Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОСРОЖИВАННЯ ТА КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

**ГОЦУЛЯК ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ**

УДК 621.9

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

**СІЛЬСЬКОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ З ВИБОРОМ**

**ОПТИМАЛЬНОЇ СХЕМИ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ**

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 технологій в електроенергетиці**Оробчук Богдан Ярославович,**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  |
| **Рецензент:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри світлотехніки та електротехніки**Костик Любов Миколаївна,**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: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус № 7, ауд. 310

**ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ**

**Актуальність теми.** В даний час в Україні здійснюється економічна рефор­ма. В цих умовах енергетики змушені приділяти більше увагу проблематиці взаємин суспільної й економічної ефективності в енергетику, вибору оптима­ль­них варіантів розвитку і функціонування енергетичних систем. Наскільки важли­ва ця проблема, то стає вже ясно з того, що наше суспільство щорічно витрачає від однієї третини до половини капіталовкладень у промисловість тільки на розвиток енергетичного господарства.

Разом з тим швидкий ріст електрифікації сільськогосподарського вироб­ництва, що пішов за ним деяким спадом, створення агропромислових комплек­сів, вимагає подальшого розвитку електричних мереж у сільській місцевості. Одночасно підвищуються і вимоги до їхньої пропускної здатності, надійності електропостачання і якості отриманої електричної енергії.

В житті суспільства енергію можна визначити як першочерговий фактор існування. Хід історичного становлення суспільства напряму пов’язаний з характером використання енергії. Соціально-економічний розвиток людства невіддільний від розвитку "енергетичного мислення”. Ключову роль в цьому історичному процесі відіграє енергетика, яка вирішує питання прикладного використання енергії. Основні проблеми, які існують на даний час в галузі електроенергетики, це значна зношеність електромережевого комплексу, а також відомча роз’єднаність в цій сфері. Для того, щоб зробити інфраструктуру електро­енергетики адекватною тому рівню, який є за кордоном і задумувалась реформа електроенергетики. Smart Grid – це один із інструментів, який дозволить зробити мережі гнучкими.

В Україні на даний час електричні мережі працюють за принципом: генератор, магістральні лінії, сільські розподільні мережі, мережі міст і спожи­вачі. В більшості випадків вони складаються із радіальних ліній з одностороннім живленням. Лише деякі мережі закільцьовані. Концепція пропонує інший принцип побудови. Це система генератор – лінія передавання – споживач, але споживач приймає участь у виробництві та перерозподілі енергії.

В цьому сенсі майбутнє інтелектуальних мереж багато в чому залежить від загальної стратегії розвитку альтернативних джерел енергії в Україні. В нашій країні відсутня, на відміну від європейських, система штрафів за виникнення перебоїв в електропостачанні, порушення якості електроенергії або аварій в мережах. Законодавчо встановлені норми по якості в мережах не виконуються, відсутні економічні стимули

У цьому зв'язку виникає цілий ряд задач зв'язаних з електропостачанням споживачів у сільській місцевості. Вирішення цих задач базується на правиль­ному і раціональному проектуванні електричних мереж районного значення.

Актуальність теми дипломної роботи визначається особливостями проектування систем електропостачання невеликих районів і споживачів на селі.

**Мета і завдання дослідження.**

Мета дипломної роботи полягає в розробці засобів підвищення надійності електропостачання сільськогосподарських споживачів з вибором оптимальної схеми розподільчої мережі, шляхів підвищення ефективності електропостачання споживачів за рахунок сучасних організаційно-технологічних розробок.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

1. Виконати аналітичне дослідження та обгрунтувати доцільність розробки засобів підвищення надійності електропостачання сільськогосподарських споживачів.

2. Виконати розрахунки електричних навантажень.

 3. Визначити потужність і місця установки трансформаторних підстанцій.

 4. Виконати електричний розрахунок мереж живлення і розподільних мереж.

5. Вибрати оптимальний варіант мережі електропостачання споживачів відповідно до техніко-економіч­ного розрахунку схем та за найменшими річними витратами.

6. З метою підвищення ефективності електропостачання розробити пристрій для визначення місць пошкодження повітряних ліній електропередач.

7. Розробити пропозиції щодо підвищення ефективності електропоста­чання споживачів за рахунок сучасних організаційно-технологічних розробок.

**Об'єкт** **дослідження -** схеми розподільчих мереж сільськогосподарських споживачів.

**Предмет** **дослідження** – дослідження та розрахунок оптимальних варіантів розвитку і функціонування розподільчих енергетичних систем.

**Наукова новизна роботи** полягає в розробці комплексного напряму роз­витку електричних мереж в рамках концепції Smart Grid для підвищення ефективності управління режимами їх роботи за рахунок формування нового технологічного базису функціональних можливостей.

**Практична значимість отриманих результатів.**

Результати виконаного дослідження призначені для підвищення ефектив­ності електропостачання сільськогосподарських споживачів за рахунок впровад­ження сучасних організаційно-технологічних розробок, що дозволить значно підвищити ефективність електропостачання споживачів в Україні.

**Апробація.** Основні положення роботи і її результати доповідалися на студентській науково-технічній конфе­ренції «Актуальні питання розвитку агропромислового комплексу» 22-24 лис­топада 2016 р. (Бережани, 2016 р.)

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (41 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 145 сторінoк, 33 таблиць, 33 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»** розглянуто основні фактори розвитку сільськогосподарських споживачів, означена роль енергосистем в забезпеченні надійності електропостачання, деталізовано особливості електро­постачання сільськогосподарських споживачів, запропоновано заходи щодо підви­щен­ня надійності електропостачання.

Аналітичні дослідження показали, що система централізованого електро­постачання сільських регіонів в умо­вах динамічного розвитку сучасних електротехнічних комплексів неспро­мож­на забезпечити у масштабі всієї енергосистеми вимоги певних категорій спожива­чів щодо показників якості електроенергії та надійності електрожив­лення

Електропостачання виробничих підприємств і населених пунктів в сільській місцевості має свої особливості в порівнянні з електропостачанням промисло­вості і міст. Головна з них - це необхідність підводити електроенергію до величезного числа порівняно малопотужних об'єктів, розосереджених на великій території. В результаті, протяжність мереж у багато разів перевищує цю вели­чину в інших галузях народного господарства. За роки реформ виробництво сільськогос­по­дарської продукції скоротилося на 45%. Зношення сільськогоспо­дарської техніки досяг критичного рівня - 65…70%.

Однією з особливостей сільського електропостачання на сучасному етапі є зростання числа об'єктів першої категорії по надійності. У господарств частенько не вистачає грошових коштів на забезпечення і підтримку зазначеної категорії своїх об'єктів, що призводить до аварій і економічного збитку, оскільки припи­нення подачі електроенергії призводить до зриву основних технологічних проце­сів: доїння, годування, напоювання, кормоприготування, перерві в роботі вентиляції і опалювання, і отже, до порушення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях, порушенню режиму інкубації яєць і тому подібне.

У цих умовах особливу актуальність придбаває реалізація заходів по підви­щен­ню надійності електропостачання і досягненню заданого її рівня з мінімаль­ними витратами. До таких заходів в загальному випадку відносяться:

- забезпечення необхідного рівня резервування систем електропостачання;

- підвищення якості експлуатації енергетичного устаткування;

- підвищення рівня кваліфікації і забезпечення штатної кількості обслу­го­вуючого персоналу;

 - застосування сучасних комутаційних пристроїв, засобів автоматики і діаг­ностики;

- раціональна організація поточних планових і непланових ремонтів;

- раціональна організація оперативного пошуку і ліквідації ушкод­жень.

Виконання цих заходів може бути досягнуте різними засобами, які можна розділити на організаційні і технічні. Максимальний ефект від виконання цих заходів може бути досягнутий при сукупному використанні організаційних і технічних засобів.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** сформульованопоста­новка проблеми, виконано аналіз останніх досліджень і публікацій, виділено основні матеріали дослідження, виконано організацію контролю за поточним станом повітряних ліній, які розглядаються в якості концепції Smart Grid.

Як показав аналіз інформаційних джерел, найбільш перспективною в умовах ринку двосторонніх договорів і балансуючого ринку електроенергії є концепція Smart Grid [1-5]. В основу концепції Smart Grid покладено цілісну і всебічно узгоджену система поглядів на роль і місце електроенергетики в сього­денні і майбутньому, цілей і вимог до її розвитку, підходів до їх реалізації та створення необхідного технологічного базису.

На сучасному етапі розвитку концепція Smart Grid - це комплексне поєднання засобів, які сприяють підвищенню ефективності виробництва, розподілу і передачі електроенергії.

При цьому під ефективністю варто мати на увазі:

* децентралізація функцій генерації і керування потоками електроенергії та інформації в ЕС;
* зниження витрат на генерацію, розподіл і передачу електро­енергії;
* оперативне усунення несправностей в ЕС;
* можливість транспортування електроенергії та інформації одночасно.

Проведені дослідження показали пріоритетність комплексного напрямку розвитку електричних мереж в рамках концепції Smart Grid за рахунок форму­вання нового технологічного базису функціональних можливостей для підви­щення ефективності управління режимами їх роботи.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** розглянуто характеристику досліджуваного сільськогосподарського району, визначено розрахункові наван­таження у мережах 0,38–110 кВ, виконано вибір напруги і схеми електропоста­чання сільськогосподар­сь­кого району та техніко–економічне обґрунтування доцільності вибору варіанту системи електропостачання сільськогосподарського району.

Розрахунок електричних навантажень мереж 0,38–110 кВ виконано, виходя­чи з розрахункових навантажень на вході споживачів [11], на шинах підстанції і відповідних коефіцієнтів одночасності окремо від денного і вечірнього максиму­мів. Вибір схем електропостачання включає вибір номінальних напруг мережі, її конфігурацію, вибір і розміщення трансформаторних підстанцій різних напруг, схеми їх розподілу до джерел живлення. Обрані мережі повинні бути пристосо­вані до різних режимів роботи при зміні навантаження, а також в післяаварійних ситуаціях.

При проектуванні систем сільського електропостачання необхідно забез­печ­ити вибір найбільш доцільного, що має кращі техніко–економічні показники, варіанту. На практиці при порівнянні варіантів в якості показника порівняльної економічної ефективності найбільше часто використовують приведені витрати.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** виконано вибір схем розподільних пристроїв підстанцій, проведено розрахунок струмів короткого замикання, вибрані електричні апарати розподільних пристроїв 110 і 10 кВ, запропоновано устаткування і конструкція розподільних пристроїв під­станції напругою 110/10 кВ та розраховано релейний захист.

Схеми розподільних пристроїв підстанцій на всіх напругах вибираються з урахуванням числа приєднань і призначення підстанції.

При виборі схем підстанції вони повинні задовольняти: надійності електро­постачання споживачів, транзиту потужності через підстанцію, можливості про­ведення ремонтних робіт на окремих елементах схеми без відключення сусідніх приєднань, враховувати перспективу розвитку.

Розрахунок короткого замикання проводиться з метою вибору і перевірки еле­к­тричних апаратів і струмоведучих пристроїв, виявлення необхідності обме­жен­ня величини струму короткого замикання і проектування пристроїв релей­ного захисту й автоматики.

Вибір електричних апаратів повинен виконуватися відповідно до обчисле­них максимальних величин струмів, напруг, потужностей відключень для двох ре­жи­мів: нормального і режиму короткого замикання. До таких апа­ратів віднося­ться: вимикачі роз'єднувачі, запобіжники, вимірювальні транс­форматори. При ви­бо­рі виконується порівняння розрахункових величин з допустимими значен­нями. При цьому розрахункові значення повинні бути менше допустимих.

Комплектні трансформаторні підстанції (КТП) 110 *кВ* виконуються без вми­качів на стороні 110 *кВ*, але з установкою триполюсних автоматичних відділь­ників ОД–110 і однополюсних короткозамикачів КЗ–110. Відмова від установки вимикачів на стороні вищої напруги КТП–110 забезпечує значне спрощення схем і конструкцій КТП і здешевлення їхньої вартості.

Рисунок - *Схема мінімального захисту лінії*

 Захист лінії 10 *кВ* сільськогосподарських ра­йо­нів виконується відпові­дно до ПУЕ від багато­фазних к.з. і від однофазних замикань на землю. Захист від багатофазних к.з. передбачається у дво­фазному виконанні на тих самих фазах лінії №2 підстанції “Нова Вижва” з виконанням реле РТВ–I, включеним на однофазні струми.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** розглянута класифікацію і приз­начення пристроїв для визначення місць пошкодження повітряних ЛЕП, викона­но аналіз автоматизованих систем для виявлення пошкодження ізоляції, запропо­новано алгоритм визначення відстані до локального пошкодження ізоляції.

Повітряні розподільні мережі 6–35 *кВ* працюють з ізольованою або ком­пен­сованою нейтраллю. Значення струмів замикання на землю в цих мережах відносно невеликі й у багатьох випадках на один або навіть на два порядки менші від струмів навантаження.

Розподільні мережі 6-35 кВ займають значну частину в інфраструктурі передачі і розподілу електроенергії, надійність їх роботи великою мірою визначають підсумковий показник безперебійності постачання електроенергії споживачеві і витрати на її передачу.

Найбільш поширеним видом пошкоджень в цих мережах є однофазні зами­кання на землю, які закінчуються пробоєм ізоляції в її ослаблених місцях. Подіб­ні пошкодження відбуваються із-за старіння ізоляції, тому і досі залиша­ється ак­ту­альним завдання забезпечення ефективного безперервного контролю стану ізоляції і на його основі своєчасного виявлення та усунення пошкоджень ізоляції.

У дипломній роботі запропоновано автоматизовану систему для виявлення пошкодження ізоляції без відключення устаткування і зміни параметрів робо­чо­го режиму електроустаткування, яка працює на базі алгоритму методу визна­чен­ня відстані до локального пошкодження ізоляції і виз­начення значення опору в місці пошкодження ізоляції.

Автоматизована система безперервно контролює амплітуду струмів нульової послідовності усіх приєднань. Перевищення по одному з приєднань заданого значення розцінюється як поява дефекту ізоляції, у тому числі це може бути і замикання на землю. За фактом перевищення блок зміни місця і величини опору пошкодження починає циклічний процес завдання параметрів математичної моделі, які відповідають переміщенню точки передбачуваного місця дефекту ізоляції. При цьому на кожному кроці розрахунку виконується цикл зміни величини передбачуваного дефекту від нуля до максимально допустимого значення. Результати розрахунку вектора струму нульової послі­довності на кожному кроці розрахунку порівнюються з дійсним вектором струму нульової послідовності пошкодженого приєднання. При співпаданні дійсного і розрахункового векторів початкового нульового струму на індикацію подаються розрахункові значення на відстані *fДЕФ*. і *RДЕФ*., які використовувалися на цьому кроці розрахунку.

Розроблений спосіб визначення відстані до місця локального дефекту ізоля­ції і опору цього пошкодження в розподільних мережах дозволяє визначати відстань не лише до замикань на землю, але і до локальних дефектів ізоляції, а також визначати опір локального дефекту ізоляції.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** прове­дено розрахунок собівартості передачі і повної собівартості енергії та визначено госпрозрахунковий економічний ефект.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуа­ціях»** виконанорозрахунок заземлення та грозозахисту підстанції 110/10 кВ, запропоновані заходи щодо знезаражування території сільськогосподарських приміщень з використанням сільськогосподарських машин і приладів для прове­ден­ня робіт зі знезаражування місцевості, будинків, споруджень і приміщень.

**У восьмому розділі «Екологія»** проведено аналіз застосування екологіч­ного моніторингу, запропоновано практичні кроки для застосування моніто­рин­гу навколишнього середовища.

**ВИСНОВКИ**

На підставі виконаних досліджень в дипломній роботі зроблено наступні висновки:

1. Обгрунтовано технологічні питання, що стосуються ефективності електропостачання частини сільськогосподарського району.

2. Виконано розрахунки електричних навантажень.

3. Визначено потужність і місця установки трансформаторних підстанцій.

4. Виконано електричний розрахунок мереж живлення і розподільних мереж.

5. Для вибору оптимального варіанту мережі виконано техніко-економічний розрахунок 2-х варіантів схем і за найменшими річними витратами обрана радіальна схема електропостачання споживачів.

6. Для підвищення ефективності електропостачання розглянуто питання розробки сучасного пристрою для визначення місць пошкодження повітряних ліній електропередач.

7. Запропоновано шляхи підвищення ефективності електропостачання спо­живачів за рахунок сучасних організаційно-технологічних розробок, що дозволить значно підвищити ефективність електропостачання споживачів в Україні.

8. Виконано розрахунок собівартості електроенергії і повної собівартості її транспортування, а також визначено госпрозрахунковий економічний ефект.

9. Розроблено питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, екологічності проекту, які безпосередньо пов’язані з темою роботи.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Гоцуляк Ю.М. Підвищення надійності електропостачання сільськогоспо­дарських споживачів. Актуальні питання розвитку агропромисло­вого комплек­су: зб. тез доповідей студентської науково-практичної конференції (Бережани, 22–24 листоп. 2016) // Бережани: ВП НУБІП України «Бережанський агротех­нічний інститут», 2016. – С. 89.

АНОТАЦІЯ

**Гоцуляк Ю.М. Підвищення надійності електропостачання сільськогос­подарських споживачів з вибором оптимальної схеми розподільчої мережі**, 8.05070103 – Електро­технічні системи електроспоживання, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2017.

У дипломній роботі розглянута актуальність і перспективність проекту­вання систем електропостачання невеликих районів і споживачів на селі.

Проведено аналітичне дослідження та обгрунтована доцільність розробки засобів підвищення надійності електропостачання сільськогосподарських споживачів.

Вибрано оптимальний варіант мережі електропостачання споживачів від­повідно до техніко-економіч­ного розрахунку схем та за найменшими річними витратами.

Розроблено пристрій для визначення місць пошкодження повітряних ліній електропередач.

**Ключові слова:** надійність електропостачання, розподільна мережа, оптимальна схема, лінія електропередач.

**ANNOTATION**

**Yuriy Goculyak. Improving the reliability of electricity supply of agricultural consumers whith choice of optimal scheme of distribution network,** 8.05070103 – Electrotechnical Systems of Electricity Consumption; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2017.

In the diploma paper examined the relevance and perspective design system of electrical supply small districts and rural consumers.

Done analytical study and to soundly expedience of design of means improving the reliability of power supply of agricultural consumers.

Selected best a version of power supply network in accordance with the technical and economic calculation of schemes and at the lowest annual costs.

Developed a device for finding of places damaged overhead power lines.

**Key words:** reliability of electrical supply, hower distribution networks, optimal scheme, оverhead power line.