



**Донбасская национальная академия  
строительства и архитектуры**

**Донбаська національна академія  
будівництва і архітектури**

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

# **Современное промышленное и гражданское строительство**

## **Сучасне промислове та цивільне будівництво**

### **Modern Industrial and Civil Construction**

**2021, Том 17, Номер 3**

**2021, Том 17, Номер 3**

**2021, Volume 17, Number 3**

**редакторы**

**Мущанов Владимир  
Завадскас Едмундас  
Кведарас Аудронис**

**редактори**

**Мущанов Володимир  
Завадскас Едмундас  
Кведарас Аудроніс**

**edited by**

**Mushchanov Volodymyr  
Zavadskas Edmundas  
Kvedaras Audronis**

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

---

**Мушанов 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  
**Валд Франтишек**,  
доктор технических наук, профессор  
**Верюжский Юрий Васильевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Горожанкин Сергей Андреевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Горохов Евгений Васильевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Губанов Вадим Викторович**,  
доктор технических наук, доцент  
**Даков Димитар**,  
кандидат технических наук, профессор  
**Егорова Елена Владимировна**,  
кандидат технических наук, доцент  
**Завадскас Едмундас**,  
доктор технических наук, профессор  
**Илиополов Сергей Константинович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Кведарас Андронис**,  
доктор технических наук, профессор  
**Корсун Владимир Иванович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Левин Виктор Матвеевич**,  
доктор технических наук, профессор

**Лобов Михаил Иванович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Любомирский Николай Владимирович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Муксинов Равиль Мунирович**,  
доктор архитектуры, профессор  
**Мушанов Владимир Филиппович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Нагаева Зарема Садыковна**,  
доктор архитектуры, профессор  
**Найманов Аубекир Ягопирович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Пенчук Валентин Алексеевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Петраков Александр Александрович**,  
доктор технических наук, профессор  
**Тамразян Ашот Георгиевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Фролова Светлана Александровна**,  
кандидат химических наук, доцент  
**Царенко Сергей Николаевич**,  
доктор физ.-мат. наук, доцент  
**Шаленный Василий Тимофеевич**,  
доктор технических наук, профессор  
**Шолух Николай Владимирович**,  
доктор архитектуры, доцент  
**Ядыкина Валентина Васильевна**,  
доктор технических наук, профессор  
**Югов Анатолий Михайлович**,  
доктор технических наук, профессор

## 2021 • ТОМ 17 • НОМЕР 3

---

### Журнал «Современное промышленное и гражданское строительство»

Основан Донбасской национальной академией строительства и архитектуры.  
Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
серия ААА №000092 от 17.01.2017 г. выдано Министерством информации ДНР.

Выпускается по решению ученого совета ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

Протокол № 2 от 27.09.2021 г.

Приказом МОН ДНР №464 от 02.05.2017 г. журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий,  
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание  
ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по техническим наукам.

Журнал издается на русском, украинском и английском языках.

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

© ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2021  
<http://spgs.donnasa.ru>; e-mail: [spgs@donnasa.ru](mailto:spgs@donnasa.ru)

Дизайн оригинал-макета С. В. Гавенко, компьютерная верстка А. А. Куценкова,  
корректоры Л. М. Лещенко, Е. В. Гнездилова.

Подписано к выпуску 18.10.2021 г.

Выпущено в полиграфическом центре ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

ДонНАСА, 2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.

Телефоны: +38 (062) 343-7033, +38 (062) 343-7028

## РЕДАКЦІЙНА РАДА

---

**Мушанов Володимир Пилипович**, головний редактор, доктор технічних наук, професор  
**Югов Анатолій Михайлович**, заступник головного редактора (науковий редактор),  
доктор технічних наук, професор  
**Єгорова Олена Володимирівна**, відповідальний редактор, кандидат технічних наук, доцент

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

---

**Бенаї Хафізулла Амінулович**,  
доктор архітектури, професор  
**Большаков Андрій Геннадійович**,  
доктор архітектури, професор  
**Братчун Валерій Іванович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Валд Франтішек**,  
доктор технічних наук, професор  
**Верюжський Юрій Васильович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Горожанкін Сергій Андрійович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Горохов Євген Васильович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Губанов Вадим Вікторович**,  
доктор технічних наук, доцент  
**Даков Дімітар**,  
кандидат технічних наук, професор  
**Єгорова Олена Володимирівна**,  
кандидат технічних наук, доцент  
**Завадскас Едмундас**,  
доктор технічних наук, професор  
**Іліополов Сергій Костянтинович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Кведарас Андроніс**,  
доктор технічних наук, професор  
**Корсун Володимир Іванович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Левін Віктор Матвійович**,  
доктор технічних наук, професор

**Лобов Михайло Іванович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Любомирський Микола Володимирович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Муксінов Равіль Мунірович**,  
доктор архітектури, професор  
**Мушанов Володимир Пилипович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Нагаєва Зарема Садиківна**,  
доктор архітектури, професор  
**Найманов Аубекір Ягопирович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Пенчук Валентин Олексійович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Петраков Олександр Олександрович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Тамразян Ашот Георгійович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Фролова Світлана Олександрівна**,  
кандидат хімічних наук, доцент  
**Царенко Сергій Миколайович**,  
доктор фіз.-мат. наук, доцент  
**Шаленний Василь Тимофійович**,  
доктор технічних наук, професор  
**Шолух Микола Володимирович**,  
доктор архітектури, доцент  
**Ядикіна Валентина Василівна**,  
доктор технічних наук, професор  
**Югов Анатолій Михайлович**,  
доктор технічних наук, професор

## 2021 • ТОМ 17 • НОМЕР 3

---

### Журнал «Сучасне промислове та цивільне будівництво»

Заснований Донбаською національною академією будівництва і архітектури  
Свідоцтво про реєстрацію засобу масової інформації  
серія ААА № 000092 видано Міністерством інформації ДНР 17.01.2017 р.

Випускається за рішенням вченої ради ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури».  
Протокол № 2 от 27.09.2021 р.

Наказом МОН ДНР № 464 від 02.05.2017 р. журнал включено до переліку наукових видань, що рецензуються,  
в яких мають бути опубліковані основні наукові результати дисертацій на здобуття вченого ступеня кандидата наук,  
на здобуття вченого ступеня доктора наук з технічних наук.

Журнал видається російською, українською і англійською мовами.  
Передрукування, копіювання та відтворення всіх матеріалів журналу можливі  
тільки за письмовою згодою редакційної колегії.  
© ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», 2021  
<http://spgs.donnasa.ru>; e-mail: [spgs@donnasa.ru](mailto:spgs@donnasa.ru)

Дизайн оригінал-макету С. В. Гавенко, комп'ютерна верстка А. А. Куценкова,  
коректори Л. М. Лещенко, О. В. Гнездилова  
Підписано до випуску 18.10.2021 р.

Випущено в поліграфічному центрі ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури».  
ДОННАБА, 2, вул. Державіна, Макіївка, ДНР, 86123  
Телефони: +38 (062) 343-7033, +38 (062) 343-7028

## EDITORIAL TEAM

---

**Volodymyr 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  
**Frantisek Vald**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Yuriy Veruzhski**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Sergiy Gorozhankin**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Yevgen Gorokhov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Vadim Gubanov**,  
DSc (Engineering), Associate Professor  
**Dimitar Dakov**,  
PhD (Engineering), Professor  
**Elena Egorova**,  
PhD (Engineering)  
**Endmyndas Zavadskas**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Sergey Iliopolov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Andronis Kwedaras**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Volodymyr Korsun**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Viktor Levin**,  
DSc (Engineering), Professor

**Michail Lobov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Nikolai Lubomirski**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Ravil Muksinov**,  
DSc (Architecture), Professor  
**Volodymyr Mushchanov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Zarema Nagaeva**,  
DSc (Architecture), Professor  
**Aubekir Nayimanov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Valentine Penchuk**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Aleksander Petrakov**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Ashot Tamrazian**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Svetlana Frolova**,  
PhD (Chemistry)  
**Sergei Tsarenko**,  
DSc (Phys.-Math.), Associate Professor  
**Vasily Shalenny**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Nickolay Sholukh**,  
DSc (Architecture), Associate Professor  
**Valentina Yadykina**,  
DSc (Engineering), Professor  
**Anatoliy Yugov**,  
DSc (Engineering), Professor

## 2021 • VOLUME 17 • NUMBER 3

---

### «Modern Industrial and Civil Construction» Journal

Has been established by Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture  
The mass media registration certificate series AAA № 000092  
issued by the Ministry of information of Donetsk People's Republic on January 17, 2017.

Issued on Science Council decision of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture  
Minutes № 2 from 27.09.2021  
By order of the Ministry of Education of Donetsk People's Republic from 02.05.2017 the journal is included  
in the list of peer-reviewed scientific publications in which the main  
scientific analysis of Ph. D. thesis and Doctor of Science thesis must be published.

The journal is published in Ukrainian, Russian and English  
No part of this publication may be reproduced, reprinted or copied  
without a prior written permission of the Editorial Board  
© Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 2021  
<http://spgs.donnasa.ru>; e-mail: [spgs@donnasa.ru](mailto:spgs@donnasa.ru)

Layout design S. V. Gavenko, computer make-up A. A. Kutsenkova  
Correctors L. M. Leshchenko, E. V. Gnezdilova  
Signed for the publication 18.10.2021  
Issued by the Publishing Centre of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture  
DNACEA, 2, Derzhavin Str., Makiyivka, DPR, 86123.  
Phones: +38 (062) 343-7033, +38 (062) 343-7028





Донбасская национальная академия строительства и архитектуры  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО  
СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО  
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

2021, ТОМ 17, НОМЕР 3  
2021, TOM 17, HOMER 3  
2021, VOLUME 17, NUMBER 3

Макеевка 2021