

# 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

# ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Февраль 2024 г.

№ 1(139)

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, заведующий 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, заведующий кафедрой "Основы конструирования машин" МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва;

**Зейналов Р.Р.** – д-р техн. наук, доцент, академик Азербайджанской инженерной академии, генеральный директор "Инновационно-производственного Центра", г. Баку;

**Ивановский В.Н.** – д-р техн. наук, профессор, заведующий 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, заведующий 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

- Кобычев В.Ф., Исмагилов Р.Н., Ялалетдинов Р.Р., Столяров В.И., Фролов А.А., Юрасов В.О., Бурмистров Н.А.** Использование существующей инфраструктуры сеноманских и валанжинских установок комплексной подготовки газа Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения при обустройстве вновь вводимых газоконденсатных объектов ..... 5
- Типугин А.А., Гимпу В.С., Хабибуллин А.Ш., Хайруллин И.Р., Юрасов В.О., Усманова Г.А., Кобычев В.Ф.** Оптимизация работы оборудования и режимов эксплуатации сеноманских установок комплексной подготовки газа в завершающий период разработки Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения ..... 11

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

- Шматин А.К., Пантелеев А.С.** Будущее управления качеством: искусственный интеллект как ключевой инструмент оптимизации процессов ..... 18
- Колчинченко И.В., Манзырев Д.В., Демидов В.И., Забора И.В.** Методические подходы к обоснованию системы геотехнического мониторинга в условиях климатических изменений ..... 23

### РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- Еремин Н.А., Селенгинский Д.А.** Обзор применения байесовской сети и искусственного интеллекта для снижения числа осложнений и аварий в разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений ..... 33
- Серовайский А.Ю., Кучеров В.Г.** Роль глубинных углеводородов в образовании залежей газовых гидратов ..... 38

### ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

- Елькин А.В., Середа В.В., Маркин В.А., Васильев Г.Г.** О принципах создания и повышении устойчивости функционирования перспективных полевых магистральных трубопроводов ..... 43
- Ху Ханьвень, Ларионов С.В.** Исследование низкотемпературной перекачки дизельного топлива ..... 50
- Фролов Д.М., Безкоровайный В.П.** Метод топологической оптимизации несущих конструкций объектов нефтегазовой отрасли ..... 54

### МАТЕРИАЛЫ I ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ "МОНИТОРИНГ И ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА"

- Ляпичев Д.М., Адмакин М.М.** Система мониторинга технического состояния как элемент цифрового двойника магистрального газопровода ..... 60
- Жуйков Г.О., Крупна З.П.** Опыт практической реализации системы геотехнического мониторинга с использованием вынужденного рассеяния Мандельштама – Бриллюэна ..... 66
- Величко А.И., Зубакин В.А., Трегубенко М.Д., Юсупов К.Н.** Алгоритмы компьютерного зрения и искусственного интеллекта для детекции дефектов на энергетическом оборудовании и объектах трубопроводного транспорта ..... 71
- Соколинский Л.И.** Некоторые проблемы вибродиагностики технологических трубопроводов компрессорных станций ..... 80
- Лопатин А.С., Попова Н.В., Петрова А.Н.** Подготовка и защита поверхностей металлических конструкций от атмосферной коррозии с применением защитных покрытий: опыт смешанного обучения ..... 87

### НОВОСТИ

- В компании "Буровые системы" завершено внедрение информационной системы ТОиР ..... 91

# EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES FOR OIL AND GAS COMPLEX

February 2024

№ 1(139)

published since 2001

6 issues per year

## CONTENTS

### MACHINERY AND EQUIPMENT

- Kobychev V.F., Ismagilov R.N., Yalaletdinov R.R., Stolyarov V.I., Frolov A.A., Yurasov V.O., Burmistrov N.A.** Use of the existing infrastructure of the Cenomanian and Valanginian gas treatment facilities of the Urengoy oil and gas condensate field when developing newly commissioned gas condensate facilities ..... 5
- Tipugin A.A., Gimpu V.S., Khabibulin A.Sh., Khairullin I.R., Yurasov V.O., Usmanova G.A., Kobychev V.F.** Optimization of equipment operation and operating modes of Cenomanian gas treatment facilities during the final stage of development of the Urengoy oil and gas condensate field ..... 11

### STANDARDIZATION AND QUALITY MANAGEMENT

- Shmatin A.K., Panteleev A.S.** Quality management future: artificial intelligence as a key tool for process optimization ..... 18
- Kolinchenko I.V., Manzyrev D.V., Demidov V.I., Zabora I.V.** Methodological approaches to the geotechnical monitoring system substantiation under climate change ..... 23

### DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS

- Eremín N.A., Selenginsky D.A.** Overview of the application of Bayesian network and artificial intelligence for reducing the number of complications and accidents when developing and operating oil and gas fields ..... 33
- Serovaikii A.Yu., Kutcherov V.G.** The role of deep originated hydrocarbons in the formation of gas hydrate deposits ..... 38

### PIPELINE TRANSPORT

- Elkin A.V., Sereda V.V., Markin V.A., Vasiliev G.G.** The principles of creating and increasing the sustainability of promising field main pipelines functionality ..... 43
- Khu Khanveng, Larionov S.V.** Study of diesel fuel low-temperature pumping ..... 50
- Frolov D.M., Bezkorovainy V.P.** A method of topological optimization of supporting structures of oil and gas industry facilities ..... 54

### MATERIALS OF THE 1<sup>st</sup> ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE "MONITORING AND PREDICTIVE ANALYTICS OF THE OBJECTS STATE IN THE OIL AND GAS COMPLEX"

- Lyapichev D.M., Admakín M.M.** Technical state monitoring system as an element of the digital twin of the main gas pipeline ..... 60
- Zhuikov G.O., Kruppa Z.P.** Practical implementation of deformation survey system using stimulated Mandelstam – Brillouine scattering ..... 66
- Velichko A.I., Zubakin V.A., Tregubenko M.D., Yusupov K.N.** Computer vision and artificial intelligence algorithms for detecting defects in power equipment and pipeline transport facilities ..... 71
- Sokolinsky L.I.** Some problems of vibration diagnostics of technological pipelines of compressor stations ..... 80
- Lopatin A.S., Popova N.V., Petrova A.N.** Preparation and protection of metal structures surfaces from atmospheric corrosion using protective coatings: the experience of mixed learning ..... 87

### NEWS

- The "Drilling Systems" company has completed implementation of the MRO (technical servicing and repair) information system ..... 91

**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;

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

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

**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., Assistant professor, Academician of the Azerbaijan Engineering Academy, General Director of the "Innovation and Production Center", 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;

**Kuchero 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 "Krasnoyarskgazprom 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

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. Недропользование 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 нефтегазовых объектов, 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: [zavvalov.a@gubkin.ru](mailto:zavvalov.a@gubkin.ru),  
[zavvalovap@yandex.ru](mailto:zavvalovap@yandex.ru), [eruslanova\\_ev@mail.ru](mailto:eruslanova_ev@mail.ru)

Ведущий редактор *З.А. Каплинина*  
Компьютерный набор *В.В. Васина*  
Компьютерная верстка *Е.В. Кобелькова*  
Корректор *Т.В. Быстрова*  
Перевод *О.М. Бисярина*

Подписано в печать 20.02.24. Формат 84×108 1/16.  
Бумага офсетная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 10,08.  
Уч.-изд. л. 10,22. 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.

## Вниманию читателей!

Чтобы всегда быть в курсе последних новостей журнала, приглашаем посетить сайт [gubkin.ru](http://gubkin.ru) и подписаться на наш Telegram-канал  
Издательский дом "Губкин"!



© РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2024.

При перепечатке материалов ссылка на издание обязательна.

## Редакционный 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
- 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"
- 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 "Нефтепромышленное 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"