitet, 2022. – С. 222–225.

6. Borodin, D.V. Vozmozhnosti primeneniya nejronnyh setej v stroitelnom materialovedenii / D.V. Borodin, S.S. Ryabova // Inzhenernye issledovaniya. – 2022. – № 5(10).

7. Elesina, YU.S. Sovremennye tendentsii primeneniya iskusstvennyh nejronnyh setej v stroitelnoj industrii / YU.S. Elesina, M.E. Mikitinskij // Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya molodyh uchenyh BGTU im. V.G. SHuhova, posvyashchennaya 170-letiyu so dnya rozhdeniya V.G. SHuhova : Sbornik dokladov (g. Belgorod, 16–17 maya 2023 g.). – Belgorod : Belgorodskij gosudarstvennij tekhnologicheskij universitet im. V.G. SHuhova. – 2023. – CH. 6. – С. 89–93.

8. Hoshnav, YU.B.H. Otsenka ispolzovaniya nejronnyh setej pri upravlenii stroitelnyimi proektami / YU.B.H. Hoshnav // Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva : Materialy III Vserossijskoj

nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Sankt-Peterburg, 10–11 fevralya 2021 g.). – SPb. : Sankt-Peterburgskij gosudarstvennij arhitekturno-stroitelnij universitet, 2021. – S. 196–207.

---

### Improving Construction Control During the Construction of High-Rise Buildings Using a Neural Network Model

A.A. Lapidus, Yan Jingjing

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,  
Moscow (Russia)*

**Key words and phrases:** construction control; neural networks in construction; monitoring of construction processes; construction control technologies; quality of construction projects; efficiency of construction management.

**Abstract.** With the acceleration of urbanization, high-rise construction is playing an increasingly important role in urban planning. However, the construction control of high-rise buildings faces increasing challenges and needs. This paper proposes a new technical approach using a neural network model to optimize the construction inspection process of high-rise buildings to improve the efficiency and accuracy of inspection procedures. Empirical analysis based on data collection and analysis during the construction process of high-rise buildings was chosen as the research method to test the effectiveness of applying the neural network model in construction inspection. The study showed that the use of a neural network model significantly improves the efficiency and accuracy of construction inspection of high-rise buildings. This model effectively predicts and manages many complex factors during the construction process, thereby reducing risks and improving construction quality.

---

© А.А. Лapidус, Янь Цзинцзин, 2024

УДК 336.22(045)

## Qualified Profit Taxation as an Alternative to the IT Tax Maneuver in the Russian Federation

I.V. Kolotovkin

*Financial University,  
Moscow (Russia)*

**Key words and phrases:** tax maneuver in IT; tax benefits; information technology in taxation; IT company; tax regime.

**Abstract.** The subject of the study is a model of preferential taxation of profits of information technology (IT) organizations using a standard tax rate and a special mechanism for determining qualified profit (QP), which allows reducing the effective tax rate of QP and thus achieving a stimulating effect for IT organizations. The proposed model focuses national tax policy on stimulating scientific research on the territory of the Russian Federation while countering the widespread activities of economic agents on the base erosion. The QP calculation form proposed by the author modifies the procedure for calculating the tax base in such a way that qualified revenue is reduced not only by qualified costs, but also by increasing costs, the amount of which depends on the actual qualified costs incurred on the territory of the Russian Federation. The application of the standard rate of 20 % to the base modified in this way leads, when qualifying conditions are met, to a decrease in the effective tax rate, the lower value of which is proposed to be limited to 2.5 %, which corresponds to the minimum tax rate for technology companies in Cyprus, making the proposed model competitive. The proposed formula takes into account the established lower threshold. The results of testing the proposed model showed its main advantages: high incentive power comparable to tax maneuver measures in IT, conditionality of the application of benefits by activities on the territory of the Russian Federation, immunity to the presence of non-core revenue and non-operating income, simplification of tax administration.

### Introduction

The IT industry taxation is quite specific within the Russian tax system and provides for

multiple tax benefits with regard to corporate income tax, VAT, social contributions. Also, special tax administration relief is imposed for a limited 3-year period. Digitalization and technical development based on IT was designated as national priority [1] tasks, justifying strong tax stimulation of the involved organizations. The set of tax incentive measures for the IT industry is commonly called the IT tax maneuver.

The incentive gained high response in the industry and became popular, causing economic effects such as number of participants, increasing industry output, attraction of workforce [2]. However, the current design of the IT tax maneuver indicates signs of inefficiencies and therefore its further improvement represents particular research interest.

### Theoretical Background

Scientific publications focus on the on the qualitative and quantitative effects of IT tax incentives, leaving uncovered alternative ways to stimulate the industry.

A.S. Advokatova reviews original approaches to tax incentives and their potential application to the Russian national policy of Industry 4.0 development [3]. I.A. Mayburov observes tax policy of the Russian Federation in the view of national priorities, including strategic reliance on the IT and digitalization [4]. L.V. Goncharenko defines appropriate benchmarks for evaluating tax benefits efficiency [5] in general. A.L. Suslina questions whether or not the tax incentives are a working tool to stimulate innovations, and shows controversial economic evidences [6]. B. Knoll and N. Riedel examine the influence of the tax incentives implemented in certain jurisdictions on international capital and intellectual property transfer [7]. S.K. Grant revises the design of tax incentives provided to the software developers in Russia [8]. L.V. Polezharova points out complications arising during taxation and tax administration of digital commerce [9]. A.E. Yudin observes positive influence of the tax maneuver in the IT on the budget receipts [10]. P.V. Stroev considers the consequences of the fourth industrial revolution for the taxation and ways of respective transformation of the latter [11].

Based on the scientific achievements of its predecessors, the article suggests the author's approach to designing the taxing model that would eliminate existing disadvantages in IT tax maneuver and on the other maintain stimulation environment for the industry.

### Analysis

The practice that has already been implemented on the basis of BEPS measures in jurisdictions that have introduced a special IP BOX taxation regime remains outside the perimeter of the study of domestic authors. There is strong evidence that the existent special taxation system for IT industry organizations contains many elements of the early forms of IP BOX, and therefore their inherent disadvantages.

The IP BOX regimes that functioned in the world before Base Erosion and Profit Shifting plan implementation in 2016:

- 1) were targeted on high tech industries, heavily using intellectual property in their international operations;
- 2) offered tax rates of 2.5–10 %, which is well below the standard corporate income tax rates;
- 3) did not distinguish between core and non-core profits, effectively omitting the definition of the qualified profits;
- 4) did not establish the connection between the value creation in the jurisdiction and eligibility for tax benefits.

These very characteristics are attributable to the IT industry taxation in the Russian Federation since 2021. The downfalls of such tax system design that we intend to eliminate are the non-selective provision of the tax benefits to all profits, irrespective of their source, lack of nexus between the core activity being performed in Russia and benefit provision, heavy administration burden for both taxpayers and tax administration.

The author's proposal is to introduce a mechanism in the domestic tax system that is based on applying the procedure for calculating qualified profits to IT organizations, which allows reducing the standard tax rate when qualifying conditions are met. That is, the upper limit of the income tax rate will be limited to the standard rate of 20 % for Russian companies, but an IT organization, if the conditions for "landing" the product development process and creating added value on the territory of the Russian Federation are met, will have the opportunity to reduce the effective rate. The latter rate is up to a level that the taxpayer will associate with a high degree of incentive impact. As this level, a rate of 2.5 % is proposed – the lowest effective rate achievable for an IT organization in Cyprus, traditionally a popular location for Russian entrepreneurs.

It is proposed to reduce the effective rate only for profits that will meet the established conditions, i.e., they will be qualified for the purposes of applying benefits.

The calculation of qualified profit should include both the determination of revenue from the sale of IT products and services (qualified revenue) and the costs incurred in Russia related to the creation of IT products (qualified costs). To the latter, in order to achieve a reduced effective tax rate, increasing deductions are applied as a percentage of qualifying costs. The total amount of deductions – qualifying and increasing – is limited so that the effective tax rate cannot be lower than 2.5 %.

By limiting the effect of incentive measures to qualified revenue only and qualified costs only, a twofold goal is achieved. On the one hand, the creation of added value in the territory of the Russian Federation is encouraged, and IT sector companies bearing core costs receive real support, and on the other hand, the possibility of extending benefits to non-core revenue is cut off.

We can formalize the calculation of the qualified profit with the proposed author's formula:

$$Bq = Sq - (Cq + UCq),$$

where  $Bq$  is the qualified profit;  $Sq$  is the qualified revenue;  $Cq$  is the qualified costs;  $c$  is increasing costs, a conditional value in % of the qualified costs.

The tax is calculated using the formula:

$$Te = B(q) * R(s),$$

where  $R(s)$  is the standard tax rate in the Russian Federation, 20 %.

In order to limit the lower limit of the effective rate to 2.5 percent, but achieve a stimulating effect, it is necessary to limit the  $UCq$  value from two sides: the increasing costs must be greater than zero, but less than 87.5 % of the profit before applying the increasing costs, where 87.5 % is a limiter calculated as the ratio of the minimum allowable effective rate of 2.5 % and the standard rate 20 %:

$$87.5 \% = 1 - (2.5 \% / 20 \%).$$

It is proposed to set the amount of the increasing costs in the amount of 30 % of the qualifying costs, which corresponds to the coefficients established in developed countries.

Graphically, the dependency of the effective tax rate on the qualified costs share in revenue,

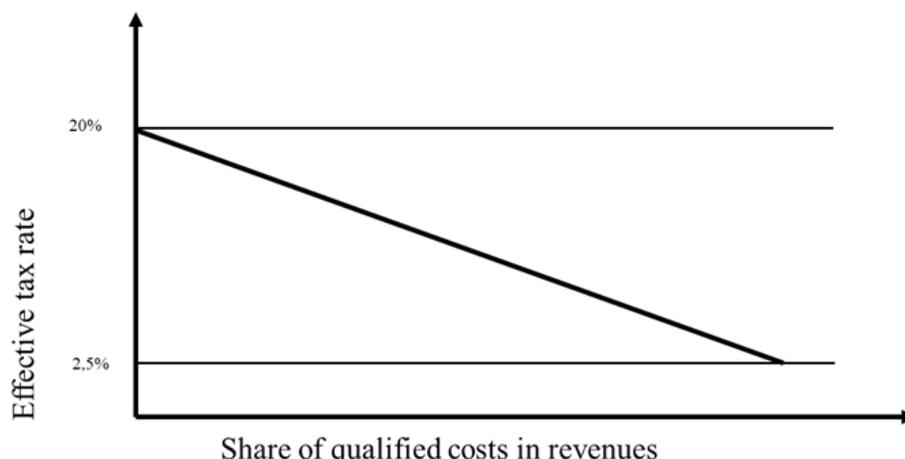


Fig. 1. Dependence of the effective tax rate on the share of qualifying costs in revenue

Indicator	Parameter	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
1 Qualified sales	$S_q$	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
2 Total costs		800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	
2.a	Qualified costs	$C_q$	0	80	160	240	320	400	480	560	640	720	800
2.b	Non-qualified costs		800	720	640	560	480	400	320	240	160	80	0
3 Pre-tax profit		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
4 Uplift costs, 30%*(2.a)	$UC_q$	0	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	
5 Upper limit of the uplift costs, 87.5%*(3)		175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	
6 Tax Base, = (1)-(2)-(4) or (5)		200	176	152	128	104	80	56	32	25	25	25	
7 Standard tax rate	$R_s$	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	
8 Tax, = (5)*(6)		40	35.2	30.4	25.6	20.8	16	11.2	6.4	5	5	5	
9 Effective tax rate,	$T_e$	20.0%	17.6%	15.2%	12.8%	10.4%	8.0%	5.6%	3.2%	2.5%	2.5%	2.5%	
Sensitivity of the effective rate to the share of the													
10 qualified costs, %			0.24%	0.24%	0.24%	0.24%	0.24%	0.24%	0.24%	0.07%	0.00%	0.00%	

Fig. 2. Analysis of the sensitivity of the model to the level of qualified costs in total costs

expressing the effect of the formula application can be presented as shown in Fig. 1.

The proposed revenue calculation mechanism will allow solving the inherent disadvantages and limitations of the tax system within the framework of the “IT tax maneuver”.

1. Currently, there is no restriction on withdrawing funds to foreign jurisdictions. A company that orders software development abroad can do this without losing the right to benefits.

2. There is a mechanism in place that benefits the entire profit of an IT organization, regardless of whether it is derived from software development or other activities. This provides an opportunity to exempt from taxation those types of activities that do not fall within the incentive perimeter.

3. The amounts of non-operating and non-operating income received by an organization from other types of assets that are currently exempt from taxation (although other organizations do not have this exemption) will be subject to taxation in a general manner.

4. IT organizations are forced to take additional financial administration measures that will allow them to comply with the condition of minimum core revenue – 70 %. For example, companies that provide services based on their software may separate these activities into separate legal entities, which leads to unproductive administrative costs.

To illustrate the stimulating effect of the proposed economic model, the procedure for calculating profits for various organizations was modelled.

Indicator	Parameter														
1 Qualified sales	$S_q$	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2 Total costs, including															
2.a	Qualified costs	$C_q$	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
2.b	Non-qualified costs		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Pre-tax profit			500	450	400	350	300	250	200	150	100	50	0	-50	-100
4 Uplift costs, 30%*(2.a)	$UC_q$		150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330
5 Upper limit of the uplift costs, 87.5%*(3)			437.5	393.8	350	306.3	262.5	218.8	175	131.3	87.5	43.75	0	0	0
6 Tax Base, = (1)-(2)-(4) or (5)			350	285	220	155	90	31.25	25	18.75	12.5	6.25	0	0	0
7 Standard tax rate	$R_s$		20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
8 Tax, = (5)*(6)			70	57	44	31	18	6.25	5	3.75	2.5	1.25	0	0	0
9 Effective tax rate,	$T_e$		14,0%	12,7%	11,0%	8,9%	6,0%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	0,0%	0,0%	0,0%

Fig. 3. Analysis of the sensitivity of the model to the level of profitability of the organization

Indicator	Parameter	Option 1			Option 2			Option 3			Option 4			
		IT	Non-IT	Total										
1 Qualified sales	$S_q$	1000	0	1000	1000	100	1100	1000	500	1500	1000	1000	2000	
2 Total costs, including		0			80			400			800			
2.a	Qualified costs	$C_q$	800		800	800		800	800		800	800		800
2.b	Non-qualified costs		0	0	0	0	80	80	0	400	400	800	800	1600
3 Pre-tax profit			200	0	200	200	20	220	200	100	300	200	200	400
4 Uplift costs, 30%*(2.a)	$UC_q$		240	0	240	240	0	240	240	0	240	240	0	240
5 Upper limit of the uplift costs, 87.5%*(3)			175	0	175	175	0	175	175	0	175	175	0	175
6 Tax Base, = (1)-(2)-(4) or (5)			25	0	25	25	20	45	25	100	125	25	200	225
7 Standard tax rate	$R_s$		20%	0%	20%	20%	20%	40%	20%	20%	40%	20%	20%	40%
8 Tax, = (5)*(6)			5	0	5	5	4	9	5	20	25	5	40	45
9 Effective tax rate,	$T_e$		2,5%	0,0%	2,5%	2,5%	20,0%	4,1%	2,5%	20,0%	8,3%	2,5%	20,0%	11,3%

Fig. 4. Analysis of the sensitivity of the model to the share of non-core revenue

When studying the dependence of the effective rate on the share of qualified costs in total costs (Fig. 2), the hypothesis of a linear relationship is confirmed; each percentage increase in the share of such costs leads to a decrease in the effective tax rate by 0.24 %, up to a level corresponding to 2.5 % of the effective rate, and no further reduction occurs.

IT industry organizations demonstrate significant variability in such an indicator as the marginality of their core business. Some enterprises show increased margins, while others, especially newly created ones, may show losses in the initial periods of activity. The calculations in Table 2 show that the proposed taxation model demonstrates selective action, providing greater incentives to low-margin organizations and less to high-margin ones. The effective tax rate decreases as the level of profitability of the organization decreases.

We demonstrate the selectivity of the proposed model to stimulate core IT activities. Let's choose the ratio of unqualified and qualified revenue in the total financial result of 0 % (Option 1), 10 % (Option 2), 50 % (Option 3) and 100 % (Option 4). The calculations in Fig. 4 prove that the total tax burden on the financial result in the studied variants increases as the share of non-core income increases. This is the advantage of the proposed model in comparison with the current preferential treatment, which completely exempts non-core income.

Non-operating income, such as exchange differences, rental income, interest earned and profits from securities, and others, may in some cases constitute a significant share of an organization's income. The current procedure for the application of benefits allows for full benefits of these incomes, since it does not contain any restrictions on other incomes, which does not correspond to the stated purpose of benefits by the state. Theoretically, a situation is

			Option 1	Option 1	Option 1	Option 1
Indicator	Параметр		IT	IT	IT	IT
1	Qualified sales	$S_q$	1000	1000	1000	1000
2	Total costs, including				800	0
2.a	Qualified costs	$C_q$	800	800	800	800
2.b	Non-qualified costs		0	0	0	800
3	Pre-tax profit		200	200	200	200
3.1.	Other income		0	50	100	200
4	Uplift costs, 30%*(2.a)	$UC_q$	240	240	240	240
5	Upper limit of the uplift costs, 87,5%*(3)		175	175	175	175
6	Tax Base, = (1)-(2)-(4) or (5)		25	75	125	225
7	Standard tax rate	$R_s$	20%	20%	20%	20%
8	Tax, = (5)*(6)		5	15	25	45
9	Effective tax rate,	$T_e$	2,5%	6,0%	8,3%	11,3%

**Fig. 5.** Analysis of the sensitivity of the model to the level of other income of the organization

possible when the main business of an organization is renting out real estate, but thanks to the IT benefit, these incomes will not be taxed if the organization mimics IT.

The proposed author's model solves this problem by applying a standard rate of 20 % to all income, with the exception of qualifying expenses. Fig. 5 illustrates that all non-operating income will become part of the tax base, and as their share in the financial result increases, the effective tax rate of the financial result will increase.

## Conclusions

National interest of Russia is to incentivize the product development and value creation in the country and attract the foreign investments. We suggest the transit to taxation of the qualified profit, well tested in China and some European countries. The qualified profit, defined as the profit or Russian and foreign companies derived from the IT development localization and value creation on the territory of Russia would then be taxed at effective rate of 2.5 %, or otherwise (provided that the profit is unqualified) at standard 20 %.

The qualified profit approach starts with the computation of percentage of value, created on the territory of Russia. If it equals 100 %, then an extra deduction of 30 % of total cost (but limited to 87.5 % of the base) is applied. In that model, the effective rate can be as low as 2.5 %. For those companies that do not meet the local value creation criteria, or are highly marginal, the effective rate will fall in range between 2.5 % and 20 %, but with bias toward the highest level. The suggested model simplifies domestic tax system by returning the tax rate to standard 20 %. Tax administration becomes more transparent and easier by omitting the unnecessary control measures at the registration stage. More importantly, the model implies reduced tax rates only for profits derived from core IT operations, leaving non-core profits outside of exemption perimeter. It is mostly effective for low margin IT organizations.

## References

1. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>.

2. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. ИТ-отрасль [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://digital.gov.ru/ru/activity/statistic/rating/it-otrasl/?utm\\_referrer=https%3a%2f%2fdigital.gov.ru%2fru%2factivity%2fstatistic%2f](https://digital.gov.ru/ru/activity/statistic/rating/it-otrasl/?utm_referrer=https%3a%2f%2fdigital.gov.ru%2fru%2factivity%2fstatistic%2f).

3. Адвокатова, А.С. Исследование альтернативных концепций налогового регулирования как фактора обеспечения новой индустриальной революции в России : монография / А.С. Адвокатова, Е.В. Балацкий, В.П. Вишневецкий, Л.И. Гончаренко, А.В. Гурнак и др. – М. : КноРус, 2023. – 490 с.

4. Майбуров, И.А. Налоговая политика Российской Федерации в контексте целей устойчивого развития : колл. монография / И.А. Майбуров, А.С. Адвокатова, О.В. Андриенко, И.В. Багаутдинова, С.А. Белозеров. – М. : Юнити-Дана, 2023. – 360 с.

5. Гончаренко, Л.И. Оценка эффективности налоговых льгот : монография / Л.И. Гончаренко, М.Р. Пинская, О.В. Мандрощенко, Е.С. Мигашкина, О.Н. Савина и др. – М. : Русайнс, 2017. – 170 с.

6. Суслина, А.Л. Работает ли налоговое стимулирование инноваций? Оценка эффективности в России и в мире / А.Л. Суслина, Р.С. Леухин // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. – 2018. – № 5(45). – С. 58–69.

7. Knoll, O. Cross-Border Effects of R&D Tax Incentives / O. Knoll, N. Riedel, T. Schwab, M. Todtenhaupt, J. Voget // Research Policy. – 2021. – Vol. 50. – Iss. 9. – P. 104326 – DOI: 10.1016/j.respol.2021.104326.

8. Грант, С.К. Налоговые стимулы разработки отечественного программного обеспечения / С.К. Грант, А.А. Копина // Налоги. – 2022. – № 4. – С. 29–34.

9. Polezharova, L.V. E-Commerce Taxation in Russia: Problems and Approaches / L.V. Polezharova, A.M. Krasnobaeva // Journal of Tax Reform. – 2020. – Vol. 6(2). – P. 104–123. – DOI: 10.15826/jtr.2020.6.2.077.

10. Юдин, А.Э. Оценка влияния налогового маневра в ИТ-отрасли на показатели налоговых поступлений / А.Э. Юдин // Налоговая политика и практика. – 2022. – № 5(233). – С. 46–49.

11. Stroeve, P.V. Taxation Transformation under the Influence of Industry 4.0. / P.V. Stroeve, R.V. Fattakhov, O.V. Pivovarova, S.L. Orlov, A.S. Advokatova // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2022. – Vol. 13(9). – P. 910–915. – DOI: 10.14569/IJACSA.2022.01309116.

## References

1. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 21.07.2020 g. № 474 «O natsionalnyh tselyah razvitiya Rossijskoj Federatsii na period do 2030 goda» [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>.

2. Ministerstvo tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovyh kommunikatsij Rossijskoj Federatsii. ИТ-отрасль [Electronic resource]. – Access mode : [https://digital.gov.ru/ru/activity/statistic/rating/it-otrasl/?utm\\_referrer=https%3a%2f%2fdigital.gov.ru%2fru%2factivity%2fstatistic%2f](https://digital.gov.ru/ru/activity/statistic/rating/it-otrasl/?utm_referrer=https%3a%2f%2fdigital.gov.ru%2fru%2factivity%2fstatistic%2f).

3. Advokatova, A.S. Issledovanie alternativnykh kontseptsij nalogovogo regulirovaniya kak faktora obespecheniya novej industrialnoj revolyutsii v Rossii : monografiya / A.S. Advokatova, E.V. Balatskij, V.P. Vishnevskij, L.I. Goncharenko, A.V. Gurnak i dr. – M. : KnoRus, 2023. – 490 s.

4. Majburov, I.A. Nalogovaya politika Rossijskoj Federatsii v kontekste tselej ustojchivogo razvitiya : koll. monografiya / I.A. Majburov, A.S. Advokatova, O.V. Andrienko, I.V. Bagautdinova, S.A. Belozеров. – M. : YUniti-Dana, 2023. – 360 s.

5. Goncharenko, L.I. Otsenka effektivnosti nalogovyh lgot : monografiya / L.I. Goncharenko, M.R. Pinskaya, O.V. Mandroshchenko, E.S. Migashkina, O.N. Savina i dr. – M. : Rusajns, 2017. – 170 s.
6. Suslina, A.L. Rabotaet li nalogovoe stimulirovanie innovatsij? Otsenka effektivnosti v Rossii i v mire / A.L. Suslina, R.S. Leuhin // Nauchno-issledovatel'skij finansovij institut. Finansovij zhurnal. – 2018. – № 5(45). – S. 58–69.
8. Grant, S.K. Nalogovye stimuly razrabotki otechestvennogo programmnogo obespecheniya / S.K. Grant, A.A. Kopina // Nalogi. – 2022. – № 4. – S. 29–34.
10. YUdin, A.E. Otsenka vliyaniya nalogovogo manevra v it-otrasli na pokazateli nalogovyh postuplenij / A.E. YUdin // Nalogovaya politika i praktika. – 2022. – № 5(233). – S. 46–49.

---

### Налогообложение квалифицируемой прибыли как альтернатива мерам налогового маневра в Российской Федерации

И.В. Колотовкин

*ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,  
г. Москва (Россия)*

**Ключевые слова и фразы:** налоговый маневр в ИТ; налоговые льготы; информационные технологии в налогообложении; ИТ-компания; налоговый режим.

**Аннотация.** Предмет исследования – модель льготного налогообложения прибыли организаций отрасли информационных технологий (ИТ) с применением стандартной ставки налогообложения и особого механизма определения квалифицируемой прибыли (КП), позволяющего снизить эффективную ставку налогообложения КП и достичь таким образом стимулирующего эффекта для ИТ-организаций. Предложенная модель фокусирует национальную налоговую политику на стимулирование научно-исследовательских работ на территории Российской Федерации с одновременным противодействием получившей широкое распространение деятельности экономических агентов по эрозии базы.

Предложенная автором форма расчета КП модифицирует порядок расчета налоговой базы таким образом, что квалифицируемая выручка уменьшается не только на квалифицируемые затраты, но и на повышающие затраты, размер которых зависит от фактически понесенных квалифицируемых затрат на территории Российской Федерации. Применение стандартной номинальной ставки 20 % к модифицированной таким образом базе приводит при выполнении квалифицирующих условий к снижению эффективной ставки налога, нижнее значение которого предлагается ограничить 2,5 %, что соответствует минимальной ставке налогообложения технологических компаний на Кипре, делая предлагаемую модель конкурентной. Предложенная формула учитывает установленный нижний порог. Результаты тестирования предложенной модели показали ее основные преимущества: высокая стимулирующая способность, сравнимая с мерами налогового маневра в ИТ, обусловленность применения льгот деятельностью на территории Российской Федерации, иммунитет к наличию непрофильной выручки и внереализационных доходов, упрощение налогового администрирования.

---

© I.V. Kolotovkin, 2024

УДК 338.4

## The New Digital Trends Applied to Management in Inter-Organizational and Shared Consumption Companies

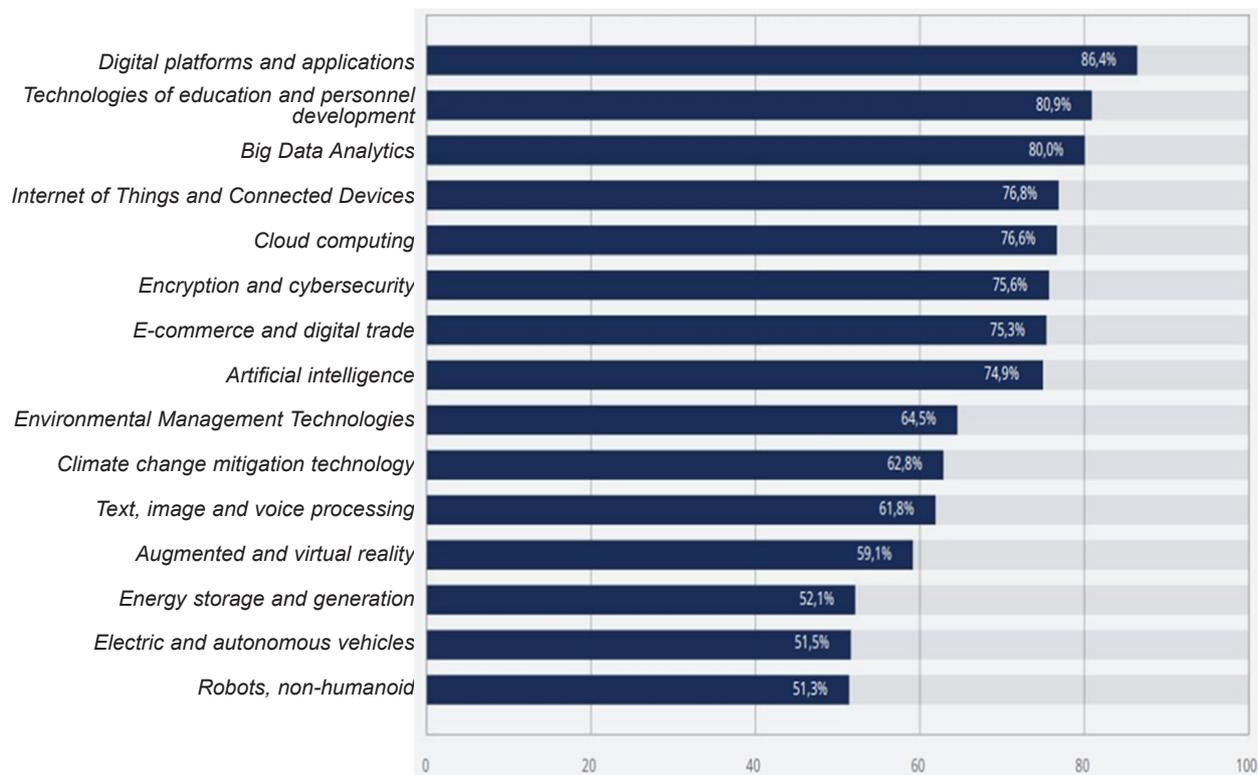
Cesar Armando Nunez Esquivel

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
St. Petersburg (Russia)*

**Key words and phrases:** new digital trends; sharing economy; digital transformation; e-commerce; digital logistics; supply chain.

**Abstract.** This article analyzes methodologies that are applying to the new trends of the digital transformation and their changes in management. The purpose of the investigation is to analyze new digital trends applied by the management of inter-organizational and shared consumption companies to propose sustainable solutions to the changes that occur in these companies. The hypothesis is the assumption that the growth of electronic commerce driven by new digital trends is changing the management processes of inter-organizational companies. Research methodology. For this article, a methodology was used based in the analysis of quantitative data, data from international management and economics journals that contain statistical analyzes on the latest digital trends such as artificial intelligence and autonomous robots. Results. With the arrival of digital technologies, interorganizational companies have experienced greater transformation, which confirms that processes in management and elimination of intermediaries have been reduced with the new trends of doing commerce and production in electronic commerce and collaborative consumption, which will increase in the next 5 years.

In recent years, economic changes have changed the way products are sold in the markets. According to the World Economic Forum (**WEF**), this has caused social unrest and political unrest in many cases due to the acceleration of these new trends, of which many participating companies are not prepared for these changes, without knowing how to take advantage of the opportunities. This study highlights the importance to stay up to date with the changes produced by new technologies to guarantee the future success of companies [7]. For this reason, it is necessary to describe the main changes, in the analysis of the growth trends of e-commerce, which is expected to increase significantly in the next 5 years, changes in the supply chain and the introduction of artificial intelligence in Data analysis and logistics make it necessary to restructure the management of all companies so that they can maintain their presence in



**Fig. 1.** Technology implementation, 2023–2027. Source: World Economic Forum, Future of Jobs Study 2023

international markets. Michael Porter [4], analyzes the power that customers possess, it means the ability to influence the decisions and actions of companies in the industry it can be applied in our days with digital trends, customers are increasingly demanding and it is difficult to retain them. According to recent statistical reports from official magazines such as the World Economic Forum, Mc Kinsey, Deloitte, Boston Consulting Group and other sources, they also mention the importance of these digital trends; they have relevance in all inter-organizational business. Experts no doubt about that, digital transformation and new changes in the way of manage the businesses since it has improved communication, helping decision-making in streamlining the supply chain, automating processes, based on data to ensure compliance with the regulations that companies require. These trends represent an opportunity that allows companies to expand globally and compete more effectively in an increasingly interconnected market. E-commerce refers to online transactions for the purchase and sale of goods and services through websites, mobile applications, social networks or other digital channels. It is known that e-commerce has the ability to reach a global audience, where companies can sell their products and services in all parts of the world without the need to have a physical store in each location as was the case before and mainly allowing.

- Operating costs are reduced: Since e-commerce has lower operating costs in its processes, it allows companies to reduce their costs in renting a store, paying salaries for store staff and the payment of other services such as electricity, water and maintenance.

- Offer customers convenience and flexibility: Customers, feel more comfortable with e-commerce offers, allowing them to purchase products anytime, anywhere, simply from their devices, giving them an advantage to avoid visit the store in person. According to the World

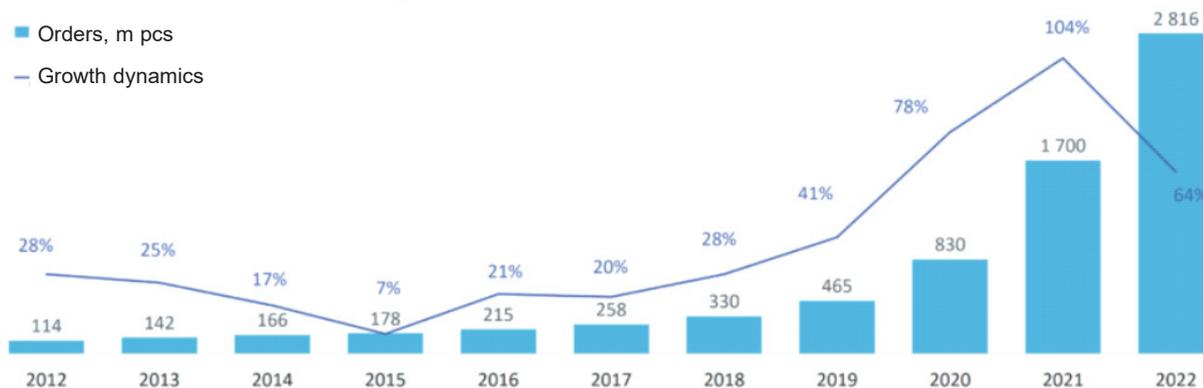


Fig. 2. Top 10 countries by online sales growth rate. Source: Data Insight 2022 analysts

Economic Forum (**WEF**) publication, *The Future of Jobs*, 86 % of respondents expect greater access to digital technologies to transform their organizations, 52 % expect it to lead to growth in employment and specialist professionals in electronic commerce [7].

Taking into account new digital trends as the protagonist of changes in the supply chain, the following are presented:

- Process automation: It speeds up inventory management and increases a fast process and can reduce costs, so with the help of technology will fast take decisions than was previously done.
- Artificial intelligence: To improve the ability to forecast demand and identify new trends can give lower costs and greater efficiency in the management of companies.
- Improved communication: This ensures seamless communication between various supply chain participants, resulting in greater production efficiency and savings in operating costs.
- Increase in demand for logistics services: Driven by electronic commerce, logistics plays a fundamental role in the efficiency of the supply chain and bring the ability of companies to be more competitive in the global market reducing delivery time [1].
- Advanced automation: The use of autonomous vehicles and robots in warehouses has led to greater efficiency and precision in logistics processes, especially in the way warehouse management and product delivery are carried out today. Customers can receive precise information about the status of their shipments. Electronic commerce continues to grow due to new trade agreements that facilitate the expansion of supply chains from the local to the global, for this the new logistics processes eliminate intermediaries and make direct deliveries from the manufacturer, contrary to the traditional logistics processes that delivery speeds are slower because they use intermediaries and go through several stages of the supply chain.

The study results show the impact of digital platforms and mobile applications: Fig. 1 shows that 86.4 % of companies are likely to adopt platforms and applications that can be used for e-commerce and the 75.3 % plan to adopt this new technology before 2027. Additionally, expected future trends in technology implementation in companies. Fig. 1 also shows the big data, the cloud computing and the artificial intelligence, which remain popular at 80 %, 76.6 and 74.9 % respectively, meaning that on average about 75 % of the technologies that companies are looking for will be used in the next five years [7]. For example, the turnover online retail at Russian market at the end of 2022 amounted to 5.7 trillion rubles, an increase of 64 % compared to 2021. Such data was published by Data Insight analysts in March 2023 according to the data

in Fig. 2.

In conclusion, the new structuring in the management of electronic processes will affect the classic model applied in supply chains, so it will also affect logistical issues, where adaptation is most needed so that these companies can continue their presence in the coming years. According to Porter, customers exert pressure on the market, who expect fast results in the time of delivery when they are using electronic commerce, so companies face a great challenge of adaptation. These will cause that inter-organizational business with a previously occupied large infrastructures in the cities, replace in future traditional companies by all online services and manage, and not serve physical businesses as usual, in the case of manufacturers since their warehouses will be able to make direct sales with their customers, eliminating trade through intermediaries to the forecasts and trends, but in exchange they will gain greater profitability and reputation with their clients, if they take the necessary measures that allow the use of artificial intelligence to streamline and reduce management processes and the use of autonomous robots in logistics use, in the next 5 years. These findings can serve as a basis for future research and related opportunities on topics related to the management of interorganizational companies and the collaborative economy, aspects that will change and impact electronic commerce, the supply chain and logistics, to take advantage of this information and make gains, but to companies, using digital resources to their advantage.

### References

1. Дуболазов, В.А. Ключевые вопросы цифровизации закупочной логистики от определения потребности в материалах до размещения заказов / В.А. Дуболазов, З.Л. Симакова // Тенденции развития логистики и управления цепями поставок. Сборник статей III Международной научно-практической конференции. – Курск, 2022.
2. Нунес, Е.С.А. Рынок труда и образование в условиях четвертой промышленной революции / Е.С.А. Нунес, В.А. Дуболазов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2019. – № 11.
3. Мак Кинси. Резюме Global Economics Intelligence, 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/our-insights/global-Economics-intelligence-executive-summary-september-2023>.
4. Портер, М.Э. Конкурентная стратегия: методы анализа отраслей и конкурентов / М.Э. Портер, 1998.
5. Сеть ПВК. Шесть измерений гибкого предприятия: что делают ведущие компании, 2023. – С. 15–27 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.strategyand.pwc.com/us/en/reports/2020/six-dimensions-of-the-agile-enterprise/six-dimensions-of-the-agile-enterprise.pdf>.
6. Всемирный Экономический Форум. Передовое производство: новый рассказ, 2023. – С. 4–17 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Advanced\\_Manufacturing\\_A\\_New\\_Narrative\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Advanced_Manufacturing_A_New_Narrative_2023.pdf).
7. Всемирный Экономический Форум. Отчет о будущем рабочих мест, 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf).

### References

1. Dubolazov, V.A. Klyuchevye voprosy tsifrovizatsii zakupochnoj logistiki ot opredeleniya

potrebnosti v materialah do razmeshcheniya zakazov / V.A. Dubolazov, Z.L. Simakova // Tendentsii razvitiya logistiki i upravleniya tsepyami postavok. Sbornik statej III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii. – Kursk, 2022.

2. Nunes, E.S.A. Rynok truda i obrazovanie v usloviyah chetvertoj promyshlennoj revolyutsii / E.S.A. Nunes, V.A. Dubolazov // Nauchno-tehnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki. – 2019. – № 11.

3. Mak Kinsi. Rezyume Global Economics Intelligence, 2023 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/our-insights/global-Economics-intelligence-executive-summary-september-2023>.

4. Porter, M.E. Konkurentnaya strategiya: metody analiza otraslej i konkurentov / M.E. Porter, 1998.

5. Set PVK. S Hest izmerenij gibkogo predpriyatiya: chto delayut vedushchie kompanii, 2023. – S. 15–27 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.chromeextension://efaidnbmnnnibpccajpcglclefindmkaj/https://www.strategyand.pwc.com/us/en/reports/2020/six-dimensions-of-the-agile-enterprise/six-dimensions-of-the-agile-enterprise.pdf>.

6. Vsemirnij Ekonomicheskij Forum. Peredovoe proizvodstvo: novij rasskaz, 2023. – S. 4–17 [Electronic resource]. – Access mode : [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Advanced\\_Manufacturing\\_A\\_New\\_Narrative\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Advanced_Manufacturing_A_New_Narrative_2023.pdf).

7. Vsemirnij Ekonomicheskij Forum. Otchet o budushchem rabochih mest, 2023 [Electronic resource]. – Access mode : [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf).

---

### **Новые цифровые тенденции применительно к менеджменту в межорганизационных компаниях совместного потребления**

Сесар Армандо Нунес Эскивель

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,  
г. Санкт-Петербург (Россия)*

**Ключевые слова и фразы:** новые цифровые тренды; совместное потребление; цепочка поставок; цифровая логистика; цифровая трансформация; электронная коммерция.

**Аннотация.** В данной статье анализируются методологии, которые применяются к новым тенденциям цифровой трансформации и их изменениям в управлении.

Цель исследования – проанализировать новые цифровые тенденции, применяемые руководством компаний межорганизационного и совместного потребления, чтобы предложить устойчивые решения изменений, происходящих в этих компаниях.

Гипотеза заключается в предположении, что рост электронной коммерции, обусловленный новыми цифровыми тенденциями, меняет процессы управления межорганизационными компаниями.

Для этой статьи была использована методология, основанная на анализе количественных данных, данных международных журналов по менеджменту и экономике, которые содержат статистический анализ последних цифровых тенденций, таких как искусственный интеллект и автономные роботы.

Полученные результаты: с приходом цифровых технологий межорганизационные компании претерпели большую трансформацию, что подтверждает, что процессы управления

и устранения посредников сократились с новыми тенденциями ведения торговли и производства в электронной коммерции и совместного потребления, которое будет увеличиваться в ближайшие 5 лет.

---

© Cesar Armando Nunez Esquivel, 2024

## List of Authors

- Vanus D.S.** – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: dahiws@Gmail.com
- Ванус Д.С.** – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: dahiws@Gmail.com
- Golitsyn V.S.** – Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: polskaintospace@yandex.ru
- Голицын В.С.** – студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: polskaintospace@yandex.ru
- Buzhynsky M.S.** – Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: buzhynskiy2003@gmail.com
- Бужынский М.С.** – студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: buzhynskiy2003@gmail.com
- Marchenko N.V.** – Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: marchenko\_n.v@mail.ru
- Марченко Н.В.** – студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: marchenko\_n.v@mail.ru
- Naumova A.V.** – Master's Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: anastasiاناumova98@mail.ru
- Наумова А.В.** – магистрант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: anastasiاناumova98@mail.ru
- Musienko S.F.** – Master's Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: S.f-555@mail.ru
- Мусиенко С.Ф.** – магистрант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: S.f-555@mail.ru
- Alkhatatnikh A.Ya.** – Master's Student, Volgograd State Technical University, Volgograd (Russia), e-mail: o.khtatneh@hotmail.com
- Альхататних А.Я.** – магистрант Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград (Россия), e-mail: o.khtatneh@hotmail.com
- Mikhailichenko M.A.** – Master's Student, Volgograd State Technical University, Volgograd (Russia), e-mail: max\_mix9@mail.ru
- Михайличенко М.А.** – магистрант Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград (Россия), e-mail: max\_mix9@mail.ru

**Kondaurov P.P.** – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Energy Supply, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation, Volgograd State Technical University, Volgograd (Russia), e-mail: pavka\_kpp@mail.ru

**Кондауров П.П.** – кандидат технических наук, доцент кафедры энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград (Россия), e-mail: pavka\_kpp@mail.ru

**Konovalenko A.A.** – Assistant, Department of Energy Supply, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation, Volgograd State Technical University, Volgograd (Russia), e-mail: artyom.konovalenko34@yandex.ru

**Коноваленко А.А.** – ассистент кафедры энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград (Россия), e-mail: artyom.konovalenko34@yandex.ru

**Gurkin A.Yu.** – Lecturer, Department of Construction Materials Science, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: gurkinayu@mgsu.ru

**Гуркин А.Ю.** – преподаватель кафедры строительного материаловедения Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: gurkinayu@mgsu.ru

**Zabelina O.B.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of Technology and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: kafedra\_spps@mail.ru

**Забелина О.Б.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры технологии и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: kafedra\_spps@mail.ru

**Sedov D.S.** – Master's Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: 9427744@mail.ru

**Седов Д.С.** – магистрант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: 9427744@mail.ru

**Chernyshova T.V.** – Senior Lecturer, Department of Integrated Safety in Construction, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: Chernyshova.T1@yandex.ru

**Чернышова Т.В.** – старший преподаватель кафедры комплексной безопасности в строительстве Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: Chernyshova.T1@yandex.ru

**Chernyshova E.A.** – Junior Researcher, Research Engineering Center "Sintez", Moscow (Russia), e-mail: harchenkoevgenia@gmail.com

**Чернышова Е.А.** – младший научный сотрудник Научно-исследовательского инженерного центра «Синтез», г. Москва (Россия), e-mail: harchenkoevgenia@gmail.com

**Titkov A.A.** – General Director, VashExpert LLC, Moscow (Russia), e-mail: vashexpert2016@yandex.ru

**Титков А.А.** – генеральный директор ООО «ВашЭксперт», г. Москва (Россия), e-mail: vashexpert2016@yandex.ru

**Hanani Mahmoud I.M.** – Postgraduate Student, Russian Peoples' Friendship University, Moscow (Russia), e-mail: hanani.mahmoud@hotmail.com

**Ханани Махмуд И.М.** – аспирант Российского университета дружбы народов, г. Москва (Россия), e-mail: hanani.mahmoud@hotmail.com

**Lapidus A.A.** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technology and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: lapidusAA@mgsu.ru

**Лapidус А.А.** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: lapidusAA@mgsu.ru

**Yan Jingjing** – Postgraduate Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: yanjingjing@mail.ru

**Янь Цзинцзин** – аспирант Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: yanjingjing@mail.ru

**Kolotovkin I.V.** – Postgraduate Student, Financial University under the Government of the Russian Federation; Financial Director of Rock Flow Dynamics LLC, Moscow (Russia), e-mail: igor.kolotovkin@gmail.com

**Колотовкин И.В.** – аспирант Финансового университета при Правительстве Российской Федерации; финансовый директор ООО Rock Flow Dynamics, г. Москва (Россия), e-mail: igor.kolotovkin@gmail.com

**Cesar Armando Nunez Esquivel** – Applicant, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg (Russia), e-mail: cesarnesquivel@gmail.com

**Сесар Армандо Нунес Ескивель** – соискатель Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург (Россия), e-mail: cesarnesquivel@gmail.com

---

**COMPONENTS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS**  
**№ 1(91) 2024**  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

---

Manuscript approved for print 22.01.24  
Format 60.84/8  
Conventional printed sheets 8.84  
Published pages 4.55  
200 printed copies

16+

Printed by Zonari Leisure LTD. Paphos