Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТА КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

**ПЕРЕПЕЛИЦЯ ВОЛОДИМИР ЛЕОНІДОВИЧ**

УДК 621.316.1.05

**ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 110/10/0,4 кВ**

8.05070103 «Електротехнічні системи електроспоживання»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2017

|  |  |
| --- | --- |
| Роботу виконано на кафедрі систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України | |
| **Керівник роботи:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри систем електроспоживання та комп’ютерних технології в електроенергетиці **Решетник Віктор Якович** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |
| **Рецензент:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту **Зінь Мирослав Михайлович** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |

Захист відбудеться 24 лютого 2017 р. о 14.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 40 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46005, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 310

**ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ**

**Актуальність теми.** В Українській енергосистемі функціонує система напруги 750/330/220/110/35/10/6/0,38 кВ. Є тенденція до виключення мереж з номінальною напругою 220 кВ і 35 кВ. Номінальна напруга 35 кВ застосовується для розподільчих електричних мереж. Виключення мереж з номінальною напругою 35 кВ, має на увазі їх переведення на напругу 110 кВ. З одного боку, переведення розподільної мережі на більш високу номінальну напругу приведе до зменшення втрат потужності і енергії, що є дуже актуальним питанням на сьогодні. Але з іншого боку, у більшій частині розподільних мереж низький рівень навантаження, і при переведенні розподільної мережі на напругу 110 кВ може виявитися низька ефективність капітальних витрат (внаслідок недовантаженості ліній і трансформаторів). Щоб розглянути доцільність застосування системи напруги 110/10/0,38 кВ для розподільної мережі, треба розглянути завдання проектування розподільної мережі при системі напруги 110/35/10/0,38 кВ і системі напруги 110/10/0,38 кВ.

Однією з проблем проектування розподільних електричних мереж є прогнозування перспективного рівня навантаження. Спрогнозувати точне перспективне електроспоживання дуже важко, особливо на тривалі періоди. Від перспективного рівня навантаження залежить вибір проводів на повітряних лініях і основного обладнання. В результаті неточного прогнозування, лінії електропередач і трансформатори можуть виявитися недовантаженими або перевантаженими. Щоб цього уникнути, доводиться на практиці вирішувати завдання проектування в умовах невизначеності початкової інформації, задаючись декількома перспективними рівнями навантаження. Такий підхід дозволяє вибрати оптимальну стратегію розвитку розподільчої мережі.

**Мета і завдання дослідження.**

Метою дипломної роботи є аналіз доцільності переведення існуючого району електричних мереж з системою напруги 110/35/10/0,38 кВ, на систему напруги 110/10/0,38 кВ.

Відповідно до вказаної мети розв’язувалися наступні завдання:

– статистичний аналіз рівня навантаження електричних мереж 110-35 кВ та щільності струму в них;

– вибір рівня навантаження електричних мереж з врахування невизначеності вхідної інформації;

– вибір оптимального варіанту системи напруги в умовах невизначеності вхідної інформації.

**Об'єкт дослідження** – електричні мережі напругою 110/35/10/0,4 кВ Хмельницькобленерго.

**Предмет дослідження** – оптимальна стратегія розвитку розподільчих електричних мереж.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

– проаналізовано доцільність застосування системи напруги 110/10/0,38 кВ в електричних мережах Хмельницькобленерго та встановлено, що для кожної конкретної ділянки розподільної мережі необхідно приймати окреме рішення на підставі багатокритерійного підходу при декількох стратегіях перспективного навантаження.

**Практичне значення отриманих результатів.** Основним практичним значенням роботи є:

– спроектовано існуючу електричну мережа Хмельницькобленерго по двох стратегіях (при системі напруги 110/35/10/0,38 кВ і 110/10/0,38 кВ) при трьох рівнях перспективного навантаження;

– проведено вибір оптимальної стратегії проектування мережі шляхом вирішення одноцільової і багатоцільового задачі в умовах невизначеності вхідної інформації;

– проаналізовано доцільність застосування електричних мереж напругою 110/35/10/0,4 кВ та 110/10/0,4 кВ та встановлено, що вибір рівнів напруги повинен бути індивідуальним для кожної ділянки та базуватися на багатокритеріальному підході.

**Апробація.**

Основні положення та результати дослідження доповідались та обговорювались на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (20 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 122 сторінки, 66 таблиць, 2 діаграми, 3 рисунка.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

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

**У першому розділі «Аналітична частина»** представлена характеристика ділянки мережі електропостачання напругою 110/35/10 кВ Хмельницькобленерго.

Проаналізовано та приведено теоретичне обгрунтування принципів вибору системи напруги розподільчих електричних мереж. Розглянуті інноваційні технічні рішення, що використовуються при проектування сучасних електричних мереж середньої напруги. Також розглянуті основні стратегії проектування електричних розподільчих мереж за допомогою САПР.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведені розрахунки завантаженості ліній електропередач напругою 110-35 кВ та щільності струму в них.

На основі отриманих розрахункових даних побудовані діаграми цільності струму в електричних лініях електропередач напругою 110 кВ та 35 кВ. Встановлено, що переважаючою щільністю струму в обох випадках є значення 0-0,2 А/мм2.

Також сформовано схему існуючої мережі 110-35 кВ з нанесенням параметрів існуючих мереж.

Проведено вибір рівня навантаження ліній електропередач з врахуванням невизначеності інформації.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведено вибір схеми і параметрів ділянки мережі Хмельницькобленерго при двох варіантах напруги. В якості основної розглянуто систему напруги 110/35/10 кВ, а в якості альтернативної – 110/10 кВ. При цьому розглядалися три варіанти навантаження.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведено електричні розрахунки і їх аналіз при різних системах напруги, а саме: розрахунок максимальних струмів на ділянках мережі в післяаварійному режимі, розрахунок активних та реактивних втрат, розрахунок напруги в післяаварійному режимі при різних стратегіях та різному навантаженні, розрахунок струмів та потужностей на ділянках досліджуваної мережі в нормальному режимі, розрахунок потужності компенсуючих пристроїв в місцях їхнього встановлення.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** здійснено вибір критерію оптимальності для одноцілового завдання з урахуванням можливої динаміки навантаження.

Проведено аналіз вибору оптимального варіанту системи напруги в умовах невизначеності. Також для оцінки вибору системи напруги проведено статистичний аналіз інформації про займані площі під пістанції напругою 110/35/10 кВ та 110/10 кВ.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** проведена оцінка двох варіантів системи напруги з точки зору економічної ефективності. Складено матриці локальних критеріїв для двох стратегій при кожному рівні навантаження

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуті питання техніки безпеки працівників при монтажі електрообладнання. Наведені умови та правила допуску працівників будівельно-монтажних організацій до робі в діючих електроустановках.

Розглянуті основні принципи і способи забезпечення безпеки населення в умовах надзвичайної ситуації.

**У восьмому розділі «Екологія»** проаналізовано вплив високовольтних ліній електропередачі та трансформаторних підстанцій на навколишнє середовище.

**ВИСНОВКИ**

В ході виконання дипломної роботи визначення доцільності застосування системи напруги 100/10/0,38 кВ для розподільних мереж вирішувалося з точки зору проектування електричної мережі в умовах невизначеності початкової інформації (рівень навантаження).

Проектувалася існуюча електрична мережа по двох стратегіях (при системі напруги 110/35/10/0,38 кВ і 110/10/0,38 кВ) при трьох рівнях перспективного навантаження. Вибір оптимальної стратегії робився шляхом вирішення одноцільової і багатоцільової задачі в умовах невизначеності.

При вирішенні одноцільової задачі, за критерієм мінімуму вартості передачі електроенергії, оптимальною стратегією є перша стратегія (система напруги 110/35/10/0,38 кВ). Проте, як було вказано вище, рішення одноцільової задачі за критерієм мінімуму вартості передачі електроенергії означає, що інші локальні критерії (якість електроенергії, втрати електроенергії і тому подібне) однакові для порівнюваних стратегій, що не відповідає дійсності.

При вирішенні багатоцільової задачі однозначного вибору на користь першої або другої стратегії, зроблено не було. При першому варіанті значущості локальних критеріїв (*λ1*=0,44, *λ2*=0,4 і *λ3*=0,16) оптимальна друга стратегія (система напруги 110/10/0,38 кВ). При другому варіанті значущості локальних критеріїв (*λ1*=0,57, *λ2*=0,28 і *λ3*=0,15) оптимальна перша стратегія (система напруги 110/35/10/0,38 кВ). Можна зробити висновок про те, що вибір оптимальної стратегії залежить від значень вагових коефіцієнтів, що задаються. У першому варіанті значущість капітальних витрат в 1,1 разів вище за сумарні річні втрати електроенергії. У другому варіанті капітальні витрати більші за сумарні річні втрати електроенергії в 2,04 разу. Площа відчужуваних земельних ділянок в обох варіантах має найменшу значущість. Однозначний вибір оптимальної стратегії можна зробити тільки після призначення значень вагових коефіцієнтів групою експертів.

В результаті виконання цієї роботи, можна зробити наступний висновок:

* про доцільність застосування системи напруги 110/10/0,38 кВ не можна зробити однозначний висновок, для кожної конкретної ділянки розподільної мережі необхідно приймати окреме рішення на підставі багатокритерійного підходу при декількох стратегіях;
* необхідно розробити методику, що дозволяє розрахувати надійності складної розподільної мережі, щоб ввести надійність в якості локального критерію при вирішенні багатокритерійної задачі.

**Перелік посилань.**

1. Застосування багатокритерійної моделі при виборі методів та засобів зниження технічних втрат електроенергії: Матеріали V Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів ["Актуальні задачі сучасних технологій"], (Тернопіль, 17-18 лист. 2016 р.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя. – Т.: Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя, 2016. – 432 с.

**АНОТАЦІЯ**

У цій дипломній роботі були розглянуті наявні проблеми експлуатації існуючого району електричної мережі з системою напруги 110/35/10/0,38 кВ і запропоновані шляхи їх вирішення. Виконано статистичний аналіз щільності струму в ділянках повітряних ліній електропередач номінальною напругою 35 - 110 кВ Хмельницькобленерго. Виконано прогнозування електроспоживання досліджуваного району електричних мереж на перспективний період. Зроблений вибір основного обладнання для досліджуваного району електричних мереж, при існуючій системі напруги 110/35/10/0,38 кВ і альтернативній системі напруги 110/10/0,38 кВ. Зроблений розрахунок, аналіз і оптимізація можливих режимів досліджуваного району електричних мереж, при різних системах напруги і рівнях навантаження. Виконаний статистичний аналіз інформації про площі підстанцій і їх обробка. Розраховані капітальні витрати, річні експлуатаційні витрати, вартість передачі електроенергії, втрати електроенергії і площі займаних земельних ділянок лініями і підстанціями для досліджуваної ділянки мережі, при різних системах напруги і рівнях навантаження. Виконаний вибір оптимальної системи напруги, шляхом розв’язання одноцільової і багатоцільової задачі.

**Перепелиця В. Л. Оцінка надійності роботи розподільчих електричних мереж 110/10/0,4 кВ.** 8.05070103 – електротехнічні системи електроспоживання. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці, група ЕЕмз-71. – Тернопіль.: ТНТУ, 2017.

**Ключові слова**: локальні критерії, багатоцільова задача, одноцільова задача, оптимальна стратегія, розподільча електрична мережа, система напруги.

**ANNOTATION**

**Perepelytsia N. V. O. Evaluation reliability of electrical distribution networks 110/10 / 0.4 kV.** 8.05070103 – electrical power system. Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Foreign Students Faculty. Сhair of Power Consumption Systems and Computer Technologies in Power Engineering, group ЕЕмз-71. – Ternopil.: TNTU, 2017.

In this diploma work were discussed the existing problems operation of existing electric network area with a system voltage 110/35/10 / 0.38 kV and proposed solutions. Completed a statistical analysis of the current density in the areas of overhead power line with rated voltage 35 - 110 kV Khmelnitskoblenergo. Completed forecasting electric power consumption of the study area networks on perspective period. Made the choice of of the main equipment for the study area of electrical networks for existing system voltage 110/35/10 / 0.38 kV and an alternative system voltage 110/10 / 0.38 kV. Made calculation, analysis and optimization of possible modes of study area of electrical networks at different voltage systems and levels of loads. Completed a statistical analysis of information about the area substations and their processing. Made calculation of capital costs, annual operating costs, the cost of electric power transmission, power losses and the area occupied land by electrical lines and substations for the studied area network systems at different levels of voltage and load. Made the choice of optimal system voltage by solving single-purpose and multi- purpose tasks.

**Keywords:** local criteriaі, multi- purpose task, single-purpose task, optimal strategy, electrical distribution networks, system of voltage.