

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

CONSTRUCTION AND GEOTECHNICS

Т. 11, № 1

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2020

УДК 624.15; 624.13; 696.1; 697.9; 666.6; 658.5; 691.6

Освещены вопросы современных технологий в строительстве; исследования в области геотехники, строительных материалов, эффективного применения инженерных систем, экологии строительства.

Предназначено для преподавателей дисциплин строительных направлений, а также молодых ученых и студентов. Ориентировано на широкий круг специалистов в области строительного производства, геотехники, городского хозяйства, инженерных систем благоустройства, строительных материалов.

Главный редактор

А.Б. Пономарев – д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь)

Члены редколлегии

Г.Г. Болдырев – д-р техн. наук, профессор (ПГУАС, Пенза);

Хайнц Брандль – д-р наук, профессор (Венский технологический университет, Австрия)

Иван Ваничек – д-р техн. наук, профессор (Пражский технический университет, Чехия);

Серж Вараксин – профессор (Menard SNC, Франция);

Н.И. Ватин – д-р техн. наук, профессор (СПбПУ, Санкт-Петербург);

А.Л. Готман – д-р техн. наук, профессор (НИИОСП, Москва);

Н.З. Готман – д-р техн. наук, профессор (РУТ (МИИТ), Москва);

В.П. Дыба – д-р техн. наук, профессор (ЮРГПУ (НПИ), Новочеркасск);

Андреа Доминианни – Ph.D., доцент (Политехнический университет Турина, Италия);

А.Ж. Жусупбеков – д-р техн. наук, профессор (Геотехнический институт им. Л.Н. Гумилева, Казахстан);

В.А. Илычев – Академик РААСН, д-р техн. наук, профессор (РААСН, Москва);

С.А. Кудрявцев – д-р техн. наук, профессор (ДГУПС, Хабаровск);

Л.Ю. Левин – д-р техн. наук, зам. директора по научной работе

(ГИ УрО РАН, Пермь);

В.В. Лушников – д-р техн. наук, профессор (СПбГАСУ, Санкт-Петербург);

Марио Манассеро – д-р наук, профессор (Политехнический университет Турина, Италия);

Р.А. Мангушев – член-корр. РААСН, д-р техн. наук, профессор (СПбГАСУ, Санкт-Петербург);

С.А. Матвеев – д-р техн. наук, профессор (СибАДИ, Омск);

Майт Метс – канд. техн. наук, профессор (Аграрный университет Таллинна, Эстония)

А.Л. Невзоров – д-р техн. наук, профессор (САФУ, Архангельск);

Н.С. Никифрова – д-р техн. наук, профессор (НИУ МГСУ, Москва);

Л.В. Нуждин – канд. техн. наук, профессор (НГАСУ, Новосибирск);

В.Г. Оффрихтер – д-р техн. наук, доцент (ПНИПУ, Пермь);

А.И. Полищук – д-р техн. наук, профессор (КубГАУ, Краснодар);

Я.А. Пронозин – д-р техн. наук, доцент (ТИУ, Тюмень);

О.И. Ручкина – д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь);

А.В. Савинов – д-р техн. наук, доцент (ЗАО НППП «Геотехника-СПИ», Саратов);

Г.М. Скибин – д-р техн. наук, профессор (ЮРГПУ (НПИ), Новочеркасск);

А.З. Тер-Мартirosian – д-р техн. наук, доцент (НИУ МГСУ, Москва);

Ульрих Турчински – д-р наук, профессор (Университет прикладных наук Магдебург-Стендаль, Германия);

Н.В. Федорова – д-р техн. наук, профессор (НИУ МГСУ, Москва);

А.З. Хасанов – д-р техн. наук, профессор (Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт, Узбекистан);

Д.М. Шапиро – д-р техн. наук, профессор (ВГАСУ, Воронеж);

Юн Чу Шин – д-р наук, профессор (Инчонский университет, Корея);

В.И. Клевеко – канд. техн. наук, доцент (ПНИПУ, Пермь).

Ответственный секретарь – *Д.Г. Золотозубов*, канд. техн. наук, доцент

Журнал «Construction and Geotechnics» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), свидетельство ПИ № ФС77-77999 от 03 марта 2020 года.

Журнал издается с 2010 года. Периодичность выхода – 4 раза в год.

Журнал входит 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 группе специальностей 05.23.00 «Строительство и архитектура».

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Адрес учредителя, издателя и редакции: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский просп., д. 29.

Тел. (342) 2-198-377, e-mail: vestniksia@mail.ru.

The questions of the theory and practice of modern technology in construction; research in the field of geotechnics, building materials, effective use of engineering systems. construction ecology.

It is designed for teachers of the disciplines and construction areas, as well as young scientists and students. Focused on a wide range of experts in the field of construction, geotechnical, engineering systems development, construction materials.

Editor-in-Chief

A.B. Ponomarev – Adviser of RAASN, Professor, Doctor of Technical Sciences (Perm, the Russian Federation)

Editorial Board

G.G. Boldyrev – Professor, Doctor of Technical Sciences (Penza, the Russian Federation);

H. Brandl – Professor, Doctor of Sciences (Vienna, Austria);

I. Vanicek – Professor, Doctor of Technical Sciences (Prague, Czech Republic);

S. Varaksin – Professor (Paris, France);

N.I. Vatin – Professor, Doctor of Technical Sciences (Saint Petersburg, the Russian Federation);

A.L. Gotman – Professor, Doctor of Technical Sciences (Moscow, the Russian Federation);

N.Z. Gotman – Professor, Doctor of Technical Sciences (Moscow, the Russian Federation);

V.P. Dyba – Professor, Doctor of Technical Sciences (Novocherkassk, the Russian Federation);

A. Dominijanni – Ph.D., Associate Professor (Torino, Italy);

A.Zh. Zhusupbekov – Professor, Doctor of Technical Sciences (Astana, Kazakhstan);

V.A. Il'ichev – Academician of RAASN, Professor, Doctor of Technical Sciences (Moscow, the Russian Federation);

S.A. Kudryavtsev – Professor, Doctor of Technical Sciences (Khabarovsk, the Russian Federation);

L.Yu. Levin – Doctor of Technical Sciences, Deputy Director for Science MI UB RAS (Perm, the Russian Federation);

V.V. Lushnikov – Professor, Doctor of Technical Sciences (Saint Petersburg, the Russian Federation);

M. Manassero – Professor, Doctor of Sciences (Torino, Italy);

R.A. Mangushev – Professor, Doctor of Technical Sciences (Saint Petersburg, the Russian Federation);

S.A. Matveev – Professor, Doctor of Technical Sciences (Omsk, the Russian Federation);

M. Mets – Professor, Ph.D. in Technical Sciences (Tallinn, Estonia);

A.L. Nevzorov – Professor, Doctor of Technical Sciences (Arkhangelsk, the Russian Federation);

N.S. Nikiforova – Professor, Doctor of Technical Sciences (Moscow, the Russian Federation);

L.V. Nuzhdin – Professor, Doctor of Technical Sciences (Novosibirsk, the Russian Federation);

V.G. Ofrikhter – Docent, Doctor of Technical Sciences (Perm, the Russian Federation);

A.I. Polishchiuk – Professor, Doctor of Technical Sciences (Krasnodar, the Russian Federation);

Ia.A. Pronozin – Doctor of Technical Sciences (Tyumen, the Russian Federation);

O.I. Ruchkina – Professor, Doctor of Technical Sciences (Perm, the Russian Federation);

A.V. Savinov – Doctor of Technical Sciences (Saratov, the Russian Federation);

G.M. Skibin – Professor, Doctor of Technical Sciences (Novocherkassk, the Russian Federation);

A.Z. Ter-Martirosian – Doctor of Technical Sciences (Moscow, the Russian Federation);

U. Turczynski – Professor, Doctor of Sciences (Magdeburg, Germany);

N.V. Fedorova – Professor, Doctor of Technical Sciences (Moscow, the Russian Federation);

A.Z. Khasanov – Professor, Doctor of Technical Sciences (Samarkand, Uzbekistan);

D.M. Shapiro – Professor, Doctor of Technical Sciences (Voronezh, the Russian Federation);

E.C. Shin – Professor, Doctor of Sciences (Incheon, Korea);

V.I. Kleveko – Ph.D. in Technical Sciences (Perm, the Russian Federation).

Executive Secretary – *D.G. Zolotozubov*, Docent, Ph.D. in Technical Sciences

The Journal is published 4 times a year. Publication of articles is free.

The journal is included in the List of scientific publications under review where the main scientific results should be published to obtain the scientific candidate's and doctor's degrees by the specialty group 05.23.00 "Construction and architecture".

Founder: Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education "Perm National Research Polytechnic University".

Founder, publisher and editorial address: 29, Komsomolsky av., Perm, Perm region, 614990.

Тел.: +7.342.2198377, e-mail: vestniksia@mail.ru.

© ПНИПУ, 2020
© PNRPU, 2020

Научное издание

CONSTRUCTION AND GEOTECHNICS

Т. 11, № 1

Подписной индекс объединенного каталога «Пресса России» – 45010

Редактор и корректор *Е.И. Герман*

Выход в свет 27.03.2020. Формат 60×90/8.
Усл. печ. л. 15,75. Тираж 100 экз. Заказ № 41/2020.
Свободная цена

Отпечатано в типографии Издательства
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.