

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЭК

SCIENTIFIC-TECHNICAL JOURNAL

AUTOMATION AND INFORMATIZATION  
OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX

---

**5(586) • 2022**

МОСКВА • ГУБКИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

# АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЭК

Научно-технический журнал

Основан в 1973 г.

Выходит 12 раз в год

№ 5(586)

Май 2022 г.

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

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

*Казак А.С.* (главный редактор) – д-р техн. наук, профессор, ученый секретарь ООО "НИИГазэкономика", г. Москва;

*Абрамов Г.С.* (зам. главного редактора) – д-р экон. наук, ТК 024 "Метрологическое обеспечение добычи и учета энергоресурсов (жидкостей и газов)", г. Тюмень;

*Кисленко Н.А.* (зам. главного редактора) – канд. техн. наук, начальник Департамента ПАО "Газпром", ген. директор ООО "НИИГазэкономика", г. Санкт-Петербург, г. Москва;

*Поздняков А.П.* (зам. главного редактора) – 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 СРО "АСТИНК", г. Москва;

*Вороненко А.В.* – канд. физ.-мат. наук, ген. директор ООО "НПП "Годсиб", г. Фрязино;

*Григорьев Б.А.* – чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, профессор, начальник отдела ООО "Газпром ВНИИГАЗ", г. Москва;

*Гуревич М.С.* – Советник ген. директора ООО "Системы Нефть и Газ", действительный член РМА, г. Москва;

*Джавидов Н.Г.* – д-р техн. наук, профессор, акад. Международной и Азербайджанской Инженерной Академий, ген. директор ПО "Промавтоматика", г. Баку;

*Жучков К.Н.* – канд. физ.-мат. наук, доцент, зам. начальника АЦГП АО "Газпром диагностика", г. Санкт-Петербург;

*Каневская Р.Д.* – д-р техн. наук, профессор, начальник отдела научно-технического развития и моделирования АО "Институт геологии и разработки горючих ископаемых" ПАО "НК "Роснефть", зав. кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва;

*Кениг Е.Я.* – профессор, зав. кафедрой Университета Падерборн, Германия;

*Кизина И.Д.* – канд. техн. наук, зам. ген. директора АО "Нефтеавтоматика", директор Департамента разработки и внедрения ИАСУ, г. Уфа;

*Костогрызлов А.И.* – д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт проблем информатики РАН, г. Москва;

*Кузьяков О.Н.* – д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой ТИУ, г. Тюмень;

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

*Лебедев В.Г.* – д-р техн. наук, зав. лабораторией ИПУ РАН, г. Москва;

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

*Лукьянов Э.Е.* – д-р техн. наук, зам. ген. директора по науке НПП геофизической аппаратуры "Луч", г. Новосибирск;

*Сидоров В.В.* – канд. техн. наук, зав. кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва;

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

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

*Терехина Г.В.* – выпускающий редактор, Издательский дом "Губкин", г. Москва;

*Фадурин В.А.* – д-р техн. наук, профессор, КНИТУ, г. Казань.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ, ЭКСПЕРТНЫЕ, ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

**Кисленко Н.А., Белинский А.В., Казак А.С., Белинская О.И.** Об обоснованности применения, современном состоянии и некоторых перспективах развития нейросетевых моделей Единой системы газоснабжения России ..... 6

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

**Огородников О.В.** Синтез алгоритмов инструментальной среды для решения оптимизационных задач с эпистемической неопределенностью параметров. Часть 1. Методика синтеза ..... 18

**Власова Е.П., Кузьяков О.Н., Мещеряков М.О., Лапик Н.В.** Модель исследования функционирования токовых защит трансформатора 10/0,4 кВ, используемого в нефтяной промышленности ..... 26

**Орлова К.П., Серкин В.Е., Токарев М.А.** Оценка риска при отказе контуров системы противоаварийной защиты ..... 34

**Волков Д.А., Селезнев Е.А.** Разработка приложения для исследования надежности системы на основе марковских процессов ..... 41

**Хабибуллин М.Я., Хабибуллин А.М.** Повышение эффективности математических моделей движения разделяемой системы в роторах фильтрующих центрифуг различных конструкций с учетом их энергетических характеристик ..... 49

**Галлямов И.И., Юсупова Л.Ф., Гилязетдинов Р.А., Фахретдинов Н.Р.** Моделирование движения расплава полимера в горячеканальной системе ..... 56

### ВЫСТАВКИ • СИМПОЗИУМЫ • КОНФЕРЕНЦИИ

Итоги международной выставки "Нефтегаз-2022" ..... 60

# AUTOMATION AND INFORMATIZATION OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX

Scientific-Technical Journal

Founded in 1973

May 2022

№ 5(586)

12 issues per year

## CONTENTS

### INFORMATION, MEASURING, EXPERT, TRAINING SYSTEMS

- Kislenko N.A., Belinsky A.V., Kazak A.S., Belinskaya O.I.** The validity of the application, the current state and some prospects for the development of neural network models of the Unified Gas Supply System of Russia .....6

### MATHEMATICAL MODELING AND SOFTWARE

- Ogorodnikov O.V.** Synthesis of the instrumental environment algorithms for solving optimization problems with epistemic uncertainty of parameters. Part 1. Synthesis methodology ..... 18

- Vlasova E.P., Kuzyakov O.N., Mescheryakov M.O., Lapik N.V.** A model for studying the functioning of a 10/0,4 kV transformer current protections used in the oil industry .....26

- Orlova K.P., Serkin V.E., Tokarev M.A.** Risk assessment in case of circuits failure in the emergency protection system..... 34

- Volkov D.A., Seleznev E.A.** An application development for reliability research of the system based on Markov processes.....41

- Khabibullin M.Ya., Khabibullin A.M.** Improving the efficiency of mathematical models movement of a separated system in filtering centrifuges rotors of various designs with account of their energy characteristics .....49

- Gallyamov I.I., Yusupova L.F., Gilyazetdinov R.A., Fakhretdinov N.R.** Simulation of polymer melt motion in the hot-channel system .....56

### EXHIBITIONS • SYMPOSIA • CONFERENCES

- The results of "Neftegaz-2022" International exhibition ..... 60

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

#### EDITORIAL BOARD:

**Kazak A.S. (Chief Editor)** – Dr. of tech. sci., Professor, Academic secretary of LLC "NIIgazekonomika", Moscow;  
**Abramov G.S. (Deputy-Chief Editor)** – Dr. of econ. sci., TC 024 "Metrollogical Support of Production and Accounting of Energy Resources (Liquids and Gases)", Tyumen;  
**Kislenko N.A. (Deputy-Chief Editor)** – Cand. of tech. sci., Head of the Department of PJSC "Gazprom", General Director of LLC "NIIgazekonomika", St. Petersburg, Moscow;  
**Pozdnyakov A.P. (Deputy-Chief Editor)** – Dr. of tech. sci., Professor, 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 constructors of gas and oil complexes", Moscow;  
**Voronenko A.V.** – Cand. of phys.-math. sci., Director of Scientific-Production Company "Godsib", Ltd., Fryazino;  
**Grigoriev B.A.** – Corresponding member of RAS, Dr. of tech. sci., Professor, Head of the Department of LLC "Gazprom VNIIGAZ", Moscow;  
**Gurevich M.S.** – Adviser of the General Director of LLC "Systems of Oil and Gas", full member of RMA, Moscow;  
**Dzhavadov N.G.** – Dr. of tech. sci., Professor, Academician of the International and Azerbaijan Engineering Academy, General Director of PO "Promavtomatika", Baku;  
**Zhuchkov K.N.** – Cand. of phys.-math. sci., associate professor, Deputy Director of the Analytical Center of gas industry of JSC "Gazprom diagnostics", St. Petersburg;  
**Kanevskaya R.D.** – Dr. of tech. sci., Professor, Head of the Department of Scientific-Technical Development and Modeling of JSC "Institute of Geology and Development of Fossil Fuel" of PJSC "NK "Rosneft", 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;  
**Kizina I.D.** – Cand. of tech. sci., Deputy-General Director of JSC "Nefteavtomatika", Director of development and implementation "Integrated ACS" Department, Ufa;  
**Kostogrysov A.I.** – Dr. of tech. sci., Professor, Chief scientific employee, "Institute of Informatics Problems" of the Russian Academy of Sciences, Moscow;  
**Kuzyakov O.N.** – Dr. of tech. sci., assistant professor, Head of the Department of TIU, Tyumen;  
**Kuchumov R.Ya.** – Dr. of tech. sci., Professor, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;  
**Lebedev V.G.** – Dr. of tech. sci., Head of the Laboratory of Institute of Control Sciences RAS, Moscow;  
**Lopatin A.S.** – Dr. of tech. sci., Professor, Head of the Department of National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;  
**Lukyanov E.E.** – Dr. of tech. sci., Deputy-General Director on Scientific work of "Luch" – Scientific-Production Company of geophysical equipment, Novosibirsk;  
**Sidorov V.V.** – Cand. of tech. sci., Head of the Department of National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;  
**Stepin Yu.P.** – Dr. of tech. sci., Professor, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;  
**Sukharev M.G.** – Dr. of tech. sci., Professor, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow;  
**Terekhina G.V.** – production editor, "Gubkin" publishing house, Moscow;  
**Fafurin V.A.** – Dr. of tech. sci., Professor, KNRTU, Kazan.

**Индекс журнала**

10338, 10339 – по объединенному каталогу "Пресса России".

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-74504 от 07.12.2018 г.

Журнал по решению Президиума ВАК Минобразования и науки РФ входит в "Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук".

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и международную базу данных и систему цитирования Chemical Abstracts.

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

Адрес редакции: 119991, Россия, г. Москва, Ленинский просп., 65, корп. 1.  
Тел. 8-499-507-91-49

Сайт: <https://www.gubkin.ru>;  
e-mail: [zavyalov.a@gubkin.ru](mailto:zavyalov.a@gubkin.ru),  
[zavyalovap@yandex.ru](mailto:zavyalovap@yandex.ru),  
[atisoil@mail.ru](mailto:atisoil@mail.ru)

Ведущий редактор: *Г.В. Терехина*

Компьютерный набор: *В.В. Васина*  
Компьютерная верстка: *И.В. Смолина*  
Корректор: *Я.В. Ткачева*  
Перевод: *О.М. Бисярина*

Подписано в печать 03.05.2022 г.  
Формат 84×108<sup>1/16</sup>.  
Усл. печ. л. 6,72. Уч.-изд. л. 6,84.  
Тираж 1500 экз.  
Цена свободная.

Печатно-множительная база:  
ИП Терентьева Ю.Б.  
115551, г. Москва, Шипиловский пр.,  
д. 43, корп. 2.

При перепечатке материала ссылка на издание обязательна.

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

**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)
- Гируц М.В. – Декан факультета научно-педагогических кадров и кадров высшей квалификации РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р хим. наук, доцент
- 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.-минерал. наук, 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, 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"
- Оганов А.С. – Заведующий кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д-р техн. наук, профессор, главный редактор журнала "Вестник Ассоциации буровых подрядчиков"
- 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"





**ФАКУЛЬТЕТ  
АВТОМАТИКИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
ведет подготовку по следующим направлениям и уровням  
высшего образования:



**БАКАЛАВРИАТ**

<b>Направление</b>	<b>01.03.04 "Прикладная математика"</b>
Профиль	01.03.04.01 "Математическое моделирование в технике и экономике"
<b>Направление</b>	<b>09.03.01 "Информатика и вычислительная техника"</b>
Профили:	09.03.01.01 "Автоматизированные системы обработки информации и управления"
	09.03.01.02 "Интегрированные автоматизированные информационные системы"
<b>Направление</b>	<b>12.03.01 "Приборостроение"</b>
Профиль	12.03.01.02 "Интеллектуальные информационные системы"
<b>Направление</b>	<b>13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"</b>
Профиль	13.03.02.01 "Электропривод и автоматика"
<b>Направление</b>	<b>27.03.04 "Управление в технических системах"</b>
Профиль	27.03.04.01 "Системы и средства автоматизации технологических процессов"

**МАГИСТРАТУРА**

**Очная (дневная) форма обучения**

<b>Направление</b>	<b>09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"</b>
Программы:	09.04.01.01 "Автоматизированные системы диспетчерского управления в нефтегазовом комплексе"
	09.04.01.02 "Информационные технологии организационно-экономического управления в нефтегазовом комплексе"
	09.04.01.04 "Киберфизические системы и технологии управления нефтегазовыми объектами"
<b>Направление</b>	<b>12.04.01 "Приборостроение"</b>
Программа	12.04.01.02 "Информационно-измерительные системы в нефтегазовой отрасли"
<b>Направление</b>	<b>13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"</b>
Программа	13.04.02.01 "Автоматизированные электромеханические комплексы и системы нефтегазовой промышленности"
<b>Направление</b>	<b>27.04.04 "Управление в технических системах"</b>
Программа	27.04.04.01 "Системы управления технологическими процессами на предприятиях нефтегазового комплекса"

**Очно-заочная (вечерняя) форма обучения**

<b>Направление</b>	<b>01.04.04 "Прикладная математика"</b>
Программа	01.04.04.02 "Анализ данных и компьютерное моделирование"

**АСПИРАНТУРА**

<b>Направление</b>	<b>09.06.01 "Информатика и вычислительная техника"</b>
Специальности:	05.13.01 "Системный анализ, управление и обработка информации"
	05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами"
	05.13.11 "Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей"
	05.13.12 "Системы автоматизации проектирования"
	05.13.18 "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"
<b>Направление</b>	<b>13.06.01 "Электро- и теплотехника"</b>
Специальность	05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы"
<b>Направление</b>	<b>27.06.01 "Управление в технических системах"</b>
Специальность	05.11.16 "Информационно-измерительные и управляющие системы"