

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002523

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-07-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Процюк Володимир Васильович

2. Protsiuk Volodymyr Vasylovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 151

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Галузь / галузі знань: автоматизація та приладобудування

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології

Дата захисту: 12-09-2024

Спеціальність за освітою: 121 Інженерія програмного забезпечення

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):

ДФ20.052.033ID6419

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.23.37, 50.47, 52.47.19

Тема дисертації:

1. Нейромережева система автоматизації прогнозування динаміки контрольованих параметрів процесу буріння нафтогазових свердловин
2. Neural network system for automated prediction of the dynamics of controlled parameters of the oil and gas well drilling process

Реферат:

1. Метою дисертаційного дослідження є розробка та впровадження інтелектуальної системи, яка використовує нейронні мережі для автоматичного прогнозування змін у контрольованих параметрах буріння. Така система може значно підвищити ефективність буріння, зменшити ризики аварій та оптимізувати витрати ресурсів шляхом точнішого прогнозування та оперативного реагування на зміни в процесі буріння. У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і вирішення актуальної науково-практичної задачі створення нейромережевої системи автоматизації прогнозування динаміки контрольованих параметрів процесу буріння нафтогазових свердловин. Це передбачає розробку методів і

алгоритмів, що дозволяють з високою точністю визначити зміни в параметрах буріння, забезпечуючи тим самим ефективність і безпеку бурового процесу, а також оптимізацію витрат і ресурсів. Вирішення такої задачі має важливе значення для нафтогазової промисловості України, оскільки дає змогу оптимізувати техніко-економічні показники процесу буріння нафтогазових свердловин. Наукова новизна дисертаційної роботи визначається такими положеннями: вперше: п розробка методів та моделей, які дозволяють ефективно усувати та компенсувати вплив аномалій у даних процесу буріння нафтогазових свердловин, що досягається шляхом використання нейронечітких технологій, які здатні працювати в умовах неповної або нечіткої інформації, а також складних нелінійних функціональних залежностей; п побудова нейронечіткої моделі оцінювання впливу аномалій, що включає в себе нечітку продукційну базу знань, механізм нечіткого логічного висновку та систему налаштування моделі в формі запропонованої методики оптимізації нейронної мережі з використанням градієнтного спуску та методів регуляризації, що дозволяє уникати перенавчання та забезпечувати ефективну роботу моделі в розширеному просторі бурових даних. п удосконалено методику використання відстані Хаммінга замість мультиплікативної функції агрегування для обчислення ступенів довіри, що дозволяє краще працювати з кількісними сенсорними даними. п удосконалено формальні аналітичні оцінки аномалій у даних буріння нафтогазових свердловин; загальну модель системи управління процесами буріння НГС, яка використовує математичну формалізацію для опису і управління процесами буріння з урахуванням аномалій; моделі побудовані на основі динамічних систем, що дозволяють формально описати процеси управління як просторово-часову систему з відповідними координатами; алгоритми управління процесом буріння, які включають оцінки станів процесу залежно від режимних параметрів і рівнів аномалій; математичні моделі, що враховують вплив аномалій на вихідні параметри процесу. п знайшли подальший розвиток алгоритми виявлення аномалій на основі правил з коефіцієнтами впевненості, які дозволяють обробляти сенсорні дані з високою точністю, з врахуванням різних типів невизначеності, таких як неповнота, незнання, розмитість, неточність та неоднозначність, що робить їх більш ефективним у порівнянні з традиційними методами, такими як гаусівські алгоритми або бінарні та нечіткі правила асоціації. Практична цінність дослідження, що включає розробку моделей аналітичної оцінки аномалій у даних буріння нафтогазових свердловин, є суттєвою для галузі нафтогазовидобутку. Основні аспекти практичної цінності полягають у покращенні точності та надійності процесів буріння. Розроблені моделі дозволяють ідентифікувати аномалії в реальному часі, що зменшує ризик аварійних ситуацій та непередбачених зупинок, підвищуючи безпеку і ефективність бурових операцій. Крім того, оптимізація управління процесом буріння з використанням запропонованих моделей сприяє зниженню витрат на технічне обслуговування і ремонт обладнання, завдяки своєчасному виявленню і усуненню відхилень у режимних параметрах. У результаті, пропонуване дослідження сприяє підвищенню економічної ефективності бурових операцій, зменшенню витрат і ризиків, а також підвищенню якості і безпеки робіт у нафтогазовидобувній галузі. Результати дисертаційного дослідження були використані в реальних умовах підприємства ТОВ «НАДРА ІНЖИНІРИНГ» для оптимізації та покращення процесів буріння нафтогазових свердловин, підвищення ефективності робіт та зниження витрат. Також результати дисертаційної роботи були впроваджені в навчальний процес при вивченні дисципліни «Новітні методи роботи з великими даними» студентами спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». Факти впровадження підтверджуються відповідними актами, показаними у додатках до дисертаційної роботи. Ключові слова: автоматизація процесу буріння, математичні моделі, системи підтримки прийняття рішень на основі знань, експертні системи, методи прогнозування, глибинне навчання, машинне навчання, аномалії в даних, алгоритми виявлення аномалій, багатошарові нейронні мережі, невизначеність, нечіткість, коефіцієнти впевненості.

2. The aim of the dissertation research is to develop and implement an intelligent system that uses neural networks to automatically predict changes in controlled drilling parameters. Such a system can significantly increase drilling efficiency, reduce the risk of accidents, and optimize resource consumption through more accurate predictions and prompt responses to changes in the drilling process. The thesis presents a theoretical generalization and solution of an actual scientific and practical problem of creating a neural network system for

automating the prediction of the dynamics of the control parameters of the process of drilling oil and gas wells. This involves the development of methods and algorithms that allow anticipation of changes in drilling parameters with high accuracy, thereby ensuring the efficiency and safety of the drilling process, as well as optimizing costs and resources. Solving this problem is important for the oil and gas industry of Ukraine, as it makes it possible to optimize the technical and economic indicators of the oil and gas well drilling process. The scientific novelty of the dissertation is determined by the following points, that describe what was achieved for the first time and what was improved: □ the development of methods and models that allow to effectively eliminate and compensate for the impact of anomalies in the data of the oil and gas well drilling process, which is achieved through the use of neurofuzzy technologies that can work in conditions of incomplete or fuzzy information, as well as complex nonlinear functional dependencies; □ the construction of a neuro-fuzzy model for assessing the impact of anomalies, which includes a fuzzy product knowledge base, mechanism of fuzzy logical conclusion and a model tuning system in the form of the proposed neural network optimization methodology using gradient descent and regularization methods, which avoids overtraining and ensures efficient operation of the model in the extended drilling data space. □ improved the methodology of using the Hamming distance instead of the multiplicative aggregation function for calculating confidence levels, which allows better work with quantitative sensor data. □ improved the formal analytical evaluation of anomalies in oil and gas well drilling data; a general model of the drilling oil and gas wells process control system that uses mathematical formalization to describe and control drilling processes with regard to anomalies; models based on dynamic systems that allow to formally describe control processes as a spatio-temporal system with appropriate coordinates; algorithms for controlling the drilling process, including estimates of process states depending on operating parameters and levels of anomalies; mathematical models that take into account the influence of anomalies on the initial parameters of the process. □ further development of the anomaly detection algorithms based on rules with confidence factors that allow processing sensor data with high accuracy, taking into account various types of uncertainty, such as incompleteness, ignorance, blur, imprecision and ambiguity, which makes them more effective than traditional methods such as Gaussian algorithms or binary and fuzzy association rules. The practical value of the study, which includes the development of models for analytical evaluation of anomalies in oil and gas drilling data, is significant for the oil and gas industry. The main aspects of practical value are to improve the accuracy and reliability of drilling processes. As a result, the proposed research contributes to increasing the economic efficiency of drilling operations, reducing costs and risks, as well as improving the quality and safety of operations in the oil and gas industry. The results of the dissertation research were used in the real conditions of LLC “NADRA ENGINEERING” to optimize and improve the processes of drilling of oil and gas wells, increase work efficiency and reduce costs. Also, the results of the dissertation research were implemented in the educational process during the study of the discipline “Modern Methods of Working with Big Data” by students within the specialty 121 “Software Engineering”. The facts of implementation are confirmed by relevant documentation shown in the appendices of the dissertation. Keywords: automation of the drilling process, mathematical models, knowledge-based decision support systems, expert systems, forecasting methods, deep learning, machine learning, anomalies in data, anomaly detection algorithms, multilayer neural networks, uncertainty, fuzziness, confidence coefficients.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Чесановський М.С., Шекета В.І., Процюк В.В. Особливості контролю параметрів процесу буріння в контексті підтримки прийняття релевантних рішень. Всеукраїнський щоквартальний науково-технічний

журнал "Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ". 2018. №1(66). С. 92-100.

<https://rrngr.nung.edu.ua/index.php/rrngr/article/view/250> <https://pdogf.com.ua/uk/journals/1-66>

- Потеряйло Л.О., Процюк В.В., Кравців К.І., Знання орієнтовані методи прийняття рішень в моделюванні тренажерів технологічних процесів. Науково-технічний журнал. «Методи та прилади контролю». 2020. №2(45).С. 132-145. <https://mpky.nung.edu.ua/index.php/mpky/article/view/535>
- Потеряйло Л.О., Процюк В.В., Кравців К.І. Забезпечення якості та об'єму геолого-технологічних даних для застосування методів машинного навчання знання-орієнтованої системи. Науково-технічний журнал. «Методи та прилади контролю». 2021. № (46) С. 75-92. <https://www.mpsy.nung.edu.ua/index.php/mpky/article/view/540>
- Vasyl Sheketa, Roman Vovk, Volodymyr Pikh, Yulia Romanyshyn, Kostiantyn Kravtsiv, Liudmyla Poteriailo, Volodymyr Protsiuk, Mykola Pasyeka. Solutions Outlining on the Set of Structured Technological Problems with Imposed Constraints. 10th International Conference on "Mathematics. Information Technologies. Education", MoMLeT&DS Workshop 2021. Volume I: Main Conference. Lviv-Shatsk. June 5-6, 2021, pp. 40-50. <http://ceur-ws.org/Vol-2917/>
- Vasyl Sheketa, Volodymyr Pikh, Yulia Romanyshyn, Vitaliy Melnyk, Volodymyr Protsiuk and Nadiia Pasieka. Formal Metastructures for Technological Problems Comparators Substantiation. 2021 IEEE 4th International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT), Lviv, Ukraine September 21-25, 2021, pp. 27-30. <https://doi.org/10.1109/AICT52120.2021.9628943>
- Mykola Chesanovsky, Kostiantyn Kravtsiv, , Volodymyr Protsiuk, Liudmyla Poteriailo. Software outlines for decisions making support in oil and gas engineering. Scientific papers of silesian university of technology 2021 organization and management series NO. 151, pp. 81-98. http://managementpapers.polsl.pl/wp-content/uploads/2021/03/151_Chesanovsky-Kravtsiv-Protsiuk-Poteriailo.pdf
- Володимир Процюк. Побудова інтелектуальної системи на основі правил з функціями глибокого навчання для проблем буріння нафтогазових свердловин. 2024. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 331(1), 173-179. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-27>
- Володимир Процюк. Моделі виявлення аномалій для сенсорних даних процесу буріння нафтогазових свердловин в умовах невизначеності. 2024. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 331(2), 177-188. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-333-2-29>
- Потеряйло Л.О., Процюк В.В., Кравців К.І. Використання СВР при реалізації інженерних рішень систем класу "Бурові тренажери". VI міжнародна науково-технічна конференція "Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем". Дніпро. ДВНЗ УДХТУ 4-6 листопада 2020.
- Потеряйло Л.О., Процюк В.В., Кравців К.І. Моделювання імітаційної моделі керування процесами буріння на основі прецедентів. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів "Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості". 2020.
- К.І. Кравців, Х.І. Думка, С.О. Дмитренко, , В.В. Процюк, В.Д. Мельник, В.І. Шекета. Перспективи інтелектуалізації технології цифрового родовища у вуглеводневій енергетиці. Міжнародна конференція "Нафтогазова енергетика", Івано-Франківськ, 21-24 вересня 2021р. <https://nung.edu.ua/content/mntk-naftohazova-enerhetyka-2021>
- К.І. Кравців, Х.І. Думка, С.О. Дмитренко, В.В. Процюк, В.Д. Мельник, В.І. Шекета. Структуризація процесів обробки даних в контексті цифрового родовища. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів "Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості", Івано-Франківськ, 7 жовтня 2021р. <https://nung.edu.ua/department/institut-informaciynikh-tekhnologiy/vidannya>
- Кравців К.І., Думка Х.І., Дмитренко С.О., В.В. Процюк, Мельник В.Д., Шекета В.І. Класифікація процесів прийняття рішень в цифровому родовищі. VII Міжнародна науково-технічна конференція "Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем", Дніпро, 3-5 листопада 2021р. <https://udhtu.edu.ua/zaprosuyemo-do-uchasti-u-vii-mizhnarodnij-naukovo-tehnicnij-konferencziyi-kompyuterne-modelyuvannya-ta-optymizacziya-skladnyh-system>

Наукова (науково-технічна) продукція: програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0118V006795, 0118U006795, 0121U113584

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шекета Василь Іванович

2. Vasyl I. Sheketa

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 000-0002-1318-4895

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 8342928100; Web of Science Researcher ID: F-7207-2019;
<https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=kAYkTYIAAAAJ>

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Алексеев Михайло Олександрович

2. Mikhaylo Aleksyeyev

Кваліфікація: д.т.н., проф., 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8726-7469

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коноваленко Ігор Володимирович

2. Ihor V. Konovalenko

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.11.13

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код за ЄДРПОУ: 05408102

Місцезнаходження: вул. Руська, буд. 56, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Борин Василь Степанович

2. Boryn Vasyl S

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шавранський Михайло Васильович

2. Mykhailo V. Shavranskij

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.11.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6636-1069

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Горбійчук Михайло Іванович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Горбійчук Михайло Іванович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Процюк Володимир Васильович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна