

*Scientific Research Centre
"MachineStructure"*

Amazon Kindle Direct Publishing



ISSN 2474-5901

Journal of Advanced Research in Technical Science

Issue 31

Seattle, USA, 2022

Journal of Advanced Research in Technical Science. –
Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. –
2022. – Issue 31. – 60 p.

ISSN 2474-5901

Themes of journal: 1) Mechanical engineering and engineering science; 2) Mathematics and mechanics; 3) Mechatronics and robotics; 4) Transport, mining and construction machinery; 5) Power, metallurgical and chemical engineering; 6) Instrument making, metrology and information-measuring devices and systems; 7) Electrical and Electronics; 8) Informatics, computer engineering and management; 9) Engineering geometry and computer graphics; 10) Materials science; 11) Technology, machinery and equipment of Agroengineering systems; 12) Transport; 13) Construction and architecture; 14) Problems of personnel training in mechanical engineering.

Editor in Chief:

Ivan A. Zhukov – Saint-Petersburg mining university. Department of mechanical engineering. Doctor of sciences

Editorial Board:

Elvira R. Zvereva – Kazan state power engineering university. Departments of technology in energy and oil and gas processing. Doctor of sciences

Daba N. Radnaev – Buryat state academy of agriculture. Department of mechanization of agricultural processes. Doctor of sciences

Vladimir I. Sarbaev – Moscow polytechnic university. Department of Land Vehicles. Doctor of sciences

Lev A. Saruev – Tomsk polytechnic university. Department of Oil and Gas Business. Doctor of sciences

Aleksandr B. Filimonov – MIREA – Russian technological university. Department of automatic systems. Doctor of sciences

Ildar S. Barmanov – Samara national research university. Department of machine design. Candidate of sciences

Elena S. Gebel – Omsk state technical university. Department of automation and robotics. Candidate of sciences

Azamat K. Djamankulov – Kyrgyz-Russian Slavic university. Department of mechanics. Candidate of sciences

Oleg S. Krol – Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University. Department of engineering, machines and tools. Candidate of sciences

Nikita V. Martyushev – Tomsk polytechnic university. Department of Materials Science. Candidate of sciences

Copyright © 2022 Authors, SRC MS
All rights reserved.
ISBN: 979-8357152893

CONTENTS

Mechanical engineering and engineering science

- Biryukov V.P.** Determination of the effect of the charge composition on the mechanical and tribotechnical properties of coatings during laser surfacing of steels..... 4
- Roshchin M.N.** Change in the coefficient of friction in a carbon-containing material – steel pair at high temperatures..... 8
- Gerasimova A.A., Baleeva L.M.** Optimization of mechanical processing of the bearing outer ring at the enterprise..... 12
- Burdo G.B., Ispiryayev N.V., Ispiryayev S.R., Medintsev S.V.** Intelligent process control system for multi-nomenclature machine-building production..... 17

Mathematics and mechanics

- Mironov A.S., Eliseev A.V.** The concept of dynamic invariants of mechanical oscillatory systems in the evaluation of the features of the plane motion of a solid body taking into account the related force excitation.....23

Power, metallurgical and chemical engineering

- Okunev V.S.** Formalization of intuitive concepts in problems of designing new generation safe nuclear reactors 28

Instrument making, metrology and information-measuring devices and systems

- Kozelkova V.O., Kashaev R.S., Kozelkov O.V.** Use of magnetic levitation for control of water droplets salinity in oils emulsions..... 33
- Karachin V.I., Kashaev R.S., Kozelkov O.V.** Study of the paraffinic oils by the methods of laser photometry and proton magnetic resonance relaxometry..... 36
- Ovseenko G.F., Kashaev R.S., Kozelkov O.V.** Use of the artificial neuron networks for trustworthy control of the oil disperse systems properties measurements by relaxometer of proton magnetic resonance 39

Materials science

- Roshchin M.N.** Influence of the heat flux power during laser reflow of a metal-ceramic coating 42

Transport

- Azarov V.K., Kutenev V.F.** Main modern sources of urban air pollution with invisible particulate matters highly hazardous for the health of citizens 46

Problems of personnel training in mechanical engineering

- Yakubovich E.A.** Improvement of independent work of students in the course study «Theory of thermal processing of metals»..... 51

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2022-31-39-41>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ СВОЙСТВ НЕФТЯНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ РЕЛАКСОМЕТРОМ ПРОТОННОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Овсеенко Г.А., Кашаев Р.С., Козелков О.В.

Казанский государственный энергетический университет, Казань, Российская Федерация

Ключевые слова: нейронные сети, параметры, протонная, магнитная, резонансная, релаксометрия.

Аннотация. Проведены исследования по возможности использование искусственных нейронных сетей для контроля достоверности и надежности измерений методом протонной магнитной резонансной релаксометрии на релаксометре ПМР-NP2. Получены критерии контроля достоверности измерений свойств нефтяных дисперсных систем релаксометром протонного магнитного резонанса при использовании нейронных сетей для анализа нефтей.

USE OF THE ARTIFICIAL NEURON NETWORKS FOR TRUSTWORTHY CONTROL OF THE OIL DISPERSE SYSTEMS PROPERTIES MEASUREMENTS BY RELAXOMETER OF PROTON MAGNETIC RESONANCE

Ovseenko G.F., Kashaev R.S., Kozelkov O.V.

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russian Federation

Keywords: neuron networks, parameters, proton, magnetic, resonance, relaxometry.

Abstract. Studied the opportunities of artificial neuron networks use in control of the trustworthy and reliability of the parameters obtained by method of proton magnetic resonance relaxometry on the Relaxometer NMR-NP2. Received the trustworthy criteria for the measurements of the oil disperse systems properties by proton magnetic resonance at using neuron networks for oils analysis.

Распоряжение правительства Российской Федерации №1632 о «создании экосистемы цифровой экономики на базовых направлениях: новые производственные технологии и компоненты робототехники», актуализирует создание цифрового месторождения (ЦМ) с контролем и управлением нефтедобычи и подготовки сырья с экспресс-контролем автоматизированным многопараметрическим аппаратно-программным комплексом (АМАПК) [1] характеристик СКЖ, нефти и воды, а также окружающей среды. Целью работы является повышение достоверности измерений АМАПК цифровыми методами через искусственные нейронные сети (ИНС), главным преимуществом которых является возможность обучения, в ходе которого исключая «промахи» и «шумы», определяются связи между параметрами и делается вывод об их достоверности. Нами вводится понятие недостоверности измерений характеристик нефтяных дисперсных систем (НДС) – скважинной жидкости, нефти и сточных вод по ПМР-параметрам: временам спин-

спиновой релаксации T_{2Ai} , T_{2Bi} , T_{2Ci} , населенностям протонов P_{2Ai} , P_{2Bi} , P_{2Ci} , и амплитудам сигналов спин-эхо A_{Ai} , A_{Bi} , A_{Ci} , как выход общей погрешности измерения δ_i за допустимые границы. В качестве δ_i может быть взят одно или несколько свойств НДС – расход, влажность, плотность, вязкость, дисперсное распределения капель воды и нефти.

Контроль достоверности измерений релаксометром ПМР в составе АМАПК[2] осуществляется используя метод контроля функционирования измерительной системы по технологии клиент-сервер [3]. Клиентская часть располагается на месте нахождения АМАПК. Серверная часть системы располагается на персональном компьютере

Алгоритм работы системы контроля функционирования комплекса измерения ПМР-параметров, использующего ИНС, состоит в следующем.

1. В информационную сеть посылается команда запомнить текущие экспериментальные вектора измерений ПМР-параметров:

$$N_{ij}=[T_{2Ai}, T_{2Bi}, T_{2Ci}, P_{2Ai}, P_{2Bi}, P_{2Ci}, A_{Ai}, A_{Bi}, A_{Ci}], \quad (1)$$

где $j = A, B, C$ – молекулярные фазы, соответствующие ПМР-параметрам.

2. Данные многопараметрического вектора измерений N_{ij} обрабатываются по формулам разделения огибающей сигналов спин-эхо на компоненты:

$$A_i = \sum A_{0j} \exp(-t/T_{2j}), \text{ где } j = A, B, C, \quad (2)$$

$$\ln(A_i/A_0) = -t/T_{2i} + \ln A_i. \quad (3)$$

Разности экспериментальных значений N_{ij} вычисленных по уравнениям (2, 3) ПМР-параметров с модельными теоретическими значениями N_{ijt} образуют текущий вектор N_{it} :

$$N_{it} = [|A_{2AЭ} - A_{2AT}|, |A_{2BЭ} - A_{2BT}|, |A_{2CЭ} - A_{2CT}|, |P_{2AЭ} - P_{2AT}|, |P_{2BЭ} - P_{2BT}|, |P_{2CЭ} - P_{2CT}|, |T_{2AЭ} - T_{2AT}|, |T_{2BЭ} - T_{2BT}|, |T_{2CЭ} - T_{2CT}|]. \quad (4)$$

3. Вектор N_{it} обрабатывается ИНС для определения соответствия режиму работы релаксометра ПМР и вывода заключения о работе релаксометра в виде вектора $N_{out} = [\text{«Норма»}, \text{«Неправильно»} \text{ и «Неопределенность»}]$.

4. Результаты контроля выводятся на монитор оператора, а также сохраняются в базе данных для принятия дальнейших решений.

Контроль состояния режима работы АМАПК производится сравнением измеряемых параметров ПМР-релаксации N_{ij} с теоретическими значениями N_{ijt} параметров, получаемых путем аппроксимаций огибающей кривых сигналов спин-эхо по каждой протонной фазе. Отклонение параметров представляется в виде:

$$\alpha_N = (N_{ij} - N_{ijt}) \cdot 100\%. \quad (5)$$

Очевидно, что правильное функционирование релаксометра ПМР соответствует значению α_N близкое к нулю, а также, когда $|\alpha_N| \leq 3\sigma$, где σ – среднеквадратическое отклонение.

Для применения полученных зависимостей с целью определения достоверности ПМР-параметров надо определить функцию зависимости для контроля режимов релаксометра АМАПК, наиболее подходящую для данного

случая. Математическую модель для нормального стандартного отклонения $\sigma_{\text{норм}}$ решено искать в виде универсальной степенной зависимости, описываемой в работе [4]. Методом Крамера, получено:

$$\sigma_{\text{норм}} = 0,65N_{\text{норм}}^{-0,12} \quad (6)$$

Для решения задачи верификации текущего многопараметрического измерения использован математический пакет Statistica 10, позволяющий формировать искусственные нейронные сети разной конфигурации.

Список литературы

1. Rosendahl T., Hepso V. Integrated Operations in the Oil and Gas Industry: Sustainability and Capability Development. – IGI Global, 2012. – 457p.
2. Козелков О.В., Кашаев Р.С. Приборные и мехатронные комплексы в нефтяной промышленности и энергетике. – Махачкала: Апробация, 2019. – 112 с.
3. Солдатов А.А. Информационно-измерительная система контроля функционирования комплекса многопараметрического учета распределенного энергопотребления на основе искусственной нейронной сети: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.11.16 / Солдатов Антон Александрович. – Казань: Казан. нац. исслед. техн. ун-т им. А.Н. Туполева, 2018. – 22 с.
4. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.

References

1. Rosendahl T., Hepso V. Integrated Operations in the Oil and Gas Industry: Sustainability and Capability Development. – IGI Global, 2012. – 457p.
2. Kozelkov O.V., Kashaev R.S. Instrument and mechatronic complexes in oil industry and energetic. – Makhachkala: Approbation, 2019. – 112 p.
3. Soldatov A.A. Information and measurement system for monitoring the functioning of a complex of multiparametric accounting of distributed energy consumption based on an artificial neural network: abstract diss. ... cand. of tech. sc.: 05.11.16 / Soldatov Anton Aleksandrovich. – Kazan: Kazan. nat. research. tech. un-ty n.a. A.N. Tupolev, 2018. – 22 p.
4. Kremer N.Sh. Theory of probability and mathematical statistics. – M.: UNITY-DANA, 2004. – 573 p.

Овseenko Галина Анатольевна – аспирант	Ovseenko Galina Anatolyevna – post graduate
Кашаев Рустем Султанхамитович – доктор технических наук, профессор	Koshaev Rustem Sultankhamitovich – doctor of technical sciences, professor
Козелков Олег Владимирович – кандидат технических наук, доцент	Kozelkov Oleg Vladimirovich – docent, candidate of technical sciences
Kashaev2007@yandex.ru	

Received 12.09.2022

Scientific periodical issue

ISSN 2474-5901

Journal of Advanced Research in Technical Science

Issue 31

ISBN: 979-8357152893

Founder: Elena V. Zhukova.
Editorial: Scientific Research Centre «MachineStructure».
Editor in chief: Ivan A. Zhukov.
Printed by AmazonKDP, Seattle WA.

Publication Date: 07.10.2022.
Title ID: 22-16.
Trim Size: 7" x 10" (17.78 x 25.4 cm).
Number of copies: 50 min.

Seattle, USA:
Scientific Research Centre «MachineStructure», Amazon Kindle Direct Publishing
2022