



БЕЗОПАСНОСТЬ труда в промышленности

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций ПИ № ФС77-43428

№ 1 · 2024

Журнал основан в январе 1932 г. Выпуск 805.

Редакционный совет

- Трембицкий А.В.**, руководитель Ростехнадзора (Москва, Россия)
- Алёшин Б.С.**, д-р техн. наук, академик РАН, проф., председатель Общественного совета при Ростехнадзоре (Москва, Россия)
- Буйновский С.Н.**, д-р техн. наук, главный редактор журнала (Москва, Россия)
- Виль А.А.**, помощник руководителя Ростехнадзора (Москва, Россия)
- Голик В.И.**, д-р техн. наук, проф., Северо-Кавказский государственный технологический университет (Владикавказ, Россия)
- Григорьев М.Н.**, канд. геол.-минерал. наук, акад. РАЕН, директор ООО «Гекон» (Санкт-Петербург, Россия)
- Дмитриевский А.Н.**, д-р геол.-минерал. наук, проф., акад. РАН, науч. руководитель Института проблем нефти и газа РАН (Москва, Россия)
- Егоров М.П.**, д-р хим. наук, акад. РАН, директор Института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН (Москва, Россия)
- Ерёмин Н.А.**, д-р техн. наук, проф. РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, гл. науч. сотрудник Института проблем нефти и газа РАН (Москва, Россия)
- Кловач Е.В.**, д-р техн. наук, проф., ген. директор ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)
- Клюев В.В.**, д-р техн. наук, проф., акад. РАН, почетный член РОНКТД (Москва, Россия)
- Красных Б.А.**, канд. техн. наук, председатель НТС Ростехнадзора (Москва, Россия)
- Махутов Н.А.**, д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН, ФГБУ науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (Москва, Россия)
- Печёркин А.С.**, д-р техн. наук, проф., первый зам. ген. директора ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)
- Сидоров В.И.**, д-р техн. наук, проф., президент Фонда Якова Брюса (Москва, Россия)
- Трубецкой К.Н.**, д-р техн. наук, проф., акад. РАН, советник президиума РАН (Москва, Россия)
- Ферапонтов А.В.**, канд. техн. наук, зам. руководителя Ростехнадзора (Москва, Россия)
- Фролов Д.И.**, канд. экон. наук, зам. руководителя Ростехнадзора (Москва, Россия)
- Шмаль Г.И.**, канд. экон. наук, президент Союза нефтегазопромышленников России (Москва, Россия)

Учредители



Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)



Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности» (ЗАО НТЦ ПБ)

Издатель

ЗАО НТЦ ПБ: 105082, Москва, Переведеновский пер., д. 13, стр. 14, а/я 38
Тел.: +7 (495) 620-47-47;
факс: +7 (495) 620-47-46
ntc@safety.ru; www.safety.ru

Редакция

105082, Москва, Переведеновский пер., д. 13, стр. 14, а/я 38
Телефакс: +7 (495) 620-47-44; btp@safety.ru, redbtp@safety.ru; www.btpnadzor.ru
Отдел рекламы — К.М. Игнатова, ignatova@safety.ru.
Тел. +7 (495) 620-47-54

Ежемесячный научно-производственный журнал «Безопасность труда в промышленности» включен в новый Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, сформированный **ВАК Минобрнауки России**. Входит в национальную библиографическую базу данных научного цитирования (**Российский индекс научного цитирования** — РИНЦ; двухлетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования — 0,593, пятилетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования — 0,461, десятилетний индекс Хирша — 23) и международные базы **Scopus**, **Chemical Abstracts (CA)**, **GeoRef**, **EBSCO**, **Ulrich's Periodicals Directory**.

Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, для частного и публичного использования без письменного разрешения владельца авторских прав.

Международный редакционный совет

Богдан Н.А., первый заместитель начальника Госпромнадзора (Минск, Белоруссия)

Буй С.Н., д-р техн. наук, проф., проректор Ханойского университета горной промышленности и геологии (Ханой, Вьетнам)

Ван Вингерден К., д-р техн. наук, вице-президент компании Gexcon (Берген, Норвегия)

Джурраев О.А., зам. начальника управления анализа и координации контрольно-профилактической деятельности Государственного комитета промышленной безопасности Республики Узбекистан (Ташкент, Узбекистан)

Заксенхофер Р., проф., Горный университет (Леобен, Австрия)

Катаи-Урбан Л., д-р воен.-техн. наук, доцент, зав. кафедрой промышленной безопасности Института защиты от катастроф Национального университета государственной службы (Будапешт, Венгрия)

Котов С.Г., канд. техн. наук, доцент, ученый секретарь НПЦ Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь (Минск, Белоруссия)

Макажанов Н.К., канд. экон. наук, заместитель председателя Комитета индустриального развития и промышленной безопасности Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан (Астана, Казахстан)

Мельник В.В., руководитель управления государственного надзора за объектами котельных, газовых хозяйств и подъемных сооружений Комитета индустриального развития и промышленной безопасности Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан (Астана, Казахстан)

Пан Ч., д-р юр. наук, проф., директор Центра исследования мировой нефтяной политики при Китайском университете нефти (Пекин, Китай)

Рафат Г., проф., директор компании R&K-Geoengineering Ltd (Дуйсбург, Германия)

Ростами Д., канд. техн. наук, доцент Департамента горного дела Колорадской горной школы; директор Института открытых разработок и механики недр (Голден, США)

Сеидахмедов Н.С., директор Азербайджанского государственного научно-исследовательского института по охране труда и технике безопасности МЧС (Баку, Азербайджан)

Шамансуров С.С., канд. техн. наук, чл.-корр. Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (Ташкент, Узбекистан)

Шевчук В.Г., д-р физ.-мат. наук, проф. кафедры общей физики и физики теплоэнергетических и химических процессов Одесского национального университета им. И.И. Мечникова (Одесса, Украина)

Юй Л., канд. техн. наук, научный сотрудник Китайского геологического университета (Пекин, Китай)

Редакционная коллегия

Агапов А.А., канд. техн. наук, директор расчетно-аналитического центра ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Божко Д.И., канд. техн. наук, зам. главного редактора (Москва, Россия)

Горлов А.Н., начальник Управления государственного строительного надзора Ростехнадзора (Москва, Россия)

Гражданкин А.И., д-р техн. наук, зав. отделом системного анализа безопасности ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Ермак Г.П., канд. техн. наук, начальник Управления по надзору в угольной промышленности Ростехнадзора (Москва, Россия)

Иваницкая Е.В., канд. филол. наук, зам. главного редактора (Москва, Россия)

Кадушкин Ю.В., президент АО НПО «Техкранэнерго» (Владимир, Россия)

Кондратьева О.Е., д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой инженерной экологии и охраны труда Национального исследовательского университета «МЭИ» (Москва, Россия)

Кручинина И.А., д-р техн. наук, директор АНО АИПР (Москва, Россия)

Лисанов М.В., д-р техн. наук, канд. физ.-мат. наук, директор центра анализа риска ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Матвиенко Ю.Г., д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией ФГБУ науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (Москва, Россия)

Нестеров Ю.Л., начальник Управления по надзору за объектами нефтегазового комплекса Ростехнадзора (Москва, Россия)

Низовцев А.В., ответственный секретарь редакции (Москва, Россия)

Селезнёв Г.М., вед. науч. сотрудник ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Ткаченко В.М., начальник Управления горного надзора Ростехнадзора (Москва, Россия)

Фоминых М.В., канд. хим. наук, начальник Управления общепромышленного надзора Ростехнадзора (Москва, Россия)

Чуркин Г.Ю., канд. техн. наук, зам. директора АНО АИПР (Москва, Россия)

Шалаев В.К., д-р техн. наук, директор по нормативно-правовому регулированию ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Яковлев Д.А., начальник Правового управления Ростехнадзора (Москва, Россия)

Компьютерная подготовка и верстка —

С.В. Косторнова

Подписано в печать 05.02.24

Формат 60х90 1/8

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Тираж 1050 экз.

Зак. Р-00926-24

Цена 2200 руб.

Отпечатано в ООО «РПК «Зетапринт»

109383, РФ, г. Москва, ул. Шоссейная, д. 90, стр. 7

Тел. +7 (495) 775-23-38.

Редакция не несет ответственности за достоверность и точность приведенных фактов, экономико-статистических данных и прочих сведений, содержащихся в авторских публикациях. Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Безопасность труда в промышленности», только с разрешения редакции.

Материалы, представленные в редакцию, авторам не возвращаются.

За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.

Founders



**The Federal Environmental, Industrial
and Nuclear Supervision Service
(ROSTECHNADZOR)**



**Closed Joint Stock Company «Scientific
Technical Center of Industrial Safety
Problems Research»
(STC «Industrial Safety» CJSC)**

Publisher

STC «Industrial Safety» CJSC, Block 14, Perevedenovsky
Pereulok 13, P.O.B. 38, 105082, Moscow
Tel.: +7 (495) 620-47-47; Fax: +7 (495) 620-47-46
ntc@safety.ru www.safety.ru

Editorial staff

Block 14, Perevedenovsky Pereulok 13,
P.O.B. 38, 105082, Moscow
Telefax: +7 (495) 620-47-44;
btp@safety.ru, redbtp@safety.ru; www.btpnadzor.ru
Advertizing department — Ignatova K.M., ignatova@safety.ru.
Tel. +7 (495) 620-47-54

The journal is included into the List of the leading reviewed scientific journals and editions, in which the main scientific results of theses on a competition of academic degrees of the candidate and doctor of science shall be published. The List is formed by the State Commission for Academic Degrees and Titles of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

The journal is amongst the Russian journals indexed in the Russian index of the scientific citation (two-year impact-factor of RINTs without self-citation — 0.593, a five-year impact-factor of RINTs without self-citation — 0.461, ten-year Hirsch index — 23), in the international databases: Scopus, Chemical Abstracts (CA), GeoRef, EBSCO, Ulrich's Periodicals Directory.

All rights reserved. No part of it editions cannot be reproduced in whatever form and whatever no means, including placement on the Internet and in corporate networks, for private and public use without written permission of the owner copyright.

Computer-aided preparation and makeup — S.V. Kostornova
Signed for printing 05.02.24
Format 60x90 1/8
Enameled stock. Indirect printing
Circulation 1050 copies. Order P-00926-24
Price — 2200 RUB
Printed in OOO RPK Zetaprint
Shossey'naya 90, build. 7, 109383, Moscow, Russian Federation
Tel. +7 (495) 775-23-38.

Occupational Safety in Industry

Editorial board

- Trembitsky A.V.**, Head of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)
- Aleshin B.S.**, RAS Academician, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chairman of Public Council at Rostekhnadzor (Moscow, Russia)
- Buinovsky S.N.**, Doctor of Technical Sciences, Editor-in-chief of the Journal (Moscow, Russia)
- Vil A.A.**, Assistant of the Head of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)
- Golik V.I.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, FGBOU VPO «North Caucasian Mining and Metallurgical Institute (State Technological University)» (Vladikavkaz, Russia)
- Grigoryev M.N.**, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, RANS Academician, Director of OOO «Gekon» (Saint Petersburg, Russia)
- Dmitrievsky A.N.**, RAS Academician, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Director of Institute of Oil and Gas Problems of the Russian Academy of Sciences (RAS) (Moscow, Russia)
- Egorov M.P.**, RAS Academician, Doctor of Chemical Sciences, Director of the Institute of Organic Chemistry Named after N.D. Zelinsky of RAS (Moscow, Russia)
- Eremin N.A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor of Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Chief Research Associate of the Russian Academy of Sciences Institute of Oil and Gas Problems (Moscow, Russia)
- Klovach E.V.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, General Director, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)
- Kluev V.V.**, RAS Academician, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honorary Member of RONKTD (Moscow, Russia)
- Krasnykh B.A.**, Candidate of Technical Sciences, Chairman of the Scientific and Technical Council of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)
- Makhutov N.A.**, RAS Corresponding Member, Doctor of Technical Sciences, Professor, FSBI of Science Institute of Engineering in the Name of A.A. Blagonravov of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)
- Pecherkin A.S.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, First Deputy General Director, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)
- Sidorov V.I.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, President of Fund of James Bruce (Moscow, Russia)
- Trubetskoi K.N.**, RAS Academician, Doctor of Technical Sciences, Professor, Counsellor of RAS Presidium (Moscow, Russia)
- Ferapontov A.V.**, Candidate of Technical Sciences, Deputy of Rostekhnadzor Head (Moscow, Russia)
- Frolov D.I.**, Candidate of Economic Sciences, Deputy of Rostekhnadzor Head (Moscow, Russia)

Shmal G.I., Candidate of Economic Sciences, President of the Union of Oil and Gas Producers of Russia (Moscow, Russia)

[International editorial board](#)

Bogdan N.A., First Deputy Head of Gospromnadzor (Minsk, Belarus)

Bui Xuan Nam, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice Rector, Hanoi University of Mining and Geology (Hanoi, Vietnam)

Van Wingerden K., Doctor of Technical Sciences, Senior Vice President, Gexcon (Bergen, Norway)

Dzhuraev O.A., Deputy Head of the Department for Analysis and Coordination of Control and Preventive Activities of the State Committee for Industrial Safety of the Republic of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan)

Sachsenhofer R., Professor, National Mineral Resources University (Leoben, Austria)

Kátai-Urbán L., Doctor of Military Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department for Industrial Safety of the Institute of Disaster Management, University of Public Service (Budapest, Hungary)

Kotov S.G., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Academic Secretary of SPC of the State Forensic Examination Committee of the Republic of Belarus (Minsk, Belarus)

Makazhanov N.K., Candidate of Economic Sciences, Vice-chairman of the Committee of Industrial Development and Industrial Safety of the Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan)

Melnik V.V., Head of the Department of State Supervision for Boiler, Gas and Lifting Facilities of the Committee of Industrial Development and Industrial Safety of the Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan)

Pang Chang Wei, Doctor of Legal Sciences, Professor, Director of the World Oil Policy Research Center at China University of Petroleum (Beijing, China)

Rafat G., Professor, Company Director, R&K-Geoengineering Ltd (Duisburg, Germany)

Rostami J., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Mining Engineering of Colorado School of Mines; Director of Excavation Engineering and Earth Mechanics Institute (Golden, USA)

Seidakhmedov N.S., Director of Azerbaidjan State Scientific and Research Institute for Occupational Safety and Health and EMERCOM (Baku, Azerbaijan)

Shamansurov S.S., Candidate of Technical Sciences, International Academy of Ecology and Life Protection Sciences Corresponding Member, Associate Professor of the Department of Life Safety of Tashkent State Technical University in the Name of Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan)

Shevchuk V.G., Doctor of Physics and Mathematical Sciences, Professor of the Department of General Physics and Physics

of Thermal Power and Chemical Processes of Odessa National University Named after I.I. Mechnikov (Odessa, Ukraine)

Yu Lijiang, Candidate of Technical Sciences, Research Assistant of China University of Geosciences (Beijing, China)

[Editorial staff](#)

Agapov A.A., Candidate of Technical Sciences, Director of Calculational & Analytical Center, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Bozhko D.I., Candidate of Technical Sciences, Deputy Editor-in-chief (Moscow, Russia)

Gorlov A.N., Head of Department, State Construction Supervision of Rostechnadzor (Moscow, Russia)

Grazhdankin A.I., Doctor of Technical Sciences, Deputy Head of Safety Analysis Sistem, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Ermak G.P., Candidate of Technical Sciences, Head of Department on Supervision in Coal Industry of Rostechnadzor (Moscow, Russia)

Ivanitskaya E.V., Candidate of Philological Sciences, Deputy Editor-in-chief (Moscow, Russia)

Kadushkin Yu.V., President of AO NPO «Tekhkranenergo» (Vladimir, Russia)

Kondrateva O.E., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Engineering Ecology and Occupational Safety of the National Research University «Moscow Power Engineering Institute» (Moscow, Russia)

Kruchinina I.A., Doctor of Technical Sciences, Director, ANO «Industrial Risk Research Agency» (Moscow, Russia)

Lisanov M.V., Doctor of Technical Sciences, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Director of Risk Analysis Center, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Matvienko Yu.G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Laboratory Head of FGBU of Science of Institute of Engineering in the Name of A.A. Blagonravov of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Nesterov Yu.L., Head of Department on Supervision for Oil and Gas Complex Facilities of Rostechnadzor (Moscow, Russia)

Nizovtsev A.V., Responsible Secretary of the Editorial Staff (Moscow, Russia)

Seleznev G.M., Lead Researcher, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Tkachenko V.M., Head of Department of Mining Supervision of Rostechnadzor (Moscow, Russia)

Fominykh M.V., Candidate of Chemical Sciences, Head of General Purpose Industrial Supervision Department of Rostechnadzor (Moscow, Russia)

Churkin G.Yu., Candidate of Technical Sciences, Deputy Director, ANO «Industrial Risk Research Agency» (Moscow, Russia)

Shalaev V.K., Doctor of Technical Sciences, Director for Regulatory Documents of STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Yakovlev D.A., Head of Legal Department of Rostechnadzor (Moscow, Russia)