

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**HIGHLIGHTS OF REPORTS AND PRESENTATIONS OF
PARTICIPANTS TO THE CONFERENCE**

таких систем. Стратегія прийняття ризиків – це не просто формальна згода на ймовірність відмов чи збоїв, а продумана система заходів, спрямованих на забезпечення стійкості, ефективності та безпеки функціонування технічних об'єктів.

У технічних системах ризик найчастіше визначається як ймовірність настання небажаної події, помноженої на тяжкість його наслідків. Ця подія може бути відмовою обладнання, збоєм у програмному забезпеченні, помилкою оператора, порушенням технологічного процесу та інше. Особливістю ризику в технічній сфері є його багатофакторність: на підсумковий рівень загрози впливають конструктивні, експлуатаційні, технологічні та людські фактори.

Сенс стратегії прийняття ризиків

Прийняття ризику – це усвідомлене рішення вважати певний рівень ризику допустимим. Така стратегія застосовується, коли:

1. Повне усунення ризику неможливе або економічно недоцільне.
2. Ризик перебуває у межах допустимого порогу, встановленого нормативами чи внутрішніми стандартами.
3. Заходи щодо зниження ризику можуть призвести до втрат більшої величини, ніж потенційні збитки від його реалізації.

Таким чином, стратегія прийняття ризику заснована не на бездіяльності, а на аналізі балансу між витратами на безпеку та очікуваними наслідками можливих збоїв. Це особливо актуально у сферах, де відмова малоімовірна, але потенційно катастрофічна подія (транспорт, енергетика, хімічна промисловість тощо).

Основні засади стратегії прийняття ризику

1. Ідентифікація та класифікація ризиків. Перш ніж прийняти ризик, він має бути ретельно вивчений. Це включає виявлення джерел небезпеки, уразливих компонентів та сценаріїв розвитку подій.
2. Якісний та кількісний аналіз. Оцінюється ймовірність настання ризику та тяжкість наслідків. Методи включають ймовірнісні розрахунки, моделювання, аналіз відмов та ін.
3. Встановлення меж допустимого ризику. Ризик, що приймається, повинен відповідати нормативним вимогам і корпоративним стандартам.
4. Розробка компенсуючих заходів. Прийняття ризику не означає повної відмови від заходів захисту. Навпаки, розробляються організаційні та технічні рішення, які пом'якшують наслідки його реалізації – від запровадження аварійного резервування до підготовки персоналу.
5. Моніторинг та перегляд. Прийнятий ризик повинен регулярно переоцінюватися, особливо у разі зміни умов експлуатації, впровадження нових технологій або виявлення нових факторів.

Прийняття ризику – ключовий елемент управління життєвим циклом технічної системи від стадії проектування до утилізації. На різних етапах рівень допустимого ризику може змінюватись:

- На етапі проектування важливо передбачити можливі ризики та врахувати їх у конструктивних рішеннях.
- На етапі експлуатації – завдання полягає у постійному моніторингу ризиків та коригуванні стратегії у разі змін умов.
- На етапі модернізації або виведення з експлуатації потрібні додаткові заходи щодо управління залишковими ризиками.

Таким чином, стратегія прийняття ризиків у технічних системах – це раціональний підхід до управління невизначеністю. Вона дозволяє інженерам, менеджерам та проєктувальникам приймати зважені рішення, мінімізуючи потенційні збитки при збереженні економічної та технічної ефективності. В умовах зростаючої складності технічних систем та обмежених ресурсів така стратегія стає необхідним інструментом сталого та безпечного розвитку технологій, яка дозволяє оптимізувати ресурси, уникнути надлишкових витрат та зосередитися на справді критичних зонах системи.

Список використаних джерел

1. John X. Wang. What Every Engineer Should Know About Risk Engineering and Management. CRC Press : 2023, 264 p.

УДК 629.4

*Аспірант О.Ю. Бележинський, д.т.н.,
професор О.М.Горобченко Навчально-науковий
Київський інститут залізничного транспорту НТУ*

ДИНАМІКА ЗРОСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЯГОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ РОЗВИТКУ

Робота тягових перетворювачів ґрунтується на низці базових фізичних принципів, які забезпечують перетворення електроенергії у форму, сумісну з вимогами тягових двигунів та систем керування [1]. До таких принципів належать процеси випрямлення, інверсії, а також модуляції частоти та напруги, що дозволяють ефективно узгоджувати параметри живлення з режимами рухомого складу.

Сучасні розробки орієнтовані на впровадження силових елементів нового покоління, як то SiC- та GaN-транзисторів, що дозволяють зменшити втрати

при комутації, знизити габарити обладнання та забезпечити роботу в умовах підвищених навантажень. З позицій типу живлення виділяють перетворювачі для систем постійного і змінного струму. У міському транспорті переважають рішення для мереж постійного струму (600-750 В та 3 кВ), тоді як для магістральних перевезень активно застосовуються системи змінного струму (15-25 кВ). Функціонально розрізняють випрямлячі, інвертори, перетворювачі частоти та комбіновані системи, які поєднують кілька режимів перетворення. Така багатовимірна класифікація дозволяє охопити історичні, технічні й функціональні аспекти розвитку, а також порівняти різні підходи за критеріями ефективності, надійності та перспективності впровадження.

Розвиток тягових перетворювачів відображає еволюцію транспортної електроніки, що пройшла шлях від енергоємних і малоефективних систем до високопродуктивних напівпровідникових рішень. У міському і приміському транспорті поширення набули чотири групи перетворювачів [3]:

- реостатно-контакторні системи, які застосовувалися на ранніх етапах і забезпечували лише ступінчасте регулювання;
- тиристорні модулі, що дозволили підвищити точність регулювання та скоротити втрати;
- інвертори на основі IGBT, які поєднали високу ефективність, компактність і можливість роботи у широкому діапазоні навантажень;
- перетворювачі на SiC- і GaN-елементах, що репрезентують сучасний етап розвитку завдяки низьким втратам при комутації, підвищеній температурній стійкості та зменшеним габаритам.

Еволюція тягових перетворювачів демонструє не лише зміну конструктивних підходів, але й стале зростання рівня енергоефективності від реостатно-контакторних систем до сучасних SiC- та GaN-рішень. Як видно з рис. 1, кожен наступний етап розвитку супроводжується підвищенням коефіцієнта корисної дії, зменшенням втрат енергії та покращенням експлуатаційних характеристик. Це підтверджує закономірність поступового переходу від простих, але енергоємних рішень до високотехнологічних модулів, що забезпечують мінімізацію витрат і відкривають перспективи інтеграції у енергетичні системи міського транспорту з інтелектуальним керуванням.



Рис. 1. Динаміка зростання енергоефективності тягових перетворювачів на різних етапах розвитку [2, 3]

Еволюція від реостатно-контакторних схем до високоєфективних напівпровідникових модулів на базі IGBT, SiC та GaN підтверджує закономірність переходу до більш енергоощадних та надійних рішень. Розгляд базових фізичних принципів і функціональних можливостей показав, що перетворювачі виступають не лише засобом узгодження параметрів живлення з вимогами різних типів двигунів, але й інструментом реалізації стратегій енергозбереження через рекуперацію та адаптивне регулювання. На окрему увагу заслуговує інтеграція з інтелектуальними системами керування та «Smart Grid», яка розширює функціональність перетворювальної техніки до рівня ключового елемента транспортно-енергетичної інфраструктури. У сукупності це підкреслює, що подальші перспективи розвитку міського і магістрального електротранспорту безпосередньо залежать від удосконалення тягових перетворювачів та їх гармонійного включення у цифровізовані й стійкі енергетичні системи.

Перелік посилань

1. О.І. Ступко, О.М. Горобченко. Розробка організаційних та технічних заходів щодо енергозбереження у локомотивному господарстві. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти, викладачів та науковців. Збірник матеріалів. «Сучасні дослідження: транспортна інфраструктура та інноваційні технології» Частина 2. 2023 р.
2. Ding, R., Dou, Z., Qi, Y., Mei, W., & Liu, G. (2022). Analysis on characteristic of 3.3-kV full SiC device and railway traction converter design. *IET Power Electronics*, 15(10), 978–988. <https://doi.org/10.1049/pel2.12280>.
3. Hu, H., Liu, Y., & Li, Z. (2024). Traction power systems for electrified railways: evolution, technologies, and future trends. *Chinese Journal of*