НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Факультет електроенерготехніки та автоматики

Кафедра автоматизації енергосистем

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_________ Анатолій Марченко

“10” червня 2025 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою

«Управління, захист та автоматизація енергосистем»

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

на тему: Релейний захист та автоматика підстанції 35/10 кВ

Виконав**:**
Студент IV курсу, групи ЕК-11
Ткачук Андрій Анатолійович ____________

Керівник:
к.т.н., доцент,
Дмитренко Олександр Олексійович ____________

Рецензент:
доцент, к.т.н., доцент, ____________

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент ___________

Київ – 2025 року

РЕФЕРАТ

Дипломний проект виконаний на 56 аркушах, 34 рисунків, 17 таблиць, 3 листи графічної частини, 18 літературних посилань.

Актуальність теми роботи зумовлена значним фізичним та моральним зносом існуючих систем РЗА, які вже не відповідають сучасним зростаючим вимогам до надійності та якості електропостачання, не здатні ефективно інтегруватися в цифрову енергетичну інфраструктуру ("розумні мережі"), перешкоджають оптимізації експлуатаційних витрат і підвищенню безпеки персоналу, а також є вразливими до кіберзагроз. Модернізація РЗА таких підстанцій є життєво необхідним кроком для підвищення стійкості, ефективності та безпеки української енергетичної системи.

Об'єктом дослідження є система релейного захисту та автоматики (РЗА) підстанції 35/10 кВ. Це включає сукупність пристроїв, принципів їх функціонування, алгоритмів взаємодії та їхньої інтеграції з первинним комутаційним обладнанням (вимикачами, роз'єднувачами, трансформаторами струму та напруги), а також з системами оперативного струму та шинами постійного і змінного струму. Дослідження охоплює як існуючу конфігурацію РЗА, так і потенційні рішення для її модернізації та оптимізації.

Предметом дослідження є методи, алгоритми та технічні рішення для модернізації та оптимізації функціонування релейного захисту та автоматики підстанції 35/10 кВ шляхом впровадження сучасних мікропроцесорних пристроїв, що охоплює аналіз алгоритмів захистів (струмова відсічка, МСЗ, диференційний, газовий), принципів їх селективності та координації, методів розрахунку уставок, схем реалізації функцій автоматики (АПВ, АВР), вимог до оперативного струму та систем живлення, а також протоколів обміну даними та інтеграції в АСУ ТП, з урахуванням техніко-економічного обґрунтування.

Метою дослідження є розробка комплексних технічних рішень та практичних рекомендацій щодо модернізації системи релейного захисту та автоматики

(РЗА) підстанції 35/10 кВ шляхом впровадження сучасних мікропроцесорних пристроїв. Це дозволить забезпечити підвищення надійності, швидкодії, селективності та функціональності РЗА, а також оптимізувати її інтеграцію в автоматизовані системи управління, сприяючи стабільності та ефективності роботи енергосистеми.

Ключові слова: РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ, ПІДСТАНЦІЯ, КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ, СИЛОВИЙ ТРАНСФОРМАТОР, СЕЛЕКТИВНІСТЬ, АВТОМАТИКА, МАКСИМАЛЬНИЙ СТРУМОВИЙ ЗАХИСТ, АВТОМАТИЧНЕ ПОВТОРНЕ ВМИКАННЯ, РОЗПОДІЛЬЧИЙ ПРИСТРІЙ, НАДІЙНІСТЬ, СТРУМОВА ВІДСІЧКА.

ABSTRACT

The thesis project is made on 56 sheets, 34 figures, 17 tables, 3 sheets of graphic part, 18 literary references.

The relevance of the topic of the work is due to the significant physical and moral wear and tear of existing RPA systems, which no longer meet the modern growing requirements for reliability and quality of power supply, are unable to effectively integrate into the digital energy infrastructure ("smart grids"), hinder the optimization of operating costs and increase personnel safety, and are also vulnerable to cyber threats. Modernization of RPA of such substations is a vital step to increase the stability, efficiency and safety of the Ukrainian energy system.

The object of the study is the relay protection and automation system (RPA) of the 35/10 kV substation. This includes a set of devices, principles of their operation, algorithms of interaction and their integration with primary switching equipment (circuit breakers, disconnectors, current and voltage transformers), as well as with operational current systems and DC and AC buses. The study covers both the existing configuration of the protection and protection system and potential solutions for its modernization and optimization.

The subject of the research is methods, algorithms and technical solutions for modernization and optimization of the functioning of relay protection and automation of a 35/10 kV substation by implementing modern microprocessor devices, which includes the analysis of protection algorithms (current cut-off, MSZ, differential, gas), the principles of their selectivity and coordination, methods for calculating settings, schemes for implementing automation functions (APV, ATS), requirements for operational current and power systems, as well as data exchange protocols and integration into the ACS TP, taking into account the feasibility study.

The purpose of the research is to develop comprehensive technical solutions and practical recommendations for the modernization of the relay protection and automation system (RPA) of a 35/10 kV substation by implementing modern microprocessor devices. This will allow to ensure the increase of reliability, speed, selectivity and functionality of

the RPA, as well as to optimize its integration into automated control systems, contributing to the stability and efficiency of the power system.

Keywords: RELAY PROTECTION, SUBSTATION, SHORT CIRCUIT, POWER TRANSFORMER, SELECTIVITY, AUTOMATIC, MAXIMUM CURRENT PROTECTION, AUTOMATIC RE-OPENING, DISTRIBUTION DEVICE, RELIABILITY, CURRENT CUTTER.