

# ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ЕНЕРГОБЛОКІВ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Розглянуті різні види загроз для енергетичних об'єктів та їх вплив на надійність роботи електричних станцій. Досліджено загальні рекомендації та способи захисту генераторів електричних станцій в особливих режимах. Також увага приділена важливості кіберзахисту та потенційним загрозам, які можуть виникнути при відмові захисних систем.

**Ключові слова:** релейний захист, турбогенератор, енергетичний блок, пошкодження генератора

## Abstract

*Various types of threats to energy facilities and their impact on the reliability of power plants are considered. General recommendations and methods of protection of power station generators in special modes have been studied. Attention is also paid to the importance of cyber defense and the potential threats that may arise when defense systems fail.*

**Key words:** relay protection, turbo generator, power unit, generator damage.

## Вступ

В сучасному енергетичному секторі турбогенератори відіграють важливу роль у виробництві електроенергії. Вони є основними джерелами електричної потужності на електростанціях та забезпечують стабільну роботу енергетичних систем. Особливості релейного захисту турбогенераторів стають актуальною темою досліджень у зв'язку з розвитком енергетичного сектора та збільшенням потужності електростанцій. Турбогенератори мають складну структуру та взаємозв'язок між різними компонентами, що вимагає ретельного аналізу та розробки ефективних захисних схем. При цьому, релейний захист повинен оперативно виявляти несправності та відключати пошкоджене обладнання, наприклад, турбогенератори, блочні трансформатори, блоги генератор-трансформатор в цілому і т.п., щоб запобігти поширенню пошкоджень на суміжне електричне обладнання електричних станцій та електроенергетичних систем (ЕЕС).

**Мета роботи.** Аналіз особливостей захисту енергоблоків електричних станцій для забезпечення їх надійної та безперебійної роботи.

Відповідно до мети поставлені такі задачі:

- аналіз різних засобів релейного захисту, які зменшують ризик пошкоджень турбогенераторів електричних станцій та покращують умови збереження стійкості ЕЕС;
- рекомендації щодо покращення систем захисту енергоблоків електростанцій з турбогенераторами для надійної, безпечної та оптимальної їх роботи в ЕЕС.

Отже дослідження релейного захисту енергоблоків електричних станцій є актуальним завданням [2].

## Результати досліджень

Серед багатьох проблем, пов'язаних з експлуатацією ЕЕС та електричних станцій, велику роль відіграють пошкодження турбогенераторів та методи захисту від них в особливих ситуаціях (війна, природні катаклізми, Covid і т.п.). Тому, в наш час, питання захисту енергоблоків прийняло на себе нові, досі невідомі виклики. Уряд України розробив низку заходів, які планується втілити протягом весни й літа 2023 року, аби підготувати енергосистему до можливих нових ракетних атак Росії, повідомив прем'єр-міністр Денис Шмигаль на пресконференції 3 березня 2023 року [5].

Захист електричних генераторів має на меті забезпечити їх безперебійну роботу, запобігти пошкодженням та зберегти безпеку персоналу. Основним призначенням захисту електричних генераторів є виявлення аномалій у роботі та автоматичне відключення генератора в разі виникнення небезпечних умов, таких як короткі замикання, перевантаження, втрата фази, втрата напруги тощо. [1]

Існує кілька видів захистів генераторів [3,4], які застосовуються на електричних станціях:

1. Захист від короткого замикання (Overcurrent Protection): Цей вид захисту виявляє та відключає генератор у разі виникнення короткого замикання в електричній системі. Він базується на вимірюванні струму та порівнянні його зі заданими межами. При перевищенні межі релейний захист активує відключення генератора.
2. Захист від перевантаження (Overload Protection): Цей вид захисту виявляє та реагує на перевантаження генератора. Він базується на вимірюванні струму та тривалості перевантаження. Якщо струм або тривалість перевищують задані межі, релейний захист вимикає генератор для запобігання пошкодженню.
3. Захист від недостатньої напруги (Under Voltage Protection): Цей вид захисту виявляє втрату або зниження напруги в електричній системі. Він активується, коли напруга опускається нижче заданого порогового значення, і призводить до вимкнення генератора для запобігання подальшому пошкодженню.
4. Захист від втрати фази (Loss of Phase Protection): Цей вид захисту виявляє втрату однієї або кількох фаз в електричній системі. Він спрацьовує, коли рівень струму або напруги на одній з фаз виходить за задані межі, що свідчить про втрату фази. Релейний захист вимикає генератор для запобігання його пошкодженню.
5. Захист від замикання на землю (Ground Fault Protection): Цей вид захисту виявляє замикання на землю в електричній системі, коли струм витікає на землю через несправність або пошкодження ізоляції. Релейний захист спрацьовує, коли струм перевищує задане порогове значення, та вимикає генератор для запобігання подальшому пошкодженню, та інші.

### Висновки

Результати досліджень вказують на важливість релейного захисту та резервних захистів турбогенераторів для забезпечення безпеки, надійної та економічної експлуатації електростанцій.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кідиба В.П., Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013. 533 с.
2. Кутін В.М. Релейний захист та системна автоматика: Лабораторний практикум: Вінниця: ВНТУ, 2018. 127 с.
3. Релейний захист та автоматика електричних станцій : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Рубаненко О. Є., Рубаненко О. О., Гунько І. О. - Вінниця : ВНТУ, 2023. - 125с.
4. Бржезицький В. О., Зелінський В.Ц., Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є. Електричні апарати: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. 602с. ISBN 978-966-289-101-0.
5. <https://www.radiosvoboda.org/a/news-shmyhal-zahyst-enerhosystemy/32298053.html>

**Рубаненко Олександр Євгенійович** — канд. техн. наук, професор кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, e-mail: rubanenkoae@ukr.net

**Гунько Ірина Олександрівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, email : iryna\_hunko@ukr.net

**Матокниук Олексій Віталійович** — студент гр. 1EE 19 б Факультету електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, matoha988@gmail.com

**Rubanenko Oleksandr Yevheniiovich** - PhD, Professor of the Department of Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, e-mail: rubanenkoae@ukr.net

**Hunko Iryna Oleksandrivna** - PhD, Senior Lecturer, Associate professor of the Department of Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, email: iryna\_hunko@ukr.net

**Matokhniuk Oleksiy Vitaliiovich** - student of gr. 1EE 19 b Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, matoha988@gmail.com