

# Научно-технический журнал

Scientific-technical journal



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Российский государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский университет)  
имени И.М. Губкина"

# ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО  
КОМПЛЕКСА

EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES  
FOR OIL AND GAS COMPLEX

---

6(138) • 2023

москва

# ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Декабрь 2023 г.

№ 6(138)

Издается с 2001 г.

Выходит 6 раз в год

## Учредитель

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина"

## Редакционная коллегия

**Лопатин А.С.** – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва – главный редактор;

**Ерусланова Е.В.** – выпускающий редактор Редакции журнала "Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса" Издательского дома "Губкин" РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва – заместитель главного редактора;

**Балаба В.И.** – д-р техн. наук, профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва;

**Будзуляк Б.В.** – д-р техн. наук, профессор, Президент Саморегулируемой организации "Ассоциация строителей газового и нефтяного комплексов", г. Москва;

**Васильев Г.Г.** – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва;

**Еремин Н.А.** – д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник Института проблем нефти и газа РАН, г. Москва;

**Ермилов О.М.** – д-р техн. наук, профессор, академик РАН, зам. главного инженера по науке ООО "Газпром добыча Надым", г. Надым;

**Ермолаев А.И.** – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва;

**Захаров М.Н.** – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой "Основы конструирования машин" МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва;

**Зейналов Р.Р.** – д-р техн. наук, доцент, генеральный директор "Инновационного центра", член-корреспондент Азербайджанской Инженерной Академии, г. Баку;

**Ивановский В.Н.** – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва;

**Кениг Е.Я.** – Dr.-Ing.Habil, зав. кафедрой Университета Падерборн, Германия;

**Кучеров В.Г.** – д-р физ.-мат. наук, профессор Королевского технологического университета, Швеция;

**Оганов Г.С.** – д-р техн. наук, профессор, первый заместитель генерального директора ООО "Красноярскгазпром нефтегазпроект", г. Москва;

**Расулов С.Р.** – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности, Азербайджан, г. Баку;

**Сериков Д.Ю.** – д-р техн. наук, профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва;

**Шмаль Г.И.** – канд. экон. наук, Президент Союза нефтегазопромышленников, г. Москва;

**Ясашин В.А.** – д-р техн. наук, профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

**Давыдов А.Ю., Велиев Э.Ф., Давыдов И.А.** Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом ..... 5

**Арабов М.Ш., Аляутдинова Ю.А., Арабова З.М., Гамзатова А.Г.** Энергоэффективность трубчатой печи на установке стабилизации углеводородного конденсата Астраханского газоперерабатывающего завода ..... 10

**Ходыров А.И., Аббас А.С.** Моделирование испарительного охлаждения воздуха при впрыске воды перед теплообменными секциями ..... 16

### МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

**Келбалиев Г.И., Расулов С.Р., Мустафаева Г.Р., Нематова М.М.** Зависимость вязкости нефтяных эмульсий от содержания частиц и воды ..... 24

### СТРОИТЕЛЬСТВО НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

**Кльков П.И., Зверев Г.В., Петренко И.А., Наговицин А.В.** Оптимизация конструкций и траекторий проектных скважин по результатам построения 1D геомеханических моделей на примере месторождений Каспийского моря ..... 29

**Блинков О.Г., Гупалов Б.А., Заббаров И.Ш., Мурадов А.В., Сериков Д.Ю.** Метод анализа эффективности систем промывки буровых коронок штыревого типа на базе лабораторного стенда с применением аддитивных технологий ..... 36

### РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Макаров А.Н., Голендеев М.В.** Методология и моделирование: управление аварийными и операционными запасами материально-технических ресурсов ..... 41

**Толпаев В.А., Ахмедов К.С., Лоскутов К.Р.** Плоскорadiaльное вытеснение нефти водой ..... 47

**Невмержицкий Я.В., Кузьмина Т.В., Вершинина И.В., Виноградов К.Э.** Использование нелинейной фильтрации при гидродинамическом моделировании низкопроницаемых коллекторов ачимовской толщи ..... 53

**Стрижаков Е.А., Тарариев С.Р., Хисматуллина Ф.С., Поляков Д.В.** Алгоритмизация расчета движения многофазного потока в сети сбора для задач интегрированного моделирования ..... 59

**Гулиев Р.З., Еремин Н.А., Галькова К.Б.** Анализ ледовых условий для определения транспортной доступности в Арктике ..... 65

### ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

**Калинин А.Ф.** Низконапорный транспорт природного газа ..... 71

**Игнатова Т.В., Житомирский Б.Л., Догадин Д.Л., Успенская Т.Ю.** К вопросу о повышении эффективности газотурбинных установок, эксплуатируемых на объектах Южного федерального округа ..... 77

**Бердашкевич В.В., Леонович И.А., Янушонок А.Н.** Разработка методов оценки долговечности распределительных газопроводов ..... 85

### ВЫСТАВКИ • СИМПОЗИУМЫ • КОНФЕРЕНЦИИ

Итоги Российской отраслевой энергетической конференции ..... 96

Итоги Российского нефтегазового технического конгресса (РНТК) ..... 98

Перечень статей, опубликованных в НТЖ "Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса" в 2023 году ..... 100

# EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES FOR OIL AND GAS COMPLEX

December 2023

№ 6(138)

published since 2001

6 issues per year

## CONTENTS

### MACHINERY AND EQUIPMENT

- Davydov A. Yu., Veliyev E.F., Davydov I.A.* Use of control expert systems to monitor the operation of surface-driven screw pumping units ..... 5
- Arabov M.Sh., Alyautdinova Yu.A., Arabova Z.M., Gamzatova A.G.* Energy efficiency of a tubular furnace at the hydrocarbon condensate stabilization unit of the Astrakhan gas processing plant ..... 10
- Khodyrev A.I., Abbas A.S.* Modeling of the air evaporative cooling by water injection in front of the heat exchange sections ..... 16

### METHODS AND TECHNOLOGIES

- Kelbaliyev G.I., Rasulov S.R., Mustafayeva G.R., Nematova M.M.* Dependence of oil emulsion viscosity on particle and water concentration ..... 24

### CONSTRUCTION OF OIL AND GAS WELLS

- Klykov P.I., Zverev G.V., Petrenko I.A., Nagovitsin A.V.* Optimization of designs and trajectories of projected wells based on the results of 1D geomechanical models on the example of the Caspian Sea oil fields ..... 29
- Blinkov O.G., Gupalov B.A., Zabbarov I.Sh., Muradov A.V., Serikov D.Yu.* A method for analyzing the effectiveness of pin-type drill bit flushing systems on a laboratory stand using additive technologies ..... 36

### DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS

- Makarov A.N., Golendeev M.V.* Methodology and modeling: emergency and operational inventory management ..... 41
- Tolpaev V.A., Akhmedov K.S., Loskutov K.R.* Plane-radial water displacement of oil ..... 47
- Nevmerzhiy Ya.V., Kuzmina T.V., Vershinina I.V., Vinogradov K.E.* Use of nonlinear seepage for hydrodynamic modeling of low permeable reservoirs of the Achimov deposits ..... 53
- Strizhakov E.A., Tarariev S.R., Khismatullina F.S., Polyakov D.V.* Algorithmization of calculating the multiphase flow movement in the collection network for solving integrated modeling problems ..... 59
- Guliev R.Z., Eremin N.A., Galkova K.B.* Analysis of ice conditions to determine transport accessibility in the Arctic ..... 65

### PIPELINE TRANSPORT

- Kalinin A.F.* Low-pressure natural gas transportation ..... 71
- Ignatova T.V., Zhitomirsky B.L., Dogadin D.L., Uspenskaya T.Yu.* On the issue of improving the efficiency of gas turbine installations operated at the facilities of the Southern Federal District ..... 77
- Berdashkevich V.V., Leonovich I.A., Yanushonok A.N.* Development of methods for assessing the durability of gas distribution pipelines ..... 85

### EXHIBITIONS • SYMPOSIA • CONFERENCES

- Total results of the Russian Industry Energy Conference ..... 96
- The results of the Russian Petroleum Technical Congress (RPTC) ..... 98
- List of articles, published in Scientific-Technical Journal "Equipment and technologies for oil and gas complex" in 2023 ..... 100

**Founder of journal** – National University of Oil and Gas "Gubkin University"

### Editorial board

**Lopatin A.S.** – Dr. of tech. sci., Professor, Head of the Department of National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow – Editor-in-Chief;

**Eruslanova E.V.** – Production editor of the Editorial Board of the Journal "Equipment and Technologies for the Oil and Gas Complex" of the "Gubkin" Publishing House of the National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow – Deputy Editor-in-Chief;

**Balaba V.I.** – Dr. of tech. sci., Professor of National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;

**Budzulyak B.V.** – Dr. of tech. sci., Professor, President of the Self-regulated organization "Association of architects of gas and oil complexes", Moscow;

**Vasiliev G.G.** – Dr. of tech. sci., Professor, Head of the Department of National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;

**Eremin N.A.** – Dr. of tech. sci., Professor, Chief researcher of "Oil and Gas Research Institute" Russian Academy of Sciences, Moscow;

**Ermilov O.M.** – Dr. of tech. sci., Professor, academician of the Russian Academy of Sciences, Deputy Chief Engineer for science of LLC "Gazprom dobycha Nadym", Nadym;

**Ermolaev A.I.** – Dr. of tech. sci., Professor, Head of the Department of National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;

**Zakharov M.N.** – Dr. of tech. sci., Professor, Head of the Department "Principals of machinery designing" of Moscow State Technical University named after N.E. Bauman, Moscow;

**Zeinalov R.R.** – Dr. of tech. sci., associate professor, General Director of the "Innovation Center", corresponding member of the Azerbaijan Engineering Academy, Baku;

**Ivanovsky V.N.** – Dr. of tech. sci., Professor, Head of the Department of National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;

**Kenig E.Ya.** – Dr.-Ing.Habil, Head of the Department of Paderborn University, Germany;

**Kucherov V.G.** – Dr. of phys.-math. sci., Professor of the Royal Technological University, Sweden;

**Oganov G.S.** – Dr. of tech. sci., Professor, the First Vice General Director of LLC "Krasnoyarskkgazprom neftegazproekt", Moscow;

**Rasulov S.R.** – Dr. of tech. sci., Professor, Head of the Department of Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku;

**Serikov D.Yu.** – Dr. of tech. sci., professor, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;

**Shmal G.I.** – Cand. of economic sci., President of the Union of Oil and Gas Producers, Moscow;

**Yasashin V.A.** – Dr. of tech. sci., Professor, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow

## Редационный совет научно-технических журналов, издаваемых РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

- Мартынов В.Г. – Ректор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р экон. наук, профессор, академик РАО, председатель совета
- Максименко А.Ф. – Проректор по научной и международной работе РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р техн. наук, профессор, заместитель председателя совета
- Лопатин А.С. – Председатель комиссии по редакционно-издательской деятельности Ученого Совета РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор, главный редактор журнала "Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса", заместитель председателя совета
- Завьялов А.П. – Директор Издательского дома "Губкин" РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, канд. техн. наук, доцент, секретарь совета
- Близнюков В.Ю. – Руководитель проекта ПАО "НК "Роснефть", д-р техн. наук, профессор, главный редактор журнала "Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море" (по согласованию)
- Голунов Н.Н. – Проректор по дополнительному профессиональному образованию РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, канд. техн. наук, доцент
- Гриняев С.Н. – Декан факультета комплексной безопасности ТЭК РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р техн. наук, профессор
- Дедов А.Г. – Заведующий кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р хим. наук., профессор, академик РАН, главный редактор журнала "Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина"
- Дмитриевский А.Н. – Научный руководитель ИПНГ РАН, д-р геол.-минер. наук, профессор, академик РАН, главный редактор журнала "Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений" (по согласованию)
- Ивановский В.Н. – Заведующий кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р техн. наук, профессор, главный редактор журнала "Территория Нефтегаз"
- Казак А.С. – Ученый секретарь ООО "НИИгазэкономика", д-р техн. наук, профессор, главный редактор журнала "Автоматизация и информатизация ТЭК" (по согласованию)
- Комков А.Н. – Начальник Управления наукометрических исследований и поддержки публикационной активности РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, заведующий кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, канд. техн. наук, доцент
- Лоповок Г.Б. – Директор Издательского центра РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, канд. экон. наук, доцент
- Мастепанов А.М. – Главный научный сотрудник Аналитического центра энергетической политики и безопасности ИПНГ РАН, профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р экон. наук, профессор, главный редактор журнала "Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом"
- Мельгунов В.Д. – Заведующий кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р юр. наук, профессор
- Мещеряков С.В. – Заведующий кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р техн. наук, профессор, заместитель главного редактора журнала "Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе"
- Михайлов Н.Н. – Профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р техн. наук, главный редактор журнала "Нефтепромысловое дело"
- Мурадов А.В. – Профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р техн. наук, заместитель руководителя редакционной коллегии журнала "Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина"
- Поздняков А.П. – Профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р техн. наук, заместитель главного редактора журнала "Автоматизация и информатизация ТЭК"
- Постникова О.В. – Декан факультета геологии и геофизики нефти и газа РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р геол.-минерал. наук, профессор
- Соловьянов А.А. – Заместитель директора ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды", главный редактор журнала "Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе", д-р хим. наук, профессор (по согласованию)
- Телегина Е.А. – Декан факультета международного энергетического бизнеса РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р экон. наук, профессор, член-корреспондент РАН
- Туманян Б.П. – Профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р техн. наук, главный редактор журналов "Химия и технология топлив и масел", "Технологии нефти и газа", "Промышленный сервис"

Журнал включен в "Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук":

### 2.5. Машиностроение

2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы (технические)

2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства (технические)

### 2.8. Недрапользование и горные науки

2.8.2. Технология бурения и освоения скважин (технические)

2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические)

2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ (технические)

Свидетельство о регистрации средств массовой информации ПИ № ФС 77-73917 от 12 октября 2018 г.

Журнал входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Издательство – Издательский дом "Губкин"  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Адрес редакции:  
119991, Россия, г. Москва, Ленинский просп., д. 65, корп. 1.  
Сайт: <https://www.gubkin.ru>  
Тел.: 8-499-507-91-17

Адрес электронной почты: [zavyalov.a@gubkin.ru](mailto:zavyalov.a@gubkin.ru),  
[zavyalovap@yandex.ru](mailto:zavyalovap@yandex.ru), [eruslanova\\_ev@mail.ru](mailto:eruslanova_ev@mail.ru)

Ведущий редактор *И.А. Антипова*  
Компьютерный набор *В.В. Васина*  
Компьютерная верстка *Е.В. Кобелькова*  
Корректор *Т.В. Быстракова*  
Перевод *О.М. Бисярина*

Подписано в печать 20.12.23. Формат 84×108 1/16.  
Бумага офсетная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 10,92.  
Уч.-изд. л. 11,06. Тираж 2000 экз.

### Индекс журнала

10331, 10332 – по объединенному каталогу "Пресса России".

Печатно-множительная база:

ООО "ИИА "Пресс-Меню"  
129128, Россия, г. Москва, ул. Малахитовая, д. 21.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за соблюдение принципов научной этики и достоверность приведенных сведений.

© РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2023.

При перепечатке материалов ссылка на издание обязательна.

### DOI-prefix РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина НТЖ "Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса"

*Уважаемые коллеги, авторы и читатели!*

**Сообщаем, что всем научным статьям, публикуемым в журнале, присваивается индекс DOI.  
Его можно найти в начале статьи.**

The Digital Object Identifier (DOI) — это цифровой идентификатор документа. Научные статьи регистрируются фирмой CrossRef. Практически все ведущие научные журналы мира сотрудничают с этой фирмой. Технология и индекс DOI при помощи базы CrossRef, которая содержит несколько десятков миллионов материалов, позволяют обращаться к оригиналам научных статей, облегчают пользователям (читателям) поиск оригинала (первоисточника) научной публикации. Индекс DOI всегда остается неизменным, он "привязан" к URL научной работы. Благодаря индексу DOI увеличивается число цитирований опубликованных работ, поэтому желательнее размещать статьи в журналах с этим кодом, это автоматически повышает индекс цитирования статей автора и индекс Хирша.

Пример присвоения DOI статье НТЖ "Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса":  
**10.33285/1999-6934-2023 (год выпуска)-(номер журнала)-(номера страниц статьи)**

**Вниманию авторов!**

При ссылке на статьи, которые имеют индекс DOI, рекомендуется в списке литературы указывать этот индекс.