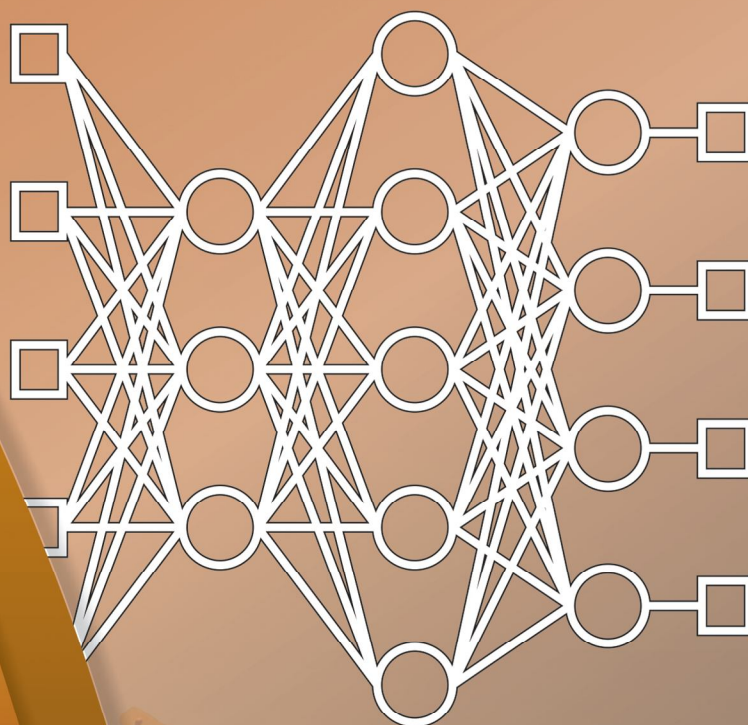




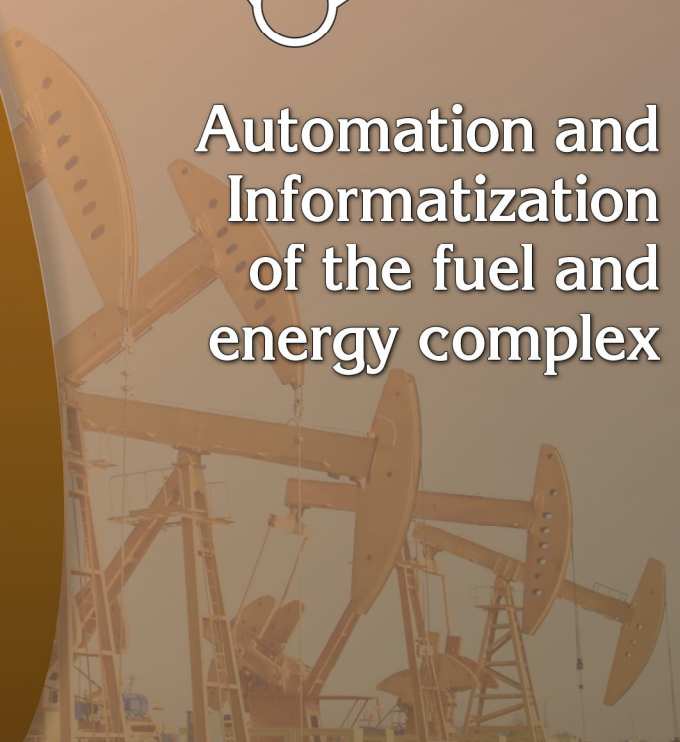
7(588).2022

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЭК



Automation and
Informatization
of the fuel and
energy complex



АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЭК

Научно-технический журнал

Основан в 1973 г.

Выходит 12 раз в год

№ 7(588)

Июль 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;
Джасавоидов 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 АЦПП 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 Падерборна, Германия;
Кизина И.Д. – канд. техн. наук, зам. ген. директора АО "Нефтеавтоматика", директор Департамента разработки и внедрения ИАСУ, г. Уфа;
Костокрызов А.И. – д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт проблем информатики РАН, г. Москва;
Кузиков 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;
Фафурин В.А. – д-р техн. наук, профессор, КНИТУ, г. Казань.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ, ЭКСПЕРТНЫЕ, ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

- Никулин А.С., Куркин Д.С., Жедяевский Д.Н.** Оптимизация энергетических затрат при производстве сжиженного природного газа в арктических условиях 5
- Власова Е.П., Кузиков О.Н., Михайко М.С., Шелякин А.А.** Модель цифровой защиты трансформатора ПС 110/10 кВ нефтеперекачивающей станции 15
- Митрофанов А.В., Ломанцов В.А.** Об эффективности цифровизации работ по обеспечению безотказности и безопасности эксплуатации оборудования опасных производственных объектов 21
- Токарева А.А., Иванова М.В., Глебова Е.В.** Анализ связи уровня культуры безопасности с социально-биографическими характеристиками работника с использованием методов математической статистики 27

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Сафонов А.В.** Повышение точности информационно-измерительных и управляющих систем количества энергии на основе уравнений состояния сжиженного природного газа 34
- Блинков О.Г., Сериков Д.Ю.** Математическое моделирование статистических методов контроля качества производства буровых шарошечных долот 40
- Корчагин С.А., Марченкова Л.А.** Возможность дополнения вариационных методов решения дифференциальных уравнений использованием обратной к решению функции 45

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

- Леонов Д.Г., Барашкин Р.Л., Папилина Т.М., Южанин В.В.** Виртуальная среда для обучения управлению технологическими процессами нефтегазового комплекса 53

AUTOMATION AND INFORMATIZATION OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX

Scientific-Technical Journal

Founded in 1973

July 2022

№ 7(588)

12 issues per year

CONTENTS

INFORMATION, MEASURING, EXPERT, TRAINING SYSTEMS

Nikulin A.S., Kurkin D.S., Zhedyaevsky D.N. Energy costs optimization of LNG production in arctic conditions.....5

Vlasova E.P., Kuzyakov O.N., Mikheiko M.S., Shelyakin A.A. A model of PS 110/10 kV transformer digital protection of an oil pumping station 15

Mitrofanov A.V., Lomantsov V.A. The digitalization effectiveness of works ensuring the reliability and safety of the equipment operation of hazardous production objects21

Tokareva A.A., Ivanova M.V., Glebova E.V. Analysis of the relationship of the safety culture level with an employee's social-biographical characteristics using mathematical statistics methods27

MATHEMATICAL MODELING AND SOFTWARE

Safonov A.V. Improving the accuracy of information-measuring and control systems of the amount of energy based on the equations of state of liquefied natural gas34

Blinkov O.G., Serikov D.Yu. Mathematical modeling of statistical methods of quality control when manufacturing roller-cone drill bits40

Korchagin S.A., Marchenkova L.A. The possibility of supplementing the variational methods of differential equations solution, by applying the function inverse to the solution.....45

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN PERSONNEL TRAINING FOR THE OIL AND GAS COMPLEX

Leonov D.G., Barashkin R.L., Papilina T.M., Yuzhanin V.V. A virtual environment for training in the oil and gas process control53

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.