

DOI: 10.22227/1997-0935.2019.3

ISSN 1997-0935 (Print)
ISSN 2304-6600 (Online)
<http://vestnikmgsu.ru>



Научно-технический журнал по строительству и архитектуре

Том 14. Выпуск 3

2019

Сквозной номер 126

Основан в 2005 году,
1-й номер вышел в сентябре 2006 г.
Выходит ежемесячно

Vestnik MGSU

Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering

Scientific and Technical Journal on Construction and Architecture

Volume 14. Issue 3

2019

Continuous issue 126

Founded in 2005,
1st issue was published in September, 2006.
Published monthly

«Вестник МГСУ» — научно-технический журнал по строительству и архитектуре, целями которого являются публикация, распространение результатов российских и зарубежных научных исследований для обеспечения широкого обмена научной информацией, формирования открытого информационного кластера в области строительной науки и образования, повышения международного авторитета российской строительной науки и профессионального образования различных уровней, внедрения инновационных технологий в процессы подготовки профессиональных и научных кадров строительной отрасли и архитектуры.

В основных тематических разделах журнала публикуются научные статьи, обзоры, краткие сообщения, научно-методические материалы (статьи по вопросам применения научных достижений в образовательном процессе и практической деятельности предприятий строительной отрасли), рецензии на актуальные публикации.

Тематические рубрики

- Общие проблемы строительной науки и производства. Унификация и стандартизация в строительстве
- Архитектура и градостроительство. Реконструкция и реставрация
- Проектирование и конструирование строительных систем. Проблемы механики в строительстве
- Основания и фундаменты, подземные сооружения. Механика грунтов
- Инженерные изыскания и обследование зданий. Специальное строительство
- Технологии строительных процессов. Экономика, управление и организация строительства
- Строительное материаловедение
- Безопасность строительных систем. Экологические проблемы в строительстве. Геоэкология
- Гидравлика. Инженерная гидрология. Гидротехническое строительство
- Проблемы жилищно-коммунального комплекса
- Информационные и киберфизические системы, логистика в строительстве
- Краткие сообщения. Дискуссии и рецензии
- Персоналии. Информация

Наименование органа, зарегистрировавшего издание:	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.
ISSN	1997-0935 (Print) 2304-6600 (Online)
Периодичность:	12 раз в год
Учредители:	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.
Выходит при научно-информационной поддержке:	Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), Международной общественной организации содействия строительному образованию — АСВ.
Издатель:	ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». Издательство МИСИ—МГСУ 129337, Москва, Ярославское ш., д. 26, корп. 8. Тел.: (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75. Сайт: www.mgsu.ru E-mail: ric@mgsu.ru
Типография:	Типография Издательства МИСИ—МГСУ 129337, Москва, Ярославское ш., д. 26 корп. 8. Тел.: (499) 183-91-44, 183-67-92, 183-91-90
Сайт журнала:	http://vestnikmgsu.ru
E-mail:	vestnikmgsu@mgsu.ru
Тел.:	(499) 188-29-75
Подписка и распространение:	Журнал распространяется бесплатно в открытом доступе и по подписке. Подписка по каталогам: • агентства «Роспечать». Подписные индексы 18077 (полугодовая), 36869 (годовая); • научных и отраслевых периодических изданий «НОПИ». Подписной индекс Т18077 Цена свободная.
Подписан в печать	21.03.2019.
Подписан в свет	29.03.2019.

Формат 70×108/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная. Гарнитура Таймс. Усл.-печ. л. 10,85. Уч.-изд. л. 13,62
Заказ № 55

Перепечатка или воспроизведение материалов номера любым способом полностью или по частям допускается только с письменного разрешения Издателя. Знаком информационной продукции не маркируется.

© ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», 2019

Редакция журнала

Главный редактор

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

Заместители главного редактора

Евгений Валерьевич Королев, советник, Российская академия архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., директор Научно-образовательного центра «Наноматериалы нанотехнологии», проректор (учебная работа); НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

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

Координатор журнальных проектов

Ирина Сергеевна Сковородина

Зав. редакцией

Лидия Александровна Шитова

Редактор

Татьяна Владимировна Бердникова

Редактор-корректор

Анна Александровна Дядичева

Дизайн и верстка

Александр Петрович Сильванович

Перевод на английский язык

Татьяна Владимировна Бердникова

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 «Кибер.Ленинка», UlrichsWeb Global Serials Directory, DOAJ, EBSCO, Index Copernicus, RSCI (Russian Science Citation Index на платформе Web of Science), ResearchBib

Редакционная коллегия

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

Александр Тевьетевич Беккер, чл.-корр. Российская академия 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.-инж. (технические науки, железобетонные конструкции), Технический университет Дельфта, Королевство Нидерландов (Голландия).

Йозеф Вичан, д-р, проф., Университет Жилина, Словакия

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

Илья Владимирович Дуничкин, канд. техн. наук, доц. каф. градостроительства, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация.

Рольф Катценбах, д.-инж., проф., Технический университет Дармштадт, Германия.

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

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

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

Дмитрий Николаевич Силка, д-р экон. наук, доц., зав. каф. экономики и управления в строительстве, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация.

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

Редакционный совет

Андрей Анатольевич Волков, председатель, член-корр., член президиума Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., проф. каф. информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве, ректор, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

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, ИПМ им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва, Россия

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

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

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

Георгий Васильевич Есаулов, акад. Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р архитектуры, проф., проректор МАРХИ по научной работе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский архитектурный институт (Государственная академия)» (МАРХИ), 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

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

Надежда Сергеевна Никитина, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, доц. кафедры механики грунтов и геотехники, НИУ МГСУ; директор, ООО «Издательство АСВ», Москва, Российская Федерация

Николай Павлович Осмоловский, д-р физ.-мат. наук, проф., каф. общих проблем управления механико-математического факультета,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», проф., кафедра информатики и прикладной математики, 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.

Ольга Игоревна Поддаева, канд. техн. наук, доц., зав. каф. физики и строительной аэродинамики, зав. Учебно-научно-производственной лабораторией аэродинамических и аэроакустических испытаний строительных конструкций, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

Андрей Будимирович Пономарев, д-р техн. наук, проф., зав. каф. строительного производства и геотехники, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Российская Федерация

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

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

Андрей Петрович Пустовгар, канд. техн. наук, доц., научный руководитель Научно-исследовательского института «Строительных материалов и технологий», проректор (научная работа), 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. кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

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

Завен Григорьевич Тер-Мартirosян, д-р техн. наук, проф., проф. каф. механики грунтов и геотехники, НИУ МГСУ, Москва, Российская Федерация

Владимир Ильич Травуш, акад., вице-президент Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р техн. наук, проф., зам. генерального директора ОАО «Экспериментальный научно-проектный институт» (ЭНПИ), Москва, Российская Федерация

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

Джереми Харалл, д-р наук, архитектор (Королевский институт Британских архитекторов), Кембриджский университет, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии

Vestnik MGSU

Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering
Scientific and Technical 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 scientific articles, reviews, brief reports, scientific and methodological materials (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

- General Challenges in Construction Science and Industry. Harmonisation and Standardisation in Construction
- Architecture and Urban Planning. Reconstruction and Refurbishment. Urban Management
- Construction System Design and Layout Planning. Mechanical Equipment Challenges in Construction
- Foundation and Substructure Engineering. Soil Mechanics
- Engineering and Structural Survey. Special-Purpose Construction
- Construction Process Technology. Construction Works and Equipment
- Construction Material Engineering
- Construction System Safety. Environmental Challenges in Construction. Environmental Geology.
- Hydraulics Engineering Hydrology. Hydraulic Engineering
- Challenges in Housing Utilities Sector
- Construction Economics, Administration and Management
- IT Systems and Logistics in Construction
- Short Messages Discussions and Reviews
- Personalities Information

ISSN	1997-0935 (Print) 2304-6600 (Online)
Publication Frequency:	Monthly
Founders:	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.
The Journal enjoys the academic and informational support provided by	The Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (RAACS), International public organization of assistance to construction education (ASV)
Publisher:	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: www.mgsu.ru E-mail: ric@mgsu.ru
Printing House:	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.
Website journal:	http://vestnikmgsu.ru
E-mail:	vestnikmgsu@mgsu.ru
Subscription:	Distributed by subscription and open access to the site. Subscription is by catalog of the agency “Rospechat”. Subscription index is 18077 (semi-annual), and 36869 (annual).
Signed for printing:	21.03.2019

Reprint or reproduction of material numbers by any means in whole or in part is permitted only with prior written permission of the publisher — MGSU. Distributed by subscription

© Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)”, 2019

Editorial team of issues

Editor-in-Chief

Valery I. Telichenko, Academician, First Vice-President of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Engineering, Professor, Department of Construction of Thermal and Nuclear Power Facilities, President, MGSU, Moscow, Russia

Deputy Editor-in-Chief

Evgeniy V. Korolev, Advisor of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Dr. Sc. Engineering, Professor, Director of Research and Education Center “Nanomaterials and Nanotechnologies”, Vice-Rector (Education), MGSU, Moscow, Russia

Elena A. Korol, Corresponding Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Dr. Sc. Engineering, Professor, Head of the Department of Housing and Communal Services, MGSU, Moscow, Russia

Coordinator of magazine projects

Irina S. Skovorodina

Managing editor

Lidiya A. Shitova

Editor

Tat'yana V. Berdnikova

Corrector

Anna A. Dyadicheva

Layout

Aleksandr P. Silvanovich

Russian-English translation

Tat'yana V. Berdnikova

Editorial Board

Piotr Banaszuk, dr. hab., associate professor, Bialystok University of Technology, Poland

Alexander T. Bekker, Corresponding Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Engineering, Professor, Director of Engineering School, Far Eastern Federal University, Far Eastern Regional Branch of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Vladivostok, Russia

Vitaliy V. Belikov, Doctor of Engineering, Chief Researcher of the Laboratory of Water Basin Hydrology, Water Problems Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

H.J.H. Brouwers, Doctor of Engineering (Engineering Sciences, Building Materials), Professor, Eindhoven University of Technology, Netherlands

Anver I. Burkhanov, Doctor Sciences Physics and Mathematics, Associate Professor, Head of the Department of Physics, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Katarzyna Gladyszewska-Fiedoruk, dr. hab. inż, Dsc PhD Eng, professor, Bialystok University of Technology, Poland

Ilya V. Dunichkin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Urban Development, MGSU, Moscow, Russia

Milan Holický, Doctor of Engineering (Engineering Sciences, Building Structures), Professor, Czech Technical University in Prague, Klokner Institute, Czech Republic

Rolf Katzenbach, Doctor of Engineering, Professor, Technical University of Darmstadt, Germany

Marta Kosior-Kazberuk, DSc, PhD, Eng, Associated Professor, Vice-Rector for Education and International Cooperation, Head of Department of Building Structures and Architecture, Bialystok University of Technology, Poland

Dmitry Vyacheslavovich Kozlov, Dr. Sc. Engineering, Professor, Head of the Department of Hydraulics and Hydrotechnical Construction, MGSU, Moscow, Russia

Miroslav Premrov, Prof. Dr., Dean of the Faculty of Civil Engineering, Transportation Engineering and Architecture, University of Maribor, Republic of Slovenia

Dmitry N. Silka, Doctor of Economics Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Economics and Management in Construction, MGSU, Moscow, Russia

Armen Z. Ter-Martirosyan, Doctor of Engineering, Director of Scientific and Educational Center “Geotechnics”, MGSU, Moscow, Russia

Josef Vichan, Doctor of Engineering, Professor, University of Zilina, Slovakia

Joost Walraven, Doctor of Engineering, Professor, Delft University of Technology, Netherlands

Zbigniew Wojcicki, Doctor of Engineering, Professor, Wrocław University of Technology, Poland

Editorial Council

Andrey A. Volkov, Chairman, Corresponding Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Presidium Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Dr. Sc. Engineering, Professor, Department of Information Systems, Technology and Automation in Civil Engineering, Rector, MGSU, Moscow, Russia

Yuri V. Alekseev, Doctor of Architecture, Professor, Department of Urban Development, MGSU, Moscow, Russia

Nikolay V. Banichuk, Dr. Sc. Physics and Mathematics, Professor, Director of the Laboratory of Mechanics and Optimization of Structures, A.Yu. Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics of RAS, Moscow, Russia

Yuri M. Bazhenov, Academician of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Dr. Sc. Engineering, Professor, Head of the Department of Technology of Binders and Concretes, MGSU, Moscow, Russia

Igor A. Bondarenko, Academician of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Architecture, Professor, Director, Branch of Federal State Budgetary Institution “TsNIIP of the Ministry of Construction of Russia”, Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Development (NIITIAG), Moscow, Russia

Vladimir G. Gagarin, Corresponding Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Dr. Sc. Engineering, Professor, Scientific-research Institute of building physics Russian Academy of architecture and construction Sciences, Senior Research Associate Moscow, Russia

Alexander V. Ginzburg, Dr. Sc. Engineering, Professor, Head of the Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction, MGSU, Moscow, Russia

Petr G. Graboviy, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of Department of organization of construction and estate management, MGSU, Moscow, Russia

Georgi V. Esaulov, Academician of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Architecture, Professor, Vice-Rector (Research Work), Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

Jeremy Harrall, Dr. Sc., Architect (Royal Institute of British Architects), Cambridge University, Great Britain

Pavel A. Havanov, Dr. Sc. Engineering, Professor, Professor of the Department of Ventilation and Heat and Gas Supply, NRU MGSU, Moscow, Russia

Elena Yu. Kulikova, Dr. Sc. Engineering, Professor, Department of Construction of Underground Structures and Mines, Department of Engineering Protection of the Environment, National Research Technological University “MISiS”, Moscow, Russia

Leonid S. Lyakhovich, Academician of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Dr. Sc. Engineering, Professor, Head of the Department of Structural Mechanics, Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russia

Andrei A. Morozenko, Dr. Sc. Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Construction of Thermal and Nuclear Power Facilities, MGSU, Moscow, Russia

Nadezhda S. Nikitina, Candidate of Technical Sciences, Senior Research Associate, Associate Professor, Department of Soil Mechanics and Geotechnics, MGSU; Director of ASV Publishers, Moscow, Russia

Nikolai P. Osmolovsky, Dr. Sc. Physics and Mathematics, Professor, Department of General Control Problems, Lomonosov Moscow State University, Professor, Department of Applied Mathematics, MGSU, Moscow, Russia

Vladimir A. Orlov, Dr. Sc. Engineering, Professor, Head of the Department of water supply and sanitation, MGSU, Moscow, Russia

Peter J. Pahl, Doctor of Engineering (Civil Engineering), Professor, Berlin Technical University, Germany

Olga I. Poddaeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physics and Building Aerodynamics, Head of the Educational, Research and Production Lab for Aerodynamic and Aeroacoustic Testing of Civil Engineering Structures, MGSU, Moscow, Russia

Andrey B. Ponomarev, Dr. Sc. Engineering, Professor, Head of the Department of Construction Production and Geotechnics, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Oleg G. Primin, Dr. Sc. Engineering, Professor, Deputy Director of Research, “MosVodoKanalNIIProekt” JSC, Moscow, Russia

Evgeny I. Pupyrev, Honorary Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Dr. Sc. Engineering, Professor, Department of Hydraulics and Hydrotechnical Construction, Consultant, MGSU, Moscow, Russia

Andrei P. Pustovgar, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Scientific Supervisor of the Research Institute “Building Materials and Technologies”, Vice-Rector (Research Work), MGSU, Moscow, Russia

Stanislav V. Sobol, Dr. Sc. Engineering, Professor, Head of the Department of Hydrotechnical and Transport Structures, Vice-Rector, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, Russia

Mikhail Yu. Slesarev, Dr. Sc. Engineering, Professor, Department of Construction of Thermal and Nuclear Power Facilities, MGSU, Moscow, Russia

Yury A. Tabunschikov, Corresponding Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Dr. Sc. Engineering, Professor, Head of the Department of Engineering Equipment for Buildings and Structures, Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

Zaven G. Ter-Martirosyan, Dr. Sc. Engineering, Professor, Department of Soil Mechanics and Geotechnics, MGSU, Moscow, Russia

Vladimir I. Travush, Academician, Vice-President of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Dr. Sc. Engineering, Professor, Deputy Director General of “Experimental Research and Design Institute” OJSC (ERDI), Moscow, Russia

Natalia G. Verstina, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Management and Innovations, MGSU, Moscow, Russia

СОДЕРЖАНИЕ

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

В.И. Теличенко

От информации — к цифровизации 283

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

М.Н. Кирсанов, Д.В. Тиньков

**Анализ собственных частот колебаний плоской фермы с произвольным числом панелей
(на английском языке) 284**

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Р.А. Ибрагимов, Е.В. Королев, Т.Р. Дебердеев

**Влияние пластификаторов на свойства гипсовых вяжущих, активированных в аппаратах
вихревого слоя. 293**

Ю.В. Пухаренко, М.И. Жаворонков, Д.А. Пантелеев

**Совершенствование методов определения силовых и энергетических характеристик
трещиностойкости фибробетона 301**

Е.М. Готлиб, А.Р. Хасанова, Э.Р. Галимов, А.Г. Соколова

Эпоксидные антифрикционные материалы с волластонитом 311

А.И. Харченко, В.А. Алексеев, И.Я. Харченко, Д.А. Баженов

Структура и свойства мелкозернистых бетонов на основе композиционных вяжущих 322

ГИДРАВЛИКА. ГЕОТЕХНИКА. ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

А.Л. Зуйков

**Динамика ламинарных течений с коаксиальными противоположно
вращающимися слоями 332**

М.П. Саинов, А.Ю. Шигаров, С.А. Ясафова

**Влияние армирования на напряженно-деформированное состояние железобетонного экрана
каменно-набросной плотины 347**

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

М.Е. Дементьева, А.А. Курохтин

**Особенности эксплуатации канализационно-насосных станций теплоэлектростанций
в условиях Крайнего Севера. 356**

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Е.А. Король, М.Н. Берлинова

**Особенности расчета стеновых панелей с монолитной связью слоев на стадиях монтажа,
транспортирования и эксплуатации 367**

О.А. Зотов, Д.Ю. Густов

**Моделирование псевдоферменной конструкции рабочего оборудования одноковшового
экскаватора 376**

**Рекомендации по составу сопроводительных материалов и оформлению авторских
оригиналов статей. 386**

CONTENTS

EDITOR-IN-CHIEF COLUMN

V.I. Telichenko

From information to digitization	283
---	------------

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

Mikhail N. Kirsanov, Dmitriy V. Tinkov

Analysis of the natural frequencies of oscillations of a planar truss with an arbitrary number of panels	284
---	------------

CONSTRUCTION MATERIAL ENGINEERING

Ruslan A. Ibragimov, Evgeny V. Korolev, Timur R. Deberdeev

The influence of plasticizers on the properties of gypsum binders activated in vortex layer apparatus	293
--	------------

Yuri V. Pukhareno, Mikhail I. Zhavoronkov, Dmitry A. Pantelev

Improvement of methods for determining power and energy characteristics of fibre-reinforced concrete crack resistance.	301
---	------------

Elena M. Gotlib, Almira R. Khasanova, Engel R. Galimov, Alla G. Sokolova

Epoxy antifriction wollastonite-filled materials	311
---	------------

Aleksey I. Kharchenko, Vyacheslav A. Alekseev, Igor' Ya. Kharchenko, Dmitriy A. Bazhenov

Structure and properties of fine concretes based on composite binders	322
--	------------

HYDRAULICS. GEOTECHNIQUE. HYDROTECHNICAL CONSTRUCTION

Andrey L. Zuikov

Dynamics of laminar flows with coaxial oppositely-rotating layers.	332
---	------------

Mikhail P. Sainov, Andrei Y. Shigarov, Sofia A. Iasafova

Reinforcement impact on the stress-deformation state of concrete faced rockfill dam	347
--	------------

CONSTRUCTION MATERIAL ENGINEERING

Marina E. Dement'eva, Artem A. Kurokhtin

Features of operation of sewage pumping stations of heat and power stations in in conditions the Far North	356
---	------------

TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION. ECONOMICS AND MANAGEMENT IN CONSTRUCTION

Elena A. Korol', Marina N. Berlinova

Calculation features of wall panels with monolithic cement bond of layers in the stages of installation, transportation and maintenance	367
--	------------

Oleg A. Zotov, Dmitriy Yu. Gustov

Simulating pseudotruss excavating part of excavators	376
---	------------

Recommendations on the composition of the accompanying materials and the design of original author's articles	386
--	------------