

«Вестник МГСУ» — рецензируемый научно-технический журнал по строительству и архитектуре, целями которого являются формирование открытого информационного пространства для обмена результатами научных исследований и мнениями в области строительства между российскими и зарубежными исследователями; привлечение внимания к наиболее актуальным, перспективным и интересным направлениям строительной науки и практики, теории и истории градостроительства, архитектурного творчества.

В основных тематических разделах журнала публикуются оригинальные научные статьи, обзоры, краткие сообщения, статьи по вопросам применения научных достижений в практической деятельности предприятий строительной отрасли, рецензии на актуальные публикации

## Тематические рубрики

- Архитектура и градостроительство. Реконструкция и реставрация
- Проектирование и конструирование строительных систем. Строительная механика. Основания и фундаменты, подземные сооружения
- Строительное материаловедение
- Безопасность строительства и городского хозяйства
- Гидравлика. Геотехника. Гидротехническое строительство
- Инженерные системы в строительстве
- Технология и организация строительства. Экономика и управление в строительстве
- Краткие сообщения. Дискуссии и рецензии. Информация

<b>Наименование органа, зарегистрировавшего издание:</b>	Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-63119 от 18 сентября 2015 г.
<b>ISSN</b>	1997-0935 (Print) 2304-6600 (Online)
<b>Периодичность:</b>	12 раз в год
<b>Учредители:</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, Москва, Ярославское ш., д. 26; Общество с ограниченной ответственностью «Издательство АСВ», 129337, Москва, Ярославское ш., д. 19, корп. 1.
<b>Выходит при научно-информационной поддержке:</b>	Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), Международной общественной организации содействия строительному образованию — АСВ.
<b>Издатель:</b>	ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». Издательство МИСИ – МГСУ 129337, Москва, Ярославское ш., д. 26. Сайт: <a href="http://www.mgsu.ru">www.mgsu.ru</a> E-mail: <a href="mailto:journals@mgsu.ru">journals@mgsu.ru</a>
<b>Типография:</b>	Типография Издательства МИСИ – МГСУ 129337, Москва, Ярославское ш., д. 26 корп. 8. Тел.: (499) 183-91-44, 183-67-92, 183-91-90
<b>Сайт журнала:</b>	<a href="http://vestnikmgsu.ru">http://vestnikmgsu.ru</a>
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:journals@mgsu.ru">journals@mgsu.ru</a>
<b>Тел.:</b>	(495) 287-49-14, доб. 23-93
<b>Подписка и распространение:</b>	Журнал распространяется бесплатно в открытом доступе и по подписке. Подписка по Объединенному каталогу «Пресса России». Подписной индекс 83989. Цена свободная.
<b>Подписан в печать</b>	28.05.2021.
<b>Подписан в свет</b>	31.05.2021.
Формат 60×84/8. Усл. печ. л. 16,05. Тираж 100 экз. Заказ № 87	

## Главный редактор

*Валерий Иванович Теличенко*, академик, первый вице-президент Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., проф. каф. строительства объектов тепловой и атомной энергетики, почетный президент, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

## Заместители главного редактора

*Елена Анатольевна Король*, чл.-корр. Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., зав. каф. жилищно-коммунального комплекса, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

*Вера Владимировна Галишикова*, д-р техн. наук, доц., проф. каф. железобетонных и каменных конструкций, проректор, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

## Редакционная коллегия

**Павел Алексеевич Акимов**, д-р техн. наук, проф., академик РААСН, ректор, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Петр Банашук**, д-р, проф., Белостокский технологический университет, Республика Польша

**Александр Тевьетевич Беккер**, чл.-корр. Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., директор инженерной школы, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», Дальневосточная региональная организация Российской академии архитектуры и строительных наук, Владивосток, Российская Федерация

**Виталий Васильевич Беликов**, д-р техн. наук, главный научный сотрудник лаборатории гидрологии речных бассейнов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных проблем Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

**Х.Й.Х. Броуэрс**, проф., д.-инж. (технические науки, строительные материалы), Технический университет Эйндховена, Королевство Нидерландов (Голландия)

**Анвер Идрисович Бурханов**, д-р физ.-мат. наук, доц., зав. каф. физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация

**Йост Вальравен**, проф., д-р-инж. (технические науки, железобетонные конструкции), Технический университет Дельфта, Королевство Нидерландов

**Николай Иванович Ватин**, д-р техн. наук, проф., проф., федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Йозеф Вичан**, д-р, проф., Университет Жилина, Словацкая Республика

**Забигнев Вуйчицки**, д-р, проф., Вроцлавский технологический университет, Республика Польша

**Катажина Гладушевска-Федорук**, д-р техн. наук, проф., Белостокский технологический университет, Республика Польша

**Милан Голицки**, д-р, проф., Институт Клокнера Чешского технического университета в Праге, Чешская Республика

**Петр Григорьевич Грабовый**, д-р экон. наук, проф., зав. каф. организации строительства и управления недвижимостью, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Станислав Емиоло**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. сопротивления материалов, теории упругости и пластичности, Варшавский технологический университет, инженерно-строительный факультет

**Рольф Катценбах**, д-р инж., проф., Технический университет Дармштадт, Федеративная Республика Германия

**Дмитрий Вячеславович Козлов**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. гидравлики и гидротехнического строительства, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Марта Косор-Казербук**, д-р техн. наук, проф., Белостокский технологический университет, Республика Польша

**Сергей Владимирович Кузнецов**, д-р физ.-мат. наук, проф., главный научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

**Руда Лийас**, канд. экон. наук, профессор, Таллинский технический университет, Эстония

**Николай Павлович Осмоловский**, д-р физ.-мат. наук, проф., Институт системных исследований Польской академии наук, Варшава, Республика Польша

**Андрей Будимирович Пономарев**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. строительного производства и геотехники, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Российская Федерация

**Мирослав Премров**, д-р, проф., Мариборский университет, Республика Словения

**Светлана Васильевна Самченко**, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры Технологии вяжущих веществ и бетонов, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Армен Завенович Тер-Мартirosян**, д-р техн. наук, руководитель научно-образовательного центра «Геотехника», НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

## Редакция журнала

**Выпускающий редактор:** Анна Александровна Дядичева

**Редактор:** Татьяна Владимировна Бердникова

**Перевод на английский язык:** Ольга Валерьевна Юденкова

**Корректор:** Любовь Владимировна Светличная

**Дизайн и верстка:** Алина Германовна Алейникова

Журнал включен в утвержденный ВАК Минобрнауки России Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук. Индексируется в РИНЦ, Научной электронной библиотеке «КиберЛенинка», UlrichsWeb Global Serials Directory, DOAJ, EBSCO, Index Copernicus, RSCI (Russian Science Citation Index на платформе Web of Science), ResearchBib

## Председатель редакционного совета

*Александр Романович Туснин*, д-р техн. наук., доц., проф. каф. металлических и деревянных конструкций, проректор, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

## Редакционный совет

**Юрий Владимирович Алексеев**, д-р архитектуры, проф., проф. каф. градостроительства, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Юрий Михайлович Баженов**, акад. Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии вяжущих веществ и бетонов, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Николай Владимирович Баничук**, д-р физ.-мат. наук, проф., зав. лаб. механики и оптимизации конструкций, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

**Игорь Андреевич Бондаренко**, акад. Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р архитектуры, проф., директор, Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «ЦНИИП Минстроя России» Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства (НИИТИАГ), Москва, Российская Федерация

**Наталья Григорьевна Верстина**, д-р экон. наук, проф., зав. каф. менеджмента и инноваций, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Александр Николаевич Власов**, д-р техн. наук, директор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт прикладной механики Российской академии наук», Москва, Российская Федерация

**Владимир Геннадьевич Гагарин**, чл.-корр. Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, Москва, Российская Федерация

**Александр Витальевич Гинзбург**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Нина Васильевна Данилина**, д-р техн. наук, зав. каф. градостроительства, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Олег Васильевич Кабанцев**, д-р техн. наук, доц., директор научно-технических проектов, проф. кафедры железобетонных и каменных конструкций НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Михаил Николаевич Кирсанов**, д-р физ.-мат. наук, проф. каф. робототехники, мехатроники, динамики и прочности машин, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ»), Москва, Российская Федерация

**Елена Юрьевна Куликова**, д-р техн. наук, проф., каф. строительства подземных сооружений и шахт, каф. инженерной защиты окружающей среды, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»», Москва, Российская Федерация

**Леонид Семенович Ляхович**, акад. Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., зав. каф. строительной механики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет», Томск, Российская Федерация

**Рашид Абдуллович Мангушев**, д-р техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН, зав. каф. геотехники, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Владимир Львович Мондрус**, д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РААСН, зав. каф. строительной и теоретической механики, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Андрей Александрович Морозенко**, д-р техн. наук, доц., зав. каф. строительства объектов тепловой и атомной энергетики, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Екатерина Владимировна Нежникова**, д-р экон. наук, доц., проректор, зав. каф. экономики и управления в строительстве, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Надежда Сергеевна Никитина**, канд. техн. наук, проф. каф. механики грунтов и геотехники, старший научный сотрудник, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Владимир Александрович Орлов**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. водоснабжения и водоотведения, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Петр Ян Паль**, д-р, проф., Технический университет Берлина, Федеративная Республика Германия

**Олег Григорьевич Примин**, д-р техн. наук, проф., зам. директора по научным исследованиям, АО «Мосводоканал-НИИпроект», Москва, Российская Федерация

**Евгений Иванович Пунырев**, почетный член Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., консультант каф. гидравлики и гидротехнического строительства, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Станислав Владимирович Соболев**, д-р техн. наук, проф., проректор, зав. каф. гидротехнических и транспортных сооружений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», Нижний Новгород, Российская Федерация

**Михаил Юрьевич Слесарев**, д-р техн. наук, проф., проф. каф. строительства объектов тепловой и атомной энергетики, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Юрий Андреевич Табунщиков**, чл.-корр. Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., проф., зав. каф. инженерного оборудования зданий и сооружений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский архитектурный институт (Государственная академия)» (МАРХИ), Москва, Российская Федерация

**Владимир Ильич Травуш**, д-р техн. наук, проф., академик и вице-президент РААСН, зам. генерального директора-главный конструктор, ЗАО «Горпроект», Москва, Российская Федерация

**Виктор Владимирович Тур**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии бетона, Брестский государственный технический университет, Брест, Республика Беларусь; проф., Белостокский технологический университет, Белосток, Республика Польша

**Наталья Витальевна Федорова**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. архитектурно-строительного проектирования, НИУ МГСУ, директор Мытищинского филиала НИУ МГСУ, Мытищи, Российская Федерация

**Наталья Николаевна Федорова**, д-р физ.-мат. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Российская Федерация

**Павел Александрович Хаванов**, д-р техн. наук, проф., проф. каф. теплогазоснабжения и вентиляции, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

**Наталья Юрьевна Яськова**, д-р экон. наук, проф., зав. каф. инвестиционно-строительного бизнеса, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

# VESTNIK <sup>MGSU</sup>

Monthly Journal on Construction and Architecture

Vestnik MGSU is a peer-reviewed scientific and technical journal whose aims are to publish and disseminate the results of Russian and foreign scientific research to ensure a broad exchange of scientific information, form an open information cluster in the field of construction science and education, enhance the international prestige of Russian construction science and professional education of various levels, introduce innovative technologies in the processes of training professional and scientific personnel in the construction industry and architecture.

The main thematic sections of the journal publish original scientific articles, reviews, brief reports, articles on the application of scientific achievements in the educational process and practical activity of enterprises in the construction industry, reviews of current publications.

## Thematic sections

- Architecture and Urban Planning. Reconstruction and Refurbishment
- Construction System Design and Layout Planning. Construction Mechanics. Bases and Foundations, Underground Structures
- Construction Material Engineering
- Safety of Construction and Urban Economy
- Hydraulics. Geotechnique. Hydrotechnical Construction
- Engineering Systems in Construction
- Technology and Organization of Construction. Economics and Management in Construction.
- Short Messages. Discussions and Reviews. Information

<b>ISSN</b>	1997-0935 (Print) 2304-6600 (Online)
<b>Publication Frequency:</b>	Monthly
<b>Founders:</b>	Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 129337; Limited Liability Company "ASV Publishing House", 19, building 1 Yaroslavskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 129337.
<b>The Journal enjoys the academic and informational support provided by</b>	The Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (RAACS), International public organization of assistance to construction education (ASV)
<b>Publisher:</b>	Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 129337 Website: <a href="http://www.mgsu.ru">www.mgsu.ru</a> E-mail: <a href="mailto:journals@mgsu.ru">journals@mgsu.ru</a>
<b>Printing House:</b>	Printing house of the Publishing house MISI – MGSU building 8, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 129337 tel. (499) 183-91-44, 183-67-92, 183-91-90.
<b>Website journal:</b>	<a href="http://vestnikmgsu.ru">http://vestnikmgsu.ru</a>
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:vestnikmgsu@mgsu.ru">vestnikmgsu@mgsu.ru</a> , <a href="mailto:journals@mgsu.ru">journals@mgsu.ru</a>
<b>Subscription:</b>	Citizens of the CIS and other foreign countries can subscribe by catalog agency "Informnauka", magazine subscription index 18077.
<b>Signed for printing:</b>	28.05.2021

Distributed by subscription

© Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)", 2021

## Editor-in-Chief

*Valery Ivanovich Telichenko*, Academician, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

## Deputy Editor-in-Chief

*Elena A. Korol*, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

*Vera V. Galishnikova*, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

## Editorial Board

**Pavel A. Akimov**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Piotr Banaszuk**, Bialystok University of Technology, Republic of Poland

**Alexander T. Bekker**, Far Eastern Federal University, Far Eastern Regional Branch of Russian Federation Academy of Architecture and Construction Sciences, Vladivostok, Russian Federation

**Vitaliy V. Belikov**, Water Problems Institute of Russian Federation Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

**H.J.H. Brouwers**, Eindhoven University of Technology, Kingdom of the Netherlands

**Anver I. Burkhanov**, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

**Katarzyna Gładyszewska-Fiedoruk**, Bialystok University of Technology, Republic of Poland

**Petr G. Grabovyy**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Milan Holický**, Czech Technical University in Prague, Klokner Institute, Czech Republic

**Stanislav Jemioło**, Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Republic of Poland

**Rolf Katzenbach**, Technical University of Darmstadt, Federal Republic of Germany

**Marta Kosior-Kazberuk**, Bialystok University of Technology, Republic of Poland

**Dmitry V. Kozlov**, Moscow State University of civil engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Sergey V. Kuznetsov**, Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics RAS, Moscow, Russian Federation

**Roode Liias**, Tallin University of Technology, Estonia

**Nikolai P. Osmolovskii**, Systems Research Institute, Polish Academy of Sciences, Republic of Poland

**Andrey B. Ponomarev**, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

**Miroslav Premrov**, University of Maribor, Republic of Slovenia

**Svetlana V. Samchenko**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Armen Z. Ter-Martirosyan**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Nikolay I. Vatin**, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russian Federation

**Josef Vichan**, University of Zilina, Slovak Republic

**Joost Walraven**, Delft University of Technology, Netherlands

**Zbigniew Wojcicki**, Wrocław University of Technology, Republic of Poland

## Editorial team of issues

**Executive editor:** *Anna A. Dyadicheva*    **Corrector:** *Lyubov' V. Svetlichnaya*

**Editor:** *Tat'yana V. Berdnikova*    **Layout:** *Alina G. Aleynikova*

**Russian-English translation:** *Ol'ga V. Yudenkova*



## Chairman of the Editorial Board

*Alexander R. Tusnin*, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

## Editorial Council

**Yuri V. Alekseev**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Nikolay V. Banichuk**, A.Yu. Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics of RAS, Moscow, Russian Federation

**Yuri M. Bazhenov**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Igor A. Bondarenko**, Federal State Budgetary Institution “TsNIIP of the Ministry of Construction of Russian Federation”, Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Development (NIITIAG), Moscow, Russian Federation

**Nina V. Danilina**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Natalya N. Fedorova**, Professor, Leading research scientist, Khristianovich Institute of Theoretical and Applied Mechanics SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

**Nataliya V. Fedorova**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Vladimir G. Gagarin**, Scientific-research Institute of building physics Russian Federation Academy of architecture and construction Sciences, Moscow, Russian Federation

**Alexander V. Ginzburg**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Pavel A. Havanov**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Boris. B. Khrustalev**, Penza state University of architecture and construction, Penza, Russian Federation

**Mikhail N. Kirsanov**, National Research University “Moscow Power Engineering Institute” (MPEI), Moscow, Russian Federation

**Oleg V. Kabantsev**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Elena Yu. Kulikova**, National Research Technological University “MISiS”, Moscow, Russian Federation

**Leonid S. Lyakhovich**, Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russian Federation

**Rashid A. Mangushev**, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russian Federation

**Vladimir L. Mondrus**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Andrei A. Morozenko**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Ekaterina V. Nezhnikova**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Nadezhda S. Nikitina**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Vladimir A. Orlov**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Peter J. Pahl**, Berlin Technical University, Federal Republic of Germany

**Oleg G. Primin**, “MosVodoKanalNIIProekt” JSC, Moscow, Russian Federation

**Evgeny I. Pupyrev**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Stanislav V. Sobol**, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, Russian Federation

**Mikhail Yu. Slesarev**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Yury A. Tabunschikov**, Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russian Federation

**Vladimir I. Travush**, CJSC “Gorproject”, Moscow, Russian Federation

**Viktar V. Tur**, Brest State Technical University Brest, Republic of Belarus; Bialystok University of Technologies, Bialystok, Republic of Poland

**Natalia G. Verstina**, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

**Yas'kova N. Yur'evna**, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russian Federation

**Alexander N. Vlasov**, Institute of Applied Mechanics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

# СОДЕРЖАНИЕ

## АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ

*А.А. Плотников, Г.Р. Гурьянов*

**Современные методы охлаждения многолетнемерзлых грунтовых оснований многоэтажных жилых зданий . . . . . 535**

*В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, В.А. Гордон, А.А. Кормина*

**Статистические зависимости показателей благоприятной среды жизнедеятельности биосферосовместимого города . . . . . 545**

*В.Д. Оленьков, А.Д. Бирюков, А.О. Колмогорова*

**Технологии виртуальной реальности для визуализации задач моделирования параметров микроклимата застройки. . . . . 557**

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

*М.Н. Курсанов, О.В. Воробьев*

**Calculation of the dependence of the spatial cantilever truss vibration frequency on the number of panels (Расчет зависимости частоты колебаний пространственной консольной фермы от числа панелей). . . . . 570**

*С.В. Черемных, С.А. Соколов*

**Решение задачи устойчивости тонкостенных стальных цилиндрических оболочек . . . . . 577**

*А.А. Соловьева, С.А. Соловьев*

**Исследование развития моделей случайных величин в расчетах надежности строительных конструкций при неполной статистической информации . . . . . 587**

*З.Г. Тер-Мартirosян, А.С. Акулецкий*

**Взаимодействие свай большой длины с многослойным массивом грунта с учетом упругих и реологических свойств с учетом упрочнения . . . . . 608**

## ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Мостафа Джафари, Е.М. Кудрявцев*

**Dynamic Simulation of a High Altitude Gantry Crane with Cable Hoisting. Part one. 2D Model (Динамическое моделирование высокого козлового крана с канатным подъемником. Часть 1. 2D-модель) . . . . . 615**

*Г.Н. Громов, Д.Д. Худякова, К.Г. Пьянков*

**Подходы к реализации гидравлических электронных моделей централизованных систем водоснабжения . . . . . 623**

**Требования к оформлению научной статьи . . . . . 635**

# CONTENTS

## ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING. RECONSTRUCTION AND REFURBISHMENT

*Aleksandr A. Plotnikov, Georgy R. Guryanov*

**Modern methods of cooling permafrost ground beds of multi-storey residential buildings. . . . . 535**

*Vyacheclav A. Ilyichev, Vitaly I. Kolchunov, Vladimir A. Gor-don, Alexandra A. Kormina*

**Statistical relationships between indicators of favourable living  
envi-ronments in biosphere compatible cities . . . . . 545**

*Valentin D. Olenkov, Aleksandr D. Biryukov, Alena O. Kolmogorova*

**Using virtual reality technologies to visualize parameters of urban microclimate. . . . . 557**

## CONSTRUCTION SYSTEM DESIGN AND LAYOUT PLANNING. CONSTRUCTION MECHANICS. BASES AND FOUNDATIONS, UNDERGROUND STRUCTURES

*Mikhail N. Kirsanov, Oleg V. Vorobyev*

**Calculation of the dependence of the spatial cantilever truss  
vibration frequency on the number of panels . . . . . 570**

*Stepan V. Cheremnykh, Sergei A. Sokolov*

**A solution to the problem of stability of thin-walled steel cylindrical shells . . . . . 577**

*Anastasia A. Soloveva, Sergey A. Solovev*

**A research into the development of models of random variables as part of the structural  
reliability analysis performed in the absence of some statistical information . . . . . 587**

*Zaven G. Ter-Martirosyan, Aleksandr S. Akuleckij*

**Interaction between a long pile and the multilayered soil body with account for elastic  
and rheological properties as well as soil stabilization. . . . . 608**

## ENGINEERING SYSTEMS IN CONSTRUCTION

*Mostafa Jafari, Evgeniy M. Kudryavtsev*

**Dynamic simulation of a high altitude gantry crane with cable hoisting.  
Part one. 2D Model. . . . . 615**

*Grigory N. Gromov, Darya D. Khudyakova, Kirill G. Pyankov*

**Approaches to the implementation of hydraulic electronic models of centralized water supply systems . . . . . 623**

**Requirements for research paper design . . . . . 635**



## ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ТЕМАТИКА ЖУРНАЛА. РЕДАКЦИОННАЯ ПОЛИТИКА

В научно-техническом журнале «Вестник МГСУ» публикуются научные материалы по проблемам строительной науки и архитектуры (строительство в России и за рубежом: материалы, оборудование, технологии, методики; архитектура: теория, история, проектирование, реставрация; градостроительство).

Тематический охват соответствует научным специальностям:

05.02.22 — Организация производства (строительство) (технические науки);

05.23.01 — Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки);

05.23.02 — Основания и фундаменты, подземные сооружения (технические науки);

05.23.03 — Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки);

05.23.04 — Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (технические науки);

05.23.05 — Строительные материалы и изделия (технические науки);

05.23.07 — Гидротехническое строительство (технические науки);

05.23.08 — Технология и организация строительства (технические науки);

05.23.16 — Гидравлика и инженерная гидрология (технические науки);

05.23.17 — Строительная механика (технические науки);

05.23.19 — Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (технические науки);

05.23.20 — Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (технические науки, архитектура);

05.23.21 — Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности (технические науки, архитектура);

05.23.22 — Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (технические науки, архитектура);

08.00.05 — Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки).

По указанным специальностям журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. К рассмотрению и публикации в основных тематических разделах журнала принимаются аналитические материалы, научные статьи, обзоры, рецензии и отзывы на научные публикации по фундаментальным и прикладным вопросам строительства и архитектуры.

Все поступающие материалы проходят научное рецензирование (одностороннее слепое) с участием редсовета и привлечением внешних экспертов — активно публикующихся авторитетных специалистов по соответствующим предметным областям.

Копии рецензий или мотивированный отказ в публикации предоставляются авторам и в Минобрнауки России (по запросу). Рецензии хранятся в редакции в течение 5 лет.

Редакционная политика журнала базируется на основных положениях действующего российского законодательства в отношении авторского права, плагиата и клеветы, и этических принципах, поддерживаемых международным сообществом ведущих издателей научной периодики и изложенных в рекомендациях Комитета по этике научных публикаций (COPE).

## AIMS AND SCOPE. EDITORIAL BOARD POLICY

In the scientific and technical journal “Vestnik MGSU” Monthly Journal on Construction and Architecture are published the scientific materials on construction science and architectural problems (construction in Russia and abroad; materials, equipment, technologies, methods; architecture: theory, history, design, restoration; urban planning).

The subject matter coverage complies with the approved list of scientific specialties:

Analytical materials, scientific articles, surveys, reviews on scientific publications on fundamental and applies problems of construction and architecture are admitted to examination and publication in the main topic sections of the journal.

All the submitted materials undergo scientific reviewing (double blind) with participation of the editorial board and external experts — actively published competent authorities in the corresponding subject areas.

The review copies or substantiated refusals from publication are provided to the authors and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (upon request). The reviews are deposited in the editorial office for 5 years.

The editorial policy of the journal is based on the main provisions of the existing Russian Legislation concerning copyright, plagiarism and libel, and ethical principles approved by the international community of leading publishers of scientific periodicals and stated in the recommendations of the Committee on Publication Ethics (COPE).