УДК 519.23:004.852

МОЖЛИВОСТІ МЕТОДІВ «DATA MINING» ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКСТРЕНИХ (АВАРІЙНИХ АБО ПРЕДАВАРІЙНИХ) СИТУАЦІЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВИХ ДВИГУНІВ

В. Є. Кузьмін*, В. І. Недоступ*, Р. А. Варбанець, В. В. Бондаренко**, В. Г. Абросімов**, В. О. Коваленко****

*Фізико-хімічний інститут ім. О. В. Богатського НАН України, **Одеський національний морський університет

Анотація: *Data Mining (інтелектуальний аналіз даних) – це методологія та процес виявлення у великих масивах даних, раніше невідомих, нетривіальних, практично корисних та доступних для інтерпретації знань (закономірностей), необхідних для прийняття рішень у різних сферах людської діяльності [1]. Фактично, методи DM дозволяють знайти взаємозв'язок між різними показниками об'єктів, інформація про які міститься у відповідних базах даних. Основним інструментом пошуку таких взаємозв'язків є методи машинного навчання [2].*

Аналіз причин та ходу розвитку аварійних ситуацій завжди були одними з відповідальних моментів діяльності команди у разі аварійної ситуації та якісним аналізом із розробкою системних заходів береговими службами. Для прогнозування аварійних ситуацій необхідним є значний обсяг інформації про відомі випадки з широким набором даних про параметри двигуна в момент аварії та попередній період. Така інформація дозволяє розробляти математичні моделі з систематизацією та виділенням у групи часто зустрічаємих ознак, які можуть бути використані як дескриптори конструкцій, або експлуатаційних характеристик суднових двигунів у момент аварії. Використання методів машинного навчання є перспективним напрямом для формування експертних систем для аналізу та прогнозування зазначених аварійних ситуацій. В даний час відома низка робіт [3–5], в яких побудовані Data Mining системи прогнозування аварійних ситуацій суднових двигунів. У цих системах як вихідні величини (дескриптори) використовуються різні теплові характеристики двигуна і різні параметри тиску в циліндрах.

Ключові слова*: суднові двигуни, діагностика, Data Mining, експлуатація*

POSSIBILITIES OF “DATA MINING” METHODS FOR PREDICTING EMERGENCY (OR PRE-EMERGENCY) SITUATIONS IN THE OPERATION OF MARINE ENGINES

V. Ye. Kuzmin*, V. I. Nedostup*, R. A. Varbanets, V. V. Bondarenko**, V. G. Abrosimov**, V. O. Kovalenko****

*Physico-Chemical Institute named after O. V. Bogatsky National Academy of Sciences of Ukraine, **Odessa National Maritime University

Abstract: *Data Mining is a methodology and process of identifying in large data sets, previously unknown, non-trivial, practically useful and interpretable knowledge (patterns) necessary for decision-making in various fields of human activity [1]. In fact, DM methods allow to find the relationship between different indicators of objects, information about which is contained in*

the relevant databases. The main tool for finding such relationships are machine learning methods [2].

Analysis of the causes and progress of emergencies has always been one of the most important aspects of the team's activities in the event of an emergency and qualitative analysis with the development of systemic measures by coastal services. To predict emergencies requires a significant amount of information about known cases with a wide range of data on engine parameters at the time of the accident and the previous period. Such information allows to develop mathematical models with systematization and selection into groups of common features that can be used as descriptors of structures or performance characteristics of marine engines at the time of the accident. The use of machine learning methods is a promising area for the formation of expert systems for analysis and forecasting of these emergencies. Currently, a number of works are known [3–5], in which Data Mining systems for predicting emergency situations of marine engines are built. In these systems as output values (descriptors) different thermal characteristics of the engine and various parameters of pressure in cylinders are used.

***Keywords**: marine engines, diagnostics, Data Mining, operation.*

У цій роботі пропонується Data Mining технологія створення цільової експертної системи, яка заснована на показниках робочого процесу, отриманих при аналізі індикаторних діаграм та віброграм морських головних і допоміжних двигунів [6–9], що складається з низки етапів:

1. Створення бази даних про відомі аварійні ситуації при фіксованих параметрах (характеристиках індикаторних та вібродіаграм вузлів паливної апаратури та механізму газорозподілу), що відображають функціональний стан суднових двигунів на момент аварії та у попередній період. Для кожної аварії необхідна оцінка її тяжкості у класифікаційній чи ранговій шкалі.

2. Формування навчальних та тестових вибірок для побудови та верифікації відповідних математичних моделей – Y = f(x1, x2, x3, …, xN), де Y – клас (ранг) аварії, x1, x2, x3, …, xN – показники функціонального стану суднового двигуна (характеристики індикаторних та вібродіаграм вузлів паливної апаратури та механізму газорозподілу).

3. Побудова полілінійних та нелінійних моделей з урахуванням взаємодії пар різних показників (дескрипторів) для оцінки ефектів синергізму та антагонізму. Для побудови моделей доцільно використовувати такі методи машинного навчання як PLS (Partial Least Squares) та RF (Random Forest).

4. Оцінка статистичних показників моделей на тестових вибірках, проведення верифікації моделей та аналізу їх областей застосування (Applicability Domain).

5. Реалізація фінальних моделей у вигляді комп'ютерної експертної системи та її впровадження.

Висновок. По суті, автори пропонують декларацію про наміри, реалізація якої може призвести до створення перспективної та затребуваної експертної системи. Автори припускають, що підхід, що розробляється, може бути ефективною альтернативою методам, заснованим на більш важко реєстрованих параметрах (різні характеристики тиску і температури в циліндрах) суднових двигунів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kris Jamsa. Introduction to Data Mining and Analytics. Jones & Bartlett Learning LLC. – 2021.

2. Hassanien A. E (ed.). Advanced machine learning technologies and applications. AMLTA 2020. – Springer. – 2021.

3. Vorkapić A, Radonja R., Babić K., Martinčić-Ipšić S. Machine learning methods in monitoring operating behaviour of marine two-stroke diesel engine. TRANSPORT. – 2020. – Vol. 35 (5). – P. 474–485. https://doi.org/10.3846/transport.2020.14038.

4. Chengtao Cai, Xiangyu Weng, Chuanbin Zhang. A novel approach for marine diesel engine fault diagnosis. Cluster Comput. – 2017. – Vol. 20, P. 1691–1702. DOI 10.1007/s10586-017-0748-0.

5. Chen Yongzhi, Yu Yonghua, Peng Zhangming. The application of data mining for marine diesel engine fault detection. – 2012. – 9th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD 2012). – P. 1430–1433. DOI: 10.1109/FSKD.2012.6233807.

6. Neumann S. Marine diesels working cycle monitoring on the base of IMES GmbH pressure sensors data / S. Neumann, R. Varbanets, O. Kyrylash, O. Yeryganov, V. Maulevych // Diagnostyka, 2019. – Vol. 20, No. 2, pp. 19–26. https://doi:10.29354/diag/104516.

7. Varbanets R. Acoustic Method for Estimation of Marine Low-Speed Engine Turbocharger Parameters [Internet] / R. Varbanets, O. Fomin, V. Píštěk, V. Klymenko, D. Minchev, A. Khrulev et al. // Journal of Marine Science and Engineering, 2021. – Vol. 9 (3), No. 321, p. 1–12. Available from: http://dx.doi.org/10.3390/jmse9030321.

8. Varbanets R. Analyze of marine diesel engine performance [Text] / R. Varbanets, A. Karianskiy // Journal of Polish CIMAC. Energetic Aspects, Gdansk, Faculty of Ocean Engineering and Ship Technology Gdansk University of Technology, 2012. – Vol. 7, No. 1, pp. 269–275.

9. Varbanets R. Improvement of diagnosing methods of the diesel engine functioning under operating conditions [Text] / R. Varbanets, S. Karianskyi, S. Rudenko at al // SAE Technical Paper 2017-01-2218, 2017.

Кузьмін Віктор Євгенович *д.х.н., професор, член-кореспондент НАН України, директор Фізико-хімічного інституту ім. О. В. Богатського НАН України, м. Одеса. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6730-0380; theorchem@gmail.com.*

Недоступ Вадим Іванович *д.т.н., професор, головний науковий співробітник Фізико-хімічного інституту ім. О. В. Богатського НАН України, м. Одеса. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6730-0380; theorchem@gmail.com.*

Варбанець Роман Анатолійович *д.т.н. професор, завідувач кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація» Одеського національного морського університету; консультант IMES GmbH (Kaufbeuren, Germany). ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6730-0380; roman.varbanets@gmail.com.*

Абросімов В'ячеслав Геннадійович *аспірант кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація», Одеський національний морський університет. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6730-0380; abrosimov23011987@gmail.com.*

Бондаренко Вячеслав Володимирович *аспірант кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація», Одеський національний морський університет. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-1956-0588; reversdialogov@gmail.com.*

Коваленко Вікторія Олександрівна *студентка магістр Одеського національного морського університету. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-0475-7778; tkachenko.viktory@gmail.com.*