

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

**ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

**BULLETIN OF PERM NATIONAL RESEARCH
POLYTECHNIC UNIVERSITY**

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Т. 10, № 1

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2019

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

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.

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.

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.

Главный редактор

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

Члены редколлегии

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

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

Серж Вараксин – профессор (Menard SNC, Франция);

А.Л. Готман – д-р техн. наук, профессор (ООО «Подземстрой», Москва);

Н.З. Готман – д-р техн. наук, профессор (ООО «Подземстрой», Москва);

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

О.Л. Есюнин – канд. экон. наук (ОАО «ВерхнекамГИСИЗ», Пермь);

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

В.А. Ильичев – вице-президент РААСН, д-р техн. наук, профессор (ООО «Подземпроект», Москва);

Л.Ю. Левин – д-р техн. наук, зам. директора по научной работе (ГИ УрО РАН, Пермь);

В.В. Лушников – д-р техн. наук, профессор (УралНИИпроект РААСН, Екатеринбург);

С.В. Максимова – д-р техн. наук, профессор (ПНИПУ, Пермь);

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

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

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);

О.И. Ручкинова – 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);

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

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

В.А. Голубев – канд. техн. наук (ПНИПУ, Пермь);

С.И. Вахрушев – канд. техн. наук, доцент (ПНИПУ, Пермь).

Editor-in-Chief

A.B. Ponomaryov – 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);

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

S. Varaksin – Professor (Paris, France);

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

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

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

O.L. Esyunin – Ph.D. in Economic Sciences (Perm, the Russian Federation);

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

V.A. Ilichev – Vice President of RAASN, Professor, Doctor of Technical Sciences (Moscow, 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 (Ekaterinburg, the Russian Federation);

S.V. Maksimova – Adviser of RAASN, Professor, Doctor of Technical Sciences (Perm, the Russian Federation);

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

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

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

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

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

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

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

V.A. Golubev – Ph.D. in Technical Sciences (Perm, the Russian Federation)

S.I. Vakhruшев – Docent, Ph.D. in Technical Sciences (Perm, the Russian Federation);

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

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

Журнал «Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), свидетельство ПИ № ФС 77 - 59185 от 03 сентября 2014 года.

The Journal "Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Construction and Architecture" is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor), certificate PI № FS 77 - 59185 on September 3, 2014.

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

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

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».

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".

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

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

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

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

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

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

Научное издание

**ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

**BULLETIN OF PERM NATIONAL RESEARCH
POLYTECHNIC UNIVERSITY**

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

Т. 10, № 1

Подписной индекс объединенного каталога «Пресса России» – 45010

Редактор и корректор *Е.И. Герман*

Выход в свет 29.03.2019. Формат 60×90/8.
Усл. печ. л. 18,0. Тираж 100 экз. Заказ № 40/2019.
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.