



ISSN 1993-3517 online

**Донбасская национальная академия  
строительства и архитектуры**

**Донбаська національна академія  
будівництва і архітектури**

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

**Металлические  
Конструкции**

**Металеві  
Конструкції**

**Metal  
Constructions**

**2021, Том 27, Номер 4**

**2021, Том 27, Номер 4**

**2021, Volume 27, Number 4**

редакторы

**Горохов Евгений  
Казакевич Михаил  
Кведарас Аудронис**

редактори

**Горохов Євген  
Казакевич Михайло  
Кведарас Аудроніс**

edited by

**Gorokhov Yevgen  
Kazakovich Mykhaylo  
Kvedaras Audronis**

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

---

**Горохов Евгений Васильевич**, главный редактор, доктор технических наук, профессор  
**Мущанов Владимир Филиппович**, заместитель главного редактора  
(научный редактор), доктор технических наук, профессор  
**Танасогло Антон Владимирович**, ответственный редактор,  
кандидат технических наук, доцент

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

---

**Белый Григорий,**

доктор технических наук,  
профессор

**Вальд Фрэнтишек,**

доктор технических наук,  
профессор

**Васылев Владимир,**

кандидат технических наук, доцент

**Гарф Эдуард,**

доктор технических наук

**Голоднов Александр,**

доктор технических наук, с. н. с.

**Горохов Евгений,**

доктор технических наук, профессор

**Губанов Вадим,**

доктор технических наук, доцент

**Даков Димитар,**

кандидат технических наук

**Зюлко Ежи,**

доктор технических наук, профессор

**Казакевич Михаил,**

доктор технических наук, профессор

**Кведарас Аудронис,**

доктор технических наук, профессор

**Кинаш Роман,**

доктор технических наук, профессор

**Кульбах Валдек,**

доктор технических наук, профессор

**Мущанов Владимир,**

доктор технических наук, профессор

**Назим Ярослав,**

кандидат технических наук, доцент

**Пичугин Сергей,**

доктор технических наук, профессор

**Роменский Игорь,**

кандидат технических наук, доцент

**Свентиков Андрей,**

доктор технических наук, доцент

**Стоянов Владимир,**

доктор технических наук, профессор

**Танасогло Антон,**

кандидат технических наук, доцент

**Шебанин Вячеслав,**

доктор технических наук, профессор

## 2021 • ТОМ 27 • НОМЕР 4

---

### Журнал «Металлические конструкции»

Основан Донбасской национальной академией строительства и архитектуры

Редколлегия журнала «Металлические конструкции»  
ДОННАСА, 2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.  
Телефоны: +38 (062) 343-7033, +38 (062) 343-7028.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
серия ААА №000093 выдано Министерством информации ДНР 17.01.2017 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.

Выпускается по решению ученого совета ГОУ ВПО «ДОННАСА»  
Протокол № 4 от 29.11.2021.

Журнал издается на русском, украинском и английском языках.

Перепечатка, копирование и воспроизведение всех материалов журнала возможны  
только с письменного разрешения редакции.  
e-mail: mc@donnasa.ru; http://mc.donnasa.ru

Верстка Куценкова Анастасия, дизайн оригинал-макета Гавенко Сергей.

Корректоры: Л. М. Лещенко, Е. В. Гнездилова.

© 2021 ГОУ ВПО «ДОННАСА». Все права защищены.

Подписано к выпуску 13.12.2021 года.

## РЕДАКЦІЙНА РАДА

---

**Горохов Євген Васильович**, головний редактор, доктор технічних наук, професор  
**Мущанов Володимир Пилипович**, заступник головного редактора  
(науковий редактор), доктор технічних наук, професор  
**Танасогло Антон Володимирович**, відповідальний редактор,  
кандидат технічних наук, доцент

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

---

**Бєлий Григорій,**

доктор технічних наук,  
професор

**Вальд Франтішек,**

доктор технічних наук,  
професор

**Василев Володимир,**

кандидат технічних наук, доцент

**Гарф Едуард,**

доктор технічних наук

**Голоднов Олександр,**

доктор технічних наук, с. н. с.

**Горохов Євген,**

доктор технічних наук, професор

**Губанов Вадим,**

доктор технічних наук, доцент

**Даков Димитар,**

кандидат технічних наук

**Зюлко Єжи,**

доктор технічних наук, професор

**Казакевич Михайло,**

доктор технічних наук, професор

**Кведарас Аудроніс,**

доктор технічних наук, професор

**Кінаш Роман,**

доктор технічних наук, професор

**Кульбах Валдек,**

доктор технічних наук, професор

**Мущанов Володимир,**

доктор технічних наук, професор

**Назім Ярослав,**

кандидат технічних наук, доцент

**Пічугін Сергій,**

доктор технічних наук, професор

**Роменський Ігор,**

кандидат технічних наук, доцент

**Свєтїков Андрій**

доктор технічних наук, професор

**Стоянов Володимир,**

доктор технічних наук, професор

**Танасогло Антон,**

кандидат технічних наук, доцент

**Шєбанін В'ячеслав,**

доктор технічних наук, професор

---

2021 • ТОМ 27 • НОМЕР 4

---

### Журнал «Металеві конструкції»

Заснований Донбаською національною академією будівництва і архітектури

Редколегія журналу «Металеві конструкції»,

ДОННАБА, 2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.

Телефакс: +38 (062) 343-7033, +38 (062) 343-7028.

Свідоцтво про реєстрацію засобу масової інформації серія

ААА № 000093 видано Міністерством інформації ДНР 17.01.2017 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.

Випускається за рішенням вченої ради ДОО ВПО «ДОННАБА»

Протокол № 4 від 29.11.2021.

Журнал видається російською, українською і англійською мовами.

Передрукування, копіювання та відтворення всіх матеріалів журналу можливі тільки за письмовою згодою редакційної колегії.

e-mail: mc@donnasa.ru; http://mc.donnasa.ru

Верстка Куценкова Анастасія, дизайн оригінал-макету Гавенко Сергій.

Коректори: Л. М. Лещенко, О. В. Гнєздилова.

© 2021 ДОО ВПО «ДОННАБА». Всі права захищені.

Підписано до випуску 13.12.2021 року.

## EDITORIAL TEAM

---

**Yevgen Gorokhov**, Editor-in-Chief, DSc (Engineering), Professor  
**Volodymyr Mushchanov**, Deputy Editor-in-Chief (Scientific Editor),  
DSc (Engineering), Professor  
**Anton Tanasoglo**, Executive Editor, PhD (Engineering)

## EDITORIAL BOARD

---

**Alexander Golodnov**,

DSc (Engineering),  
Senior research officer

**Andrey Sventikov**,

DSc (Engineering),  
Associate Professor

**Anton Tanasoglo**,

PhD (Engineering), Associate Professor

**Audronis Kvedaras**,

DSc (Engineering), Professor

**Dimitar Dakov**,

PhD (Engineering)

**Edward Garf**,

DSc (Engineering)

**Frantisek Wald**,

DSc (Engineering), Professor

**Hryhoriy Belyi**,

DSc (Engineering), Professor

**Igor Romenskii**,

PhD (Engineering), Associate Professor

**Jerzy Ziulko**,

DSc (Engineering), Professor

**Mykhaylo Kazakevich**,

DSc (Engineering), Professor

**Roman Kinash**,

DSc (Engineering), Professor

**Sergiy Pichugin**,

DSc (Engineering), Professor

**Vadim Gubanov**,

DSc (Engineering), Associate Professor

**Valdek Kulbah**,

DSc (Engineering), Professor

**Volodymyr Mushchanov**,

DSc (Engineering), Professor

**Volodymyr Stoyanov**,

DSc (Engineering), Professor

**Volodymyr Vasylev**,

PhD (Engineering), Associate Professor

**Vyacheslav Shebanin**,

DSc (Engineering), Professor

**Yaroslav Nazim**,

PhD (Engineering), Associate Professor

**Yevgen Gorokhov**,

DSc (Engineering), Professor

---

2021 • VOLUME 27 • NUMBER 4

---

### «Metal Constructions» Journal

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

Editorial Board of «Metal Constructions» journal

DNACEA, 2, Derzhavin Str., Makiyivka, DPR, 86123.

Phones: +38 (062) 343-7033, +38 (062) 343-7028.

The mass media registration certificate series AAA № 000093

issued by the Ministry of information of Donetsk People's Republik on January 17, 2017.

By order of the Ministry of Education of Donetsk People's Republik 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.

Minutes № 4 from 29.11.2021.

Make-up Anastasiya Kutsenkova, layout design Sergey Gavenko.

Correctors: L. M. Leshchenko, E. V. Gnezdilova.

Copyright © 2021 Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. All rights reserved.

The journal is published in Russian, Ukrainian and English.

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

e-mail: mc@donnasa.ru; <http://mc.donnasa.ru>

Passed for the press 13.12.2021.

ISSN 1993-3517 online



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

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ  
МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ  
METAL CONSTRUCTIONS

2021, ТОМ 27, НОМЕР 4  
2021, TOM 27, HOMEP 4  
2021, VOLUME 27, NUMBER 4