

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ВИРОБНИЦТВ

КОРОЛЬОВ АРТУР СЕРГІЙОВИЧ

УДК 621.3

**ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ
ТЕЛЕМЕХАНІЧНОГО УПРАВЛІННЯ РОЗПОДІЛЬЧИМ ПРИСТРОЄМ
110/35/10 кВ**

151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2019

Роботу виконано на кафедрі автоматизації технологічних процесів і виробництв
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя
Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації
технологічних процесів та виробництв
Трембач Ростислав Богданович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-
інтегрованих технологій
Стухляк Петро Данилович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. на засіданні екзаменаційної комісії №43
у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за
адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 401.

ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ

Актуальність теми.

Актуальність роботи визначається підвищеними вимогами до систем телемеханічного управління відкритими розподільчими пристроями, а саме до моніторингу та діагностики великої кількості різних за своєю природою параметрів, якими характеризується робота розподільчого пристрою в цілому та окремих його частин (силових, вимірювальних трансформаторів, роз'єднувачів, обмежувачів перенапруги, вимикачів, різноманітних лічильників, що ведуть облік енергоресурсів, датчиків, які контролюють працездатність обладнання розподільчого пристрою тощо) і необхідністю енергозбереження при забезпеченні належної якості електроенергії, яка подається споживачам.

Тому дослідження, спрямовані на аналіз режимів роботи розподільчими пристроями, розробку методів їх функціонального діагностування, управління роботою розподільчих пристроїв методами телемеханіки і на підставі цього розробку моделей оптимізованого телемеханічного керування розподільчими пристроями різної напруги, дозволять підвищити їх експлуатаційну надійність.

Мета і завдання дослідження.

Мета і задачі дослідження. *Метою* дослідження є оптимізація роботи пункту телемеханічного управління та діагностики роботи відкритого розподільчого пристрою 100/35/10 кВ з можливістю застосування такої оптимізаційної моделі телемеханічного керування на практиці.

Для досягнення цієї мети поставлено наступні *задачі дослідження*:

1. Дослідити процеси роботи на можливість оптимізації параметрів діагностики окремих частин розподільчого пристрою 100/35/10 кВ.
2. Розробити модель оптимізованого функціонального діагностування компонентів, що входять у склад розподільчого пристрою та ліній електропередач, які до нього під'єднані.
3. Оптимізувати моделі телемеханічного управління роботою розподільчого пристрою 100/35/10 кВ.

Об'єкт дослідження – електричні процеси, що відбуваються в пункті телемеханічного управління та моніторингу при роботі розподільчого пристрою 100/35/10 кВ та в лініях електропередач, під'єднаних до нього.

Предмет дослідження – закономірності процесів роботи пункту телемеханічного керування розподільчим пристроєм 100/35/10 кВ та функціонування ліній електропередач, під'єднаних до нього.

Наукова новизна роботи.

Наукова новизна роботи полягає у можливості завчасного виявлення та попередження зношення ізоляції ліній електропередач, під'єднаних до розподільчого пристрою, контролю та діагностуванні роботи складових елементів розподільчого пристрою по різних їх робочими характеристиками без втручання та порушення роботи пристрою в цілому, можливості дистанційного керування параметрами розподільчого пристрою 100/35/10 кВ.

Практична значущість роботи.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що на основі розробленої моделі пункту оптимізованого телемеханічного управління розподільчим пристроєм 110/35/10 кВ, можна проектувати роботу згаданих розподільчих пристроїв, діагностувати і контролювати параметри його компонентів. На базі отриманих математичних моделей розроблені комп'ютерні програми розрахунків параметрів пристроїв діагностування та попередження аварійних ситуацій, що можуть виникати при роботі складових частин розподільчого пристрою. Використання таких математичних моделей дозволяє підвищувати експлуатаційну надійність не лише розподільчого пристрою, а й ліній електропередач, під'єднаних до нього.

Апробація.

Основні положення роботи і її результати доповідалися на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 27-28 листопада 2019 р. (Тернопіль 2019 р.).

Структура роботи.

Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (32 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 101 сторінка, 17 таблиць, 25 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано загальну характеристику роботи: стан розробки наукової проблеми й актуальність, мету і завдання роботи, об'єкт та предмет дослідження, описану наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів.

У **першому розділі «Аналітична частина»** проведений аналіз законодавчих аспектів у сфері роботи та управління електроенергетикою. Реконструкція, заміна спрацьованого обладнання підстанцій повинна виконуватися сукупно із впровадженням систем телемеханічного управління роботою підстанцій.

Коротко приведені основні характеристики основного електротехнічного обладнання відкритого розподільчого пристрою 110/35/10 кВ.

Розглянуто питання оптимізації роботи телеметричних систем у енергетичній галузі. Особливістю розроблюваної систем телемеханіки є її комплексність. В області програмних засобів спостерігається тенденція розробки універсального оптимізованого інструменту, що дозволить фахівцеві

швидко і ефективно вирішувати проблеми збору, обробки, представлення інформації та управління промисловим об'єктом.

Розробка оптимізованих систем телемеханіки дозволить на їх основі створювати сучасні SCADA-системи, а саме збору даних і оперативного диспетчерського управління.

У другому розділі «Науково-дослідна частина» приведено розв'язок основних задач системи телемеханіки для відкритого розподільчого пристрою 110/35/10 кВ.

Проведено вдосконалення методики розробки автоматичної системи діагностики ЛЕП. Для попередження раптових відключень внаслідок пошкодження ізоляторів ЛЕП виконувалося завдання проведення автоматичної системи діагностики, яка зводилася до виявлення та подання інформації про часткові розряди і дозволяє:

- визначати стан ізоляторів ЛЕП по кожній фазі під робочою напругою з точністю до опори і постановкою діагнозу по градації: „Норма”, „Передаварійний стан”, „Аварія”;
- реєструвати наявність коротких замикань в лінії, визначаючи місце аварії з точністю до опори;
- реєструвати удари блискавки, визначаючи місце з точністю до опори.

У третьому розділі «Технологічна частина» виконано моделювання автоматичної системи діагностики і керування обладнанням розподільчого пристрою.

Розроблено можливість, щоб система розширеної стаціонарної діагностики базувалася на результатах проведення сукупності «on-line» тестів, виконуваних на працюючому трансформаторі в автоматизованому режимі.

Збережені в БД результати моніторингу зазначених параметрів забезпечують оперативну діагностику вищевказаного обладнання і прогнозування залишкового ресурсу силових трансформаторів.

Всі ці вимірювання можуть бути зроблені під робочою напругою.

Запропоновано вирішення завдання локації можливого місця пошкодження ЛЕП. По різниці у часі фіксації сигналу від часткових розрядів (ЧР) у двох суміжних реєстраторах визначається фізична координата виникнення ЧР в повітряній лінії. Точність такого визначення становить ± 20 м при синхронізації по GPS, ± 2 м при синхронізації по оптоволокну.

У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина» виконано обґрунтування моделі програмно-технічного комплексу автоматизованої системи моніторингу (АСМ) трансформаторів 110/35 кВ 35/10 кВ. Вона має відкриту трирівневу архітектуру, як по каналах зв'язку, так і програмно-апаратного забезпечення і дозволяє розширювати функціональні можливості АСМ шляхом додавання нових датчиків, інтелектуальних контролерів, алгоритмів обробки сигналів і діагностування нових об'єктів електротехнічного призначення відкритого розподільчого пристрою.

Запропонована у дипломному проекті система діагностики (моніторингу) та телемеханічного управління основного обладнання відкритого розподільчого пристрою 35/10/6 кВ та ЛЕП, що підходять до нього, дасть змогу оперативно отримувати інформацію про стан роботи розподільчого пристрою, вчасно виявляти та попереджувати дефекти та аварійні стани, контролювати стан ізоляції на ЛЕП, у силових трансформаторах, іншому обладнанні розподільчого пристрою.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» проведено розрахунок параметрів основних трансформаторів розподільчого пристрою, що оптимізуються автоматичною системою керування та характеристик трансформаторів власних потреб розподільчого пристрою 110/35/10 кВ.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено визначення економічного ефекту від впровадження пристрою діагностування, розширеної оптимізованої системи моніторингу та телемеханічного управління силовими трансформаторами у розподільчих пристроях 110/35/10 кВ, проведено розрахунок економічної ефективності від експлуатації нового обладнання, розроблено шляхи зниження сумарних річних витрат.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто організаційні заходи з електробезпеки в електроустановках, проведено розрахунок занулення експериментальної ділянки та здійснено теоретичну організацію цивільного захисту на досліджуваному об'єкті.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто основні поняття екологічного моніторингу та запропоновані заходи практичного застосування моніторингу навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

На підставі виконаних досліджень в дипломній роботі зроблено наступні висновки:

1. Проаналізовано законодавчі аспекти управління електроенергетикою, характеристики електротехнічного обладнання відкритого розподільчого пристрою 110/35/10 кВ, особливості застосування телеметричних систем у сучасній енергетичній галузі, задачі системи телемеханіки для відкритого розподільчого пристрою 110/35/10 кВ. Проведені порівняльні характеристики існуючих аналогічних установок, розроблених в різних європейських країнах.

2. Запропоновано методики оптимізації автоматичної системи діагностики ЛЕП по дистанційній реєстрації часткових розрядів, яка дозволяє визначати дефекти ізоляції з точністю до ± 20 м при синхронізації по GPS, ± 2 м при синхронізації по оптоволокну (середня відносна похибка не перевищує 3%), а місце аварії з точністю до опори.

3. Знайшли подальший розвиток методики розробки автоматичної системи розширеної діагностики і керування обладнанням розподільчого пристрою, що базуються на результатах проведення сукупності «on-line» тестів, що виконуються на працюючому обладнанні в автоматизованому режимі з максимальною абсолютною похибкою $\pm 3,5\%$ і середньою відносною похибкою менше 5 %.

4. Оптимізовано методику діагностики та телемеханічного управління трансформаторами 110/35 кВ 35/10 кВ. Розроблено алгоритм можливого аналізу контролю стану роботи силових трансформаторів.

5. Діагностика роботи трансформаторів 110/35 кВ 35/10 кВ проводиться автоматизованою системою моніторингу з відкритою трирівневою архітектурою, що дозволяє розширювати її функціональні можливості шляхом додавання нових датчиків, інтелектуальних контролерів, алгоритмів обробки сигналів і діагностування нових об'єктів електротехнічного призначення відкритого розподільчого пристрою.

Спроектвана та оптимізована розробка системи телемеханічного управління розподільчим пристроєм 110/35/10 кВ задовольняє поставленим завданням, вимогам енергозбереження, екології оточуючого середовища, комфортної роботи обслуговуючого персоналу, безпеки життєдіяльності людини і є економічно доцільною.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Корольов А.С., Трембач Р.Б., Чубатий Ю.О. Оптимізація роботи пункту телемеханічного управління розподільчим пристроєм 110/35/10 кВ. Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2019 – С. 42.

АНОТАЦІЯ

Корольов А.С. Оптимізація роботи автоматизованої системи телемеханічного управління розподільчим пристроєм 100/35/10 кВ, 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі приведено результати теоретичних досліджень для вирішення науково-технічного завдання, яке полягає в побудові моделі оптимізованого телемеханічного управління розподільчим пристроєм 110/35/10 кВ з метою підвищення експлуатаційних показників його роботи.

Ключові слова: електрична мережа, телемеханічна система, силовий трансформатор, лінія електропередачі, електротехнічне обладнання.

ANNOTATION

Korolyov Artur. Optimization of the automated system of telemechanical control of switchgear 100/35/10 kV, 151 – Automation and Computer-Integrated Technologies; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2019.

In the diploma paper the results of theoretical researches for solving the scientific and technical task, which consists in the construction of a model of optimized telemechanical control of a 110/35/10 kV switchgear in order to increase the operational performance of its operation.

Key words: electrical network, telemechanical system, power transformer, power line, electrical equipment.