



ISSN 1993-3495 online

**Донбасская  
национальная академия  
строительства и архитектуры**

**Donbas  
National Academy of  
Civil Engineering and Architecture**

**Современное  
промышленное  
и гражданское  
строительство**

**Modern  
Industrial  
and Civil  
Construction**

**2024 Tom 20, Номер 4**

**2024, Volume 20, Number 4**

редакторы

**Муцанов Владимир  
Лалин Владимир  
Туснин Александр**

Edited by

**Mushchanov Vladimir  
Lalin Vladimir  
Tusnin Aleksander**

[spigs.ru](http://spigs.ru)



## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Муцанов Владимир Филиппович**, главный редактор, доктор технических наук, профессор  
**Югов Анатолий Михайлович**, заместитель главного редактора (научный редактор),  
доктор технических наук, профессор  
**Егорова Елена Владимировна**, ответственный редактор, кандидат технических наук, доцент

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Бенаи Хафизулла Аминуллович**,  
доктор архитектуры, профессор  
**Большаков Андрей Геннадьевич**,  
доктор архитектуры, профессор  
**Братчун Валерий Иванович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Вавилонская Татьяна Владимировна**,  
доктор архитектуры, профессор  
**Ветрова Наталья Моисеевна**,  
доктор технических наук, профессор  
**Гайворонский Евгений Алексеевич**,  
доктор архитектуры, профессор  
**Горожанкин Сергей Андреевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Горохов Евгений Васильевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Губанов Вадим Викторович**,  
доктор технических наук, доцент  
**Егорова Елена Владимировна**,  
кандидат технических наук, доцент  
**Кондращенко Валерий Иванович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Корсун Владимир Иванович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Лалин Владимир Владимирович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Левченко Виктор Николаевич**,  
кандидат технических наук, профессор  
**Лукьянов Александр Васильевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Любомирский Николай Владимирович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Муцанов Владимир Филиппович**,  
доктор технических наук, профессор

**Нагаева Зарема Садыковна**,  
доктор архитектуры, профессор  
**Найманов Аубекир Ягопирович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Насонкина Надежда Геннадиевна**,  
доктор технических наук, профессор  
**Нездойминов Виктор Иванович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Олейник Павел Павлович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Олексюк Анатолий Алексеевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Пенчук Валентин Алексеевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Петраков Александр Александрович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Рожков Виталий Сергеевич**,  
кандидат технических наук, доцент  
**Туснин Александр Романович**,  
кандидат технических наук, доцент  
**Фролова Светлана Александровна**,  
кандидат химических наук, доцент  
**Царенко Сергей Николаевич**,  
доктор физ.-мат. наук, доцент  
**Шаленный Василий Тимофеевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Шейна Светлана Георгиевна**,  
доктор технических наук, профессор  
**Шолух Николай Владимирович**,  
доктор архитектуры, профессор  
**Югов Анатолий Михайлович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Ядыкина Валентина Васильевна**,  
доктор технических наук, профессор

## 2024 • ТОМ 20 • НОМЕР 4

### Журнал «Современное промышленное и гражданское строительство»

Основан Донбасской национальной академией строительства и архитектуры.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации:

ЭЛ № ФС 77 – 86359 от 17.11.2023 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Выпускается по решению ученого совета ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

Протокол № 4 от 06.12.2024 г.

С 2024 года журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук» (перечень ВАК Российской Федерации).

Журнал издаётся на русском и английском языках.

Перепечатка, копирование и воспроизведение всех материалов журнала возможны только с письменного разрешения редакции.

© ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2024  
<https://spigs.ru>; e-mail: [spigs@donnasa.ru](mailto:spigs@donnasa.ru)

Дизайн оригинал-макета С. В. Гавенко, компьютерная верстка М. К. Гаврик

Подписано к выпуску 28.12.2024 г.

Выпущено в издательстве ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

ФГБОУ ВО «ДОННАСА», Российская Федерация, Донецкая Народная Республика,  
286128, г. о. Макеевка, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2.

## EDITORIAL TEAM

---

**Vladimir Mushchanov**, Editor-in-Chief, DSc (Engineering), Professor  
**Anatoliy Yugov**, Deputy Editor-in-Chief (Scientific Editor), DSc (Engineering), Professor  
**Elena Egorova**, Executive Editor, PhD (Engineering)

## EDITORIAL BOARD

---

**Hafizulla Benai**,  
DSc (Architecture), Professor  
**Andrey Bolshakov**,  
DSc (Architecture), Professor  
**Valery Bratchyn**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Tatyana Vavilonskaya**,  
DSc (Architecture), Professor  
**Natalia Vetrova**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Evgeniy Gayvoronskiy**,  
DSc (Architecture), Professor  
**Sergiy Gorozhankin**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Yevgen Gorokhov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Vadim Gubanov**,  
DSc (Engineering), Associate Professor  
**Elena Egorova**,  
PhD (Engineering)  
**Valery Kondrashchenko**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Vladimir Korsun**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Vladimir Lalin**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Viktor Levchenko**,  
PhD (Engineering), Professor  
**Lukyanov Alexander**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Nikolai Lubomirski**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Vladimir Mushchanov**,  
DSc (Engineering), Professor

**Zarema Nagaeva**,  
DSc (Architecture), Professor  
**Aubekir Nayimanov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Nadiy Nasonkina**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Victor Nezdoyminov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Pavel Oleynik**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Anatoliy Oleksyuk**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Valentine Penchuk**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Aleksander Petrakov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Vitalii Rozhkov**,  
DSc (Engineering), Associate Professor  
**Alexander Tusnin**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Svetlana Frolova**,  
PhD (Chemistry), Associate Professor  
**Sergei Tsarenko**,  
DSc (Phys.-Math.), Associate Professor  
**Vasily Shalenny**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Svetlana Sheina**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Nickolay Sholukh**,  
DSc (Architecture), Professor  
**Anatoliy Yugov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Valentina Yadykina**,  
DSc (Engineering), Professor

## 2024 • VOLUME 20 • NUMBER 4

---

### «Modern Industrial and Civil Construction» Journal

Has been established by Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The mass media registration:

EL № FS 77 – 86359 dated November 17, 2023 issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Communications (Roskomnadzor).

Issued on Science Council decision of FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»  
Minutes № 4 from 06.12.2024.

From 2024 the journal was included in the «List of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of Candidate of Sciences, for the degree of Doctor of Sciences»  
(the list of the Higher Attestation Commission (VAK) of the Russian Federation).

The journal is published in Russian and English

No part of this publication may be reproduced, reprinted or copied  
without a prior written permission of the Editorial Board

© FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», 2024  
<https://spigs.ru>; e-mail: [spgs@donnasa.ru](mailto:spgs@donnasa.ru)

Layout design S. V. Gavenko, computer make-up M. K. Gavrik

Signed for the publication 28.12.2024.

Issued by the Publishing House of the FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»  
FSBEI HE «DNACEA», Russian Federation, 286128, Makeevka, Derzhavin st., 2.  
Telefax: +7 (856) 343-7033, +7 (856) 343-7028.



Донбасская национальная академия строительства и архитектуры  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО  
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

2024, ТОМ 20, НОМЕР 4  
2024, VOLUME 20, NUMBER 4

Макеевка 2024