

## ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗВІДНОГО МОСТА

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглянута існуюча електромеханічна система автоматизації розвідного моста шляхи її модернізації. Розглянуто переваги та недоліки існуючих систем керування. Обґрунтовано доцільність та актуальність вдосконалення існуючої системи.*

**Ключові слова:** розвідний міст, електромеханічна система.

### **Abstract**

*The existing electromechanical system of automation of the drawbridge and ways of its modernization are considered. The advantages and disadvantages of existing control systems are considered. The feasibility and relevance of improving the existing system are substantiated.*

**Keywords:** drawbar, electromechanical system.

Розвідний міст – це тип мосту, у якому пролітна частина може підніматися, розходитися або відсуватися, щоб забезпечити проходження суден. Такі мости зазвичай використовуються в місцях із активним судноплавством, де будівництво високих нерухомих мостів недоцільне або неможливе.

Автоматизація розвідного моста – це складний процес, що включає управління підйомними механізмами, моніторинг безпеки, контроль руху транспорту та оптимізацію витрат енергії. Нижче наведено ключові вдосконалення, які підвищують ефективність роботи моста.

1. Впровадження AI та предиктивної аналітики в керування мостом для:

- Використання штучного інтелекту (AI) та машинного навчання для аналізу даних про навантаження, погодні умови та стан механізмів.

- Прогнозування збоїв та необхідності технічного обслуговування за допомогою Big Data.

AI-системи можуть передбачати поломки та дозволяти проводити профілактичний ремонт, що зменшує аварійність і збої в роботі моста. Використання розумних датчиків допоможе аналізувати рівень вібрацій, температуру, знос деталей, а також визначати можливі дефекти.

2. Інтеграція цифрових двійників (Digital Twin), що дозволить:

- Створити віртуальну копію моста для віддаленого тестування та моделювання роботи.

- Передбачити критичні ситуації та перевірити нові алгоритми без ризику для реальної конструкції.

Siemens MindSphere та Schneider Electric EcoStruxure вже використовують цифрові двійники у великих інфраструктурних об'єктах. Це допоможе оптимізувати відкривання та закривання мосту, мінімізуючи навантаження на механізми та скорочуючи час простою.

3. Автоматизація управління трафіком та безпекою:

- Встановлення інтелектуальної транспортної системи (ITS) для автоматичного контролю руху пішоходів і транспорту перед підняттям мосту.

- Інтеграція камер і LIDAR-систем, які будуть розпізнавати автомобілі та пішоходів у зоні підйому моста.

Сучасні ITS-системи дозволяють мінімізувати затримки руху та запобігати аварійним ситуаціям. Використання LIDAR та тепловізорів дозволить забезпечити 100% контроль зони моста навіть у погану погоду або вночі.

#### 4. Оптимізація споживання енергії та рекуперація енергії

- Використання системи рекуперації енергії для повторного використання електрики при опусканні мосту.

- Інтеграція сонячних панелей або вітрових генераторів для зменшення споживання мережевої енергії.

Рекуперативні системи вже використовуються в ліфтах та метро, і їх можна адаптувати для розвідних мостів. Скорочення витрат на електроенергію зменшить експлуатаційні витрати та зробить міст більш екологічним.

Автоматизація та покращення розвідного мосту необхідні для:

##### 1. Підвищення безпеки

- Зменшення ризику аварій за рахунок автоматичного контролю положення моста, транспорту та суден.

- Впровадження датчиків, камер і штучного інтелекту для аналізу руху та екстреного зупинення в разі небезпеки

##### 2. Оптимізації руху транспорту

- Автоматична синхронізація роботи моста з дорожніми світлофорами та навігаційними системами судноплавства.

- Скорочення часу відкриття/закриття моста завдяки точним алгоритмам управління.

##### 3. Зменшення експлуатаційних витрат

- Автоматизоване управління зменшує потребу в операторському персоналі.

- Використання енергоефективних механізмів (електроприводів, гідросистем із рекуперацією енергії) дозволяє скоротити витрати на електроенергію.

##### 4. Віддалений контроль і моніторинг

- Можливість управління мостом через централізовану систему або навіть через інтернет, що особливо важливо для мостів у віддалених районах.

Приклади успішної автоматизації:

- Тауерський міст (Лондон) – модернізовані гідравлічні системи та автоматизоване управління.

- Міст Сент-Кетерін у Франції – автоматичний контроль трафіку та датчики безпеки.

Цілі автоматизації розвідного моста – підвищення безпеки, зниження експлуатаційних витрат, оптимізація часу відкриття/закриття.

Основні компоненти – електромеханічні або гідравлічні приводи, датчики положення, системи контролю та управління.

Системи управління – централізовані (диспетчерський пункт) або автоматизовані (ПЛК, SCADA, AI-алгоритми).

Датчики та моніторинг – використовуються лазерні, ультразвукові та індуктивні датчики для контролю положення прольоту та перешкод.

Безпека – інтеграція камер відеоспостереження, бар'єрів, аварійного зупинення, сигналізації.

Дистанційне керування – можливість управління через інтернет або локальні мережі.

О огляду на вищеописане, варто модернізувати наступні елементи:

1. Систему автоматизації та керування з використанням сучасного обладнання (Siemens SIMATIC S7, ABB Ability, Mitsubishi Electric). Більш сучасні інтелектуальні контролери (PLC) з AI дозволяють прогнозувати несправності, адаптувати роботу мосту до трафіку та погодних умов. Модернізація дасть змогу автоматизувати аварійні сценарії та зменшити ризик людських помилок. Нові IoT-системи (Schneider Electric EcoStruxure) можуть забезпечити віддалений контроль і прогнозне технічне обслуговування.

2. Частотні перетворювачі (ABB ACS880, Siemens SINAMICS G120). Сучасні енергоефективні моделі дозволяють зменшити витрати електроенергії та знизити навантаження на механізми. Використання перетворювачів із рекуперацією енергії дозволить повторно використовувати частину енергії при опусканні моста, що знизить експлуатаційні витрати. Нові моделі мають кращий захист від перевантажень і коротких замикань.

3. Системи моніторингу (Siemens MindSphere, Schneider Electric EcoStruxure) для:

- Додавання інтелектуальних датчиків (вібраційних, температурних, струмових) дозволить виявляти мікропошкодження до того, як вони стануть критичними.
- Впровадження Big Data-аналітики допоможе оптимізувати графік обслуговування на основі реального стану обладнання, а не за планом.
- Система хмарного моніторингу дозволить оперативно виявляти проблеми та швидко реагувати на аварійні ситуації.

## Висновки

Таким чином, модернізація електромеханічної системи автоматизації розвідним мостом є досить важливою та має значні переваги, серед яких підвищення безпеки, зменшення витрат та покращення транспортних потоків. Проте реалізація таких проєктів потребує значних фінансових вкладень, регулярного технічного обслуговування та захисту від кіберзагроз.

Рекомендується впроваджувати автоматизацію поступово, починаючи з модернізації найважливіших систем, а також забезпечувати резервні механізми для аварійних ситуацій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Розподіл електроенергії. Siemens. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.siemens.com/ua/uk/kompaniya/pro-kompaniyu/istoriya-siemens/tekhnohiiyi/vyrobnytstvo-ta-rozpodil-elektroenerhiyi/rozpodil-elektroenerhiyi.html>

2. Розподілені системи керування. Siemens UA. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.siemens.com/ua/uk/produkty/avtomatyzatsiya-promysloviosti/rozpodileni-systemy-keruvannya.html>

3. Head to Head: ABB vs Schneider Electric vs Siemens - AlphaValue Independent Equity Research. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.alphavalue.com/Blog/head-to-head-abb-vs-schneider-electric-vs-siemens>

4. Мости та відгуки: відмінності, типи та визначні приклади. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://uk.cultural10.com/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F-%D0%BC%D1%96%D0%B6-%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BC-%D1%96-%D0%B2%D1%96%D0%B0%D0%B4%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%BC/>

**Бомбик Вадим Сергійович** – к.т.н., ст. викл. кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [bombyk.v.s@vntu.edu.ua](mailto:bombyk.v.s@vntu.edu.ua)

**Паляниця Тимофій Олександрович** – студент групи ЕМСА 23мс, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [palanytsiatima04@gmail.com](mailto:palanytsiatima04@gmail.com)

**Vadym Bombyk** – Phd, senior lecturer, department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [bombyk.v.s@vntu.edu.ua](mailto:bombyk.v.s@vntu.edu.ua)

**Palanytsia Tumofii** — student of the faculty of electroenergetics and electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [palanytsiatima04@gmail.com](mailto:palanytsiatima04@gmail.com)