

**АДАПТАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ МОНІТОРИНГУ ТА
ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СТАНУ ДИЗЕЛЬ-ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ
ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ У КРИТИЧНОМУ ОБ'ЄКТІ ІНФРАСТРУКТУРИ
ТРАНСПОРТУ**

Грицук Ігор Валерійович, докт. техн. наук, професор, кафедра суднових технічних систем і комплексів, Херсонська державна морська академія,
e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-7065-6820

Горобченко Олександр Миколайович, докт. техн. наук, професор, кафедра електромеханіки та рухомого складу залізниць, Державний університет інфраструктури та технологій,
e-mail: gorobchenko.a.n@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9868-3852

Мацюк Вячеслав Іванович, докт. техн. наук, професор, кафедра транспортних технологій і засобів у АПК, Національний університет біоресурсів і природокористування України,
e-mail: vimatsiuk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2355-2564

Дудник Юрій Павлович, канд. пед. наук, доцент, кафедра менеджменту, публічного управління та адміністрування, Державний університет інфраструктури та технологій,
e-mail: yu.dudnyk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0701-3835

Актуальність теми роботи пов'язана з комплексним підвищенням безпеки, ефективності експлуатації та управління критичними об'єктами транспорту в умовах повоєнного розвитку України

Метою дослідження є формування інформаційної моделі моніторингу та прогнозування параметрів стану дизель-електростанції для застосування у критичному об'єкті інфраструктури транспорту.

Об'єктом дослідження є системна взаємодія складових частин і компонентів в процесах моніторингу у критичному об'єкті інфраструктури транспорту.

Предметом дослідження є інформаційна модель моніторингу, управління та прогнозування параметрів технічного стану дизель-електростанції.

В роботі наведені особливості формування інформаційної моделі моніторингу та прогнозування параметрів стану дизель-електростанції для застосування у критичному об'єкті інфраструктури транспорту.

Постійний розвиток науки і техніки, використання сучасних інформаційних технологій, автоматизація процесів експлуатації та управління об'єктами залізничного транспорту вимагають суттєвого вдосконалення організаційних, технологічних і технічних заходів, що забезпечують їх підтримку в робочому стані в життєвому циклі [1-3]. Актуальність дослідження визначається тим, що моніторинг та управління складними системами, пов'язаними з використанням різноманітного обладнання, яке базується на різноманітних фізичних основах, обробці та прогнозуванні параметрів технічного стану окремих елементів систем і обладнання, ураховуючи фізичний стан операторів, є складною

технічною задачею і доцільно у застосуванні автоматизованих систем управління, особливо критичного призначення [4, 5].

Розробка інформаційної моделі моніторингу, управління та прогнозування параметрів технічного стану була показана для дизель-електростанції (ДЕ), як типового елемента критичного об'єкту інфраструктури залізничного транспорту. У передбачуваному рішенні розглядається застосування контролерів, який відстежує та прогнозують контрольовані параметри ДЕ як у вигляді бортового варіанту, так і у вигляді програмного інформаційного модуля стаціонарного обладнання. У зв'язку з цим модель предметної області ДЕ була представлена:

$$M_{np.o.} = \langle F, H, P, O, V_{ex}, V_{vix}, R \rangle,$$

де: $F = \{f_i / i = 1, I\}$ - автоматизовані функції, що виконуються системою моніторингу та прогнозування параметрів ДЕ, $H = \{h_j / j = 1, J\}$ - завдання обробки даних, необхідне системі для моніторингу та прогнозування параметрів ДЕ, $P = \{p_k / k = 1, k\}$ - сукупність систем, що характеризує кількість, особливості та склад співробітників, які працюють із системою моніторингу та прогнозування параметрів ДЕ, $O = \{o_m / m = 1, M\}$ - об'єкти автоматики ДЕ, які можуть бути представлені як незалежні частини в частині двигуна, генератора та складальної частини, $V = \{v_l / l = 1, L\}$ - інформаційні елементи ДЕ (вхідні та вихідні параметри самої системи), а $R = \{r_y / y = 1, Y\}$ - множини відносин (взаємозв'язків) між компонентами ДЕ.

При формуванні системи моніторингу і з метою забезпечення аналітичного опису семантики системи компоненти описувались за допомогою булевих матриць суміжності, що характеризують відповідні відносини R між компонентами і складовими предметної області. Види відносин між розглянутими множинами показані в складових функціях через $\{F, H, P, O, V^{in}, V^{out}, R\}$: $FH = \|fh_{ij}\|$, $FP = \|fp_{ik}\|$, $FO = \|fo_{im}\|$, $FV = \|fv_{il}\|$, $HP = \|hp_{jk}\|$, $HO = \|ho_{jm}\|$, $HV = \|hv_{il}\|$, $OV = \|ov_{ml}\|$. Це дозволяє проводити аналіз та формувати множинну модель предметної області ДЕА. Ця модель виявляє повноту і несуперечність компонентів по відношенню до всіх множин предметної області, а також відносини між ними.

Графи інформаційних структур для моделі системи моніторингу та прогнозування контрольованих параметрів ДЕ вимагали побудови набору структурних елементів та компонентів на основі моделі її предметної області, створення матриці семантичної суміжності на основі набору структурних елементів та побудова орієнтованого графа її інформаційної структури та матриці семантичних досягнень та групових елементів її структурної множини, упорядкування груп структурних елементів за рівнями власної ієрархії, вибір та реалізація множини релевантних ключів та атрибутів у групах даних її системи моніторингу, а також побудова канонічної моделі бази даних системи моніторингу ДЕ. Основними структурними елементами моделі системи контролю та прогнозування параметрів ДЕ на базі дизеля стаціонарної дезель-електростанції критичного об'єкту інфраструктури є елементи зазначених

наборів: $D = \{d_l \mid l = 1, 66\}$, $P(D) = 66$.

Множини старшинства та досяжності розраховувалися для кожного структурного елемента. Загальний інформаційний елемент всіх інформаційних груп - це елемент d_{56} («Час збирання системної інформації»). Цей елемент також є ключовим через смислову залежність отриманих даних при зборі інформації. Отже, набір ключів $W_1 = \{d_{56}\}$, набір атрибутів $W_2 = \{d_i / i = 1, \dots, 55\}$.

Для реалізації прогностичних алгоритмів оцінки параметрів дизель-електричного агрегату розроблено набір відповідних алгоритмів однопараметричного та групового багатопараметричного прогнозування. Процес прогнозування був виконаний як операторне перетворення (P) вихідної (отриманої) інформації про об'єкт дослідження у вигляді її відображення на майбутнє, яке обмежене глибиною прогнозу $P: \{D_i, T\} \rightarrow I$, де P - оператор прогнозування; D_i - інформація про початковий стан об'єкта (у нашому випадку це тимчасовий ряд); T - горизонт прогнозу; I - результат прогнозу. Середня абсолютна помилка у відсотках використовувалася у роботі для оцінки точності моделей прогнозування.

При моделюванні параметрів дизель-електричного агрегату були використані принципи, які орієнтовані на конкретні завдання обробки, аналізу даних та функціональні потреби та особливості роботи обслуговуючого персоналу.

Робота виконана за підтримки Національного фонду досліджень України в рамках розробки проекту 2022.01/0224 за темою «Розробка наукових основ комплексного підвищення безпеки, ефективності експлуатації та управління критичними об'єктами залізничного транспорту в умовах повоєнного розвитку України».

Висновки

При моделюванні параметрів дизель-електричного агрегату були використані принципи, які орієнтовані на конкретні завдання обробки, аналізу даних та функціональні потреби та особливості роботи обслуговуючого персоналу.

Література

1. Gritsuk, I.V., Volkov, V., Mateichyk, V., Grytsuk, Y., Nikitchenko, Y., Klets, D., Smieszek, M., Volkov, Y., Symonenko, R., Grytsuk, A., 2018. Information model of V2I system of the vehicle technical condition remote monitoring and control in Operation Conditions. *SAE Technical Paper Series*. doi:10.4271/2018-01-0024
2. Govorushchenko, N.Y., System engineering of motor transport (calculation methods of research): monograph, Kharkov: KhNAHU, 2011, 292.
3. Troitskiy-Markov T.Y. and Sennovskiy, D.V., Principles for energy efficiency monitoring system, *Monitoring Science and safety*, 2011, № 4, 34-39.
4. Almobarek, M., Mendibil, K., Alrashdan, A., 2022. Predictive maintenance 4.0 for chilled water system at commercial buildings: A systematic literature review. *Buildings* 12, 1229. doi:10.3390/buildings12081229
5. Kuric, I., Gorobchenko, O., Litikova, O., Gritsuk, I., Mateichyk, V., Bulgakov, M., Klackova, I., 2020. Research of vehicle control informative functioning capacity. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 776, 012036. doi:10.1088/1757-899x/776/1/012036