

## ПОШУК ДЖЕРЕЛ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНОСУ СУДОВОГО ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Галина ДОЩЕНКО<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц., Олексій САМОЙЛОВ<sup>1</sup>, аспірант,  
Сергій САМОЙЛОВ<sup>1</sup>, аспірант.

<sup>1</sup> Херсонська державна морська академія (Україна)

Ключові слова: морський транспорт, судове електроустаткування, технічне обслуговування, штучний інтелект, оптимізація, ефективність.

**Вступ.** Сучасні судна значною мірою залежать від безперебійної роботи електроустаткування. Електродвигуни приводять у рух гребні гвинти, забезпечують роботу насосів, лебідок, кранів та іншого палубного обладнання [1]. Це включає в себе широкий спектр систем, таких як головні та допоміжні двигуни, системи освітлення, навігації та зв'язку, а також системи керування вантажем [1]. Системи електропостачання живлять навігаційне та комунікаційне обладнання, освітлення, системи кондиціонування та життєзабезпечення [2]. Збій в роботі будь-якого з цих компонентів може призвести до серйозних наслідків, включаючи аварії, затримки рейсів та фінансові втрати [2].

Для забезпечення надійності та безпеки судового електроустаткування важливе значення має регулярне технічне обслуговування (ТО). Однак, традиційні методи ТО, засновані на фіксованих інтервалах часу або напрацювання, не завжди є оптимальними. Вони можуть призводити до передчасного ремонту справного обладнання або, навпаки, до пропуску потенційних проблем, що може призвести до аварійних ситуацій.

**Мета дослідження.** Метою даного дослідження є пошук джерел даних, які можуть бути використані для прогнозування зносу судового електроустаткування за допомогою штучного інтелекту (ШІ). Застосування ШІ для прогнозування зносу дозволить перейти від планово-попереджувального ТО до ТО за фактичним станом, що дозволить:

- Зменшити витрати на ТО за рахунок оптимізації графіків ремонтних робіт та уникнення заміни справного обладнання, а також передчасного замовлення необхідного обладнання.
- Збільшити час безвідмовної роботи обладнання за рахунок своєчасного виявлення та усунення потенційних проблем.
- ідвигнути безпеку експлуатації судна.

Для досягнення цієї мети необхідно знайти надійне джерело даних, яке містить інформацію про роботу електроустаткування, його стан та параметри навколишнього середовища.

**Суть дослідження.** Сучасне судове електроустаткування – це комплекс інтегрованих систем, де апаратне забезпечення тісно взаємодіє з програмним забезпеченням для забезпечення ефективного, безпечного та надійного управління всіма процесами на борту судна.

Можна виділити такі основні групи електроустаткування:

- *Системи генерації електроенергії:* дизель-генератори, комбіновані генераторні установки, альтернативні джерела енергії (сонячні панелі, вітрові установки).
- *Системи розподілу енергії:* електричні розподільчі панелі, автоматичні вимикачі, трансформатори.
- *Навігаційні та комунікаційні системи:* радіоелектроніка, GPS, системи зв'язку.
- *Системи безпеки і захисту:* аварійне живлення, системи оповіщення, засоби захисту від коротких замикань та перевантажень.
- *Системи управління і автоматизації:* контролери, PLC, DCS, SCADA.
- *Додаткові пристрої:* системи освітлення, системи енергоменеджменту, пристрої моніторингу стану електроприладів.

Саме системи управління і автоматизації цікавлять нас можливістю отримання даних о системі. Найбільш всеохоплюючою системою є SCADA. SCADA - це програмно-апаратний комплекс, призначений для збору, обробки, відображення та архівування інформації про технологічні процеси в реальному часі [3]. SCADA-системи широко використовуються на

суднах для моніторингу та управління різними системами, включаючи електроенергетичну систему. Основні функції:

*Збір даних.* SCADA збирає дані з різних датчиків, встановлених на обладнанні, таких як датчики температури, тиску, вібрації та струму. Ці дані є основою для аналізу стану обладнання та прогнозування його зносу [4].

*Обробка та аналіз даних.* Отримані дані обробляються та аналізуються системою SCADA для виявлення відхилень від норми, аномалій та трендів. Це дозволяє операторам вчасно реагувати на потенційні проблеми та запобігати аварійним ситуаціям [3].

*Візуалізація.* SCADA надає операторам зручний інтерфейс для візуалізації даних у вигляді графіків, таблиць та мнемосхем. Це дозволяє легко контролювати стан обладнання та процесів на судні [4].

*Управління.* SCADA дозволяє операторам керувати обладнанням та процесами на судні. Наприклад, оператор може дистанційно вмикати та вимикати двигуни, регулювати параметри роботи систем та запускати аварійні процедури [4].

*Архівування.* SCADA зберігає історію даних про роботу обладнання та процесів. Ці дані можуть бути використані для аналізу тенденцій, виявлення закономірностей та прогнозування зносу [3]. Саме завдяки можливості SCADA вести детальний журнал даних, вона стає ідеальним джерелом інформації для ШІ, який може аналізувати ці дані та прогнозувати знос обладнання [4].

Дані що можуть зберігатися в архіві SCADA – це

- дані, що змінюються безперервно, як температура, тиск, струм, напруга;
- дані, що приймають дискретні значення як стан контактів, положення клапанів;
- повідомлення про події та аварійні сигнали як журнали подій, аварійні сигнали.

Різноманітність даних, що зберігаються в архіві SCADA, дозволяє ШІ отримати картину стану обладнання та умов його експлуатації, що є ключовим для точного прогнозування зносу [4].

Дані SCADA можуть бути використані для прогнозування зносу електроустаткування наступним чином:

- Аналіз трендів зміни параметрів обладнання в часі.
- Виявлення аномалій в роботі обладнання.
- Кореляція даних з різних датчиків.
- Побудова моделей зносу на основі історичних даних.

Аналіз історичних даних з журналу SCADA дозволяє виявити закономірності та тенденції в роботі обладнання, що в свою чергу підвищує точність прогнозування зносу [4].

**Висновок.** SCADA-системи є важливим інструментом для моніторингу та управління судновим електроустаткуванням. Журнал подій та архів даних SCADA надають цінну інформацію для історичного аналізу та прогнозування. Аналіз цих даних може дозволити виявити закономірності в роботі обладнання, визначити фактори, що впливають на його знос, та побудувати моделі прогнозування за допомогою ШІ.

Використання SCADA як джерела даних для ШІ є перспективним напрямком розвитку судової електроенергетики. Це дозволить перейти до більш ефективних методів ТО, зменшити витрати та підвищити безпеку експлуатації суден. Подальші дослідження будуть зосереджені на аналіз конкретних SCADA, наявних даних та розробці конкретних алгоритмів ШІ для створення повноцінної системи прогнозування зносу елементів судового електрообладнання.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] List of Equipment Used in Ships - Orbitshub. URL: <https://orbitshub.com/list-of-equipment-used-in-ships/> (доступ отримано лютого 22, 2025).
- [2] Ship's electrical systems. URL: [https://www.dieselduck.info/machine/03%20electricity/electrical\\_sys.htm](https://www.dieselduck.info/machine/03%20electricity/electrical_sys.htm) (доступ отримано лютого 22, 2025).
- [3] SCADA система - Інженерні рішення для енергетики. Промислова автоматизація. URL: <https://svitovyr.ua/SCADA> (доступ отримано лютого 22, 2025).
- [4] What is SCADA System. URL: <https://www.sielcosistemi.com/en/what-is-scada.html> (доступ отримано лютого 22, 2025).