

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**ПЕЛЕХ МИХАЙЛО ВАСИЛЬОВИЧ**

УДК 621.3

**МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ  
МІСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ**

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, старший викладач  
**Поталіцин Сергій Юрійович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

**Рецензент:** канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри приладів і  
контрольно-вимірвальних систем  
**Зелінський Ігор Микитович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2018 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №36 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 310

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Під електричною системою розуміється електрична частина енергетичної системи, тобто сукупність елементів, які виробляють, перетворюють, передають, розподіляють і споживають електричну енергію.

Перш ніж розглядати використання методів прикладної математики в задачах електроенергетики, потрібно уточнити термінологію і зупинимося на деяких характеристиках та умовах роботи електричних систем, тобто створити словесну модель роботи електричної системи.

Математичний опис електроенергетичної системи, зрозуміло, повинен мати свою специфіку, відмінну від теплоенергетичної або гідроенергетичної системи. При складанні математичного опису треба врахувати, що електрична система включає в себе силові елементи - генератори, трансформатори, перетворювачі навантаження і електричні мережі (високої напруги, що містять лінії електропередач, середньої напруги, розподільні з відносно низькою напругою).

Електрична система містить також елементи управління, які змінюють і регулюють стан системи або режим роботи системи. Для розрахунку режиму системи необхідний математичний апарат. Інженер може підібрати його готовим з величезного накопиченого століттями арсеналу математичних методів, може частково сконструювати сам. Але це можливо в тому випадку, якщо він ясно уявляє собі фізику роботи енергосистеми, обумовлену фізичними явищами, які одночасно відбуваються у всіх елементах системи.

Взаємодіючи між собою, елементи системи в будь-який момент пов'язані єдністю процесів виробництва, передачі, розподілу та споживання електричної енергії. При цьому під процесами розуміють окремі складові явища, що відображають деякі зв'язки між змінними величинами, які відповідають явищам, властивим даному стану (або режиму) системи.

При вивченні систем виробництва, передачі, розподілу електричної енергії та управління нею необхідно розглядати електричні та пов'язані з ними механічні процеси. Наприклад, процеси в первинних двигунах (турбінах), механічна енергія яких в генераторах перетворюється в електричну, і процеси в електродвигунах, де електрична енергія перетворюється в механічну, які не можна відокремити від процесів в електричній частині системи. Доводиться розглядати в системі процеси як єдині електромеханічні. Необхідно також мати на увазі, що у елементів, що складають систему, можуть виявитися нові властивості і процеси, що відбуваються в системі, що об'єднала ці елементи.

Щоб дати математичний опис системи, треба у вигляді математичної моделі представити всі зв'язки між змінними величинами процесів. Вивчення цих процесів, включаючи і їх математичну інтерпретацію, направлено на забезпечення кращої роботи системи, основне завдання якої - вироблення енергії. Енергія - це кількісний показник роботи електричної системи. Якість енергії характеризується головним чином величиною і частотою напруги у споживача.

**Мета роботи:** дослідження та математичний опис режимів роботи систем електропостачання міських електричних мереж.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Електротехнічні та енергетичні процеси в системах електропостачання міських електричних мереж. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

Розвинуто теорії і методів оптимізації в умовах багатокритерійності завдання на основі вдосконалення методу вагових коефіцієнтів щодо подолання чисельної несумарності окремих критеріїв, а також їхнього чіткішого ранжування. Це було досягнуто шляхом їхньої нормалізації, тобто приведення до безрозмірного вигляду у поєднанні із застосуванням методу експертних оцінок для визначення чисельних значень коефіцієнтів.

Розроблено модель проведено моделювання параметрів ВДТ. Дана модель є найбільш прийнятною для дослідження ВДТ, як в статичних, так і в динамічних режимах.

**Практичне значення отриманих результатів.** Використання запропонованих моделей дозволяє описувати як структуру СЕП, так і процеси в них, завдяки можливості переходу від опису структури до опису функцій. Використання евристичних методів моделювання, що базуються на діалогових системах, забезпечує одночасний перехід від функції до структури. Тим самим створюються умови для синтезу схем, що реалізують необхідний режим СЕП.

**Апробація.**

1. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018.- Т. 3. – 68.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 114 арк. формату А4, графічна частина – 6 аркушів формату А1

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У вступі обґрунтовано актуальність теми наукових досліджень та охарактеризовано основні завдання, які необхідно вирішити .

В аналітичній частині проведено аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами, виконано постановку задачі на дипломну роботу.

В науково-дослідній частині проведено моделювання параметрів і режимів ВДТ. Проведено обґрунтування структури розрахункової моделі складних ВДТ

В технологічній частині описано характеристики проблеми щодо регулювання ВДТ. Проведено вибір моделі й обґрунтування розрахункових співвідношень.

**В конструкторській частині** проведено моделювання режимів роботи розподільчих мереж, вибір і обґрунтування структурної схеми моделі, функціонально-орієнтована декомпозиція СЕП міста, моделювання функціонально-структурних відношень, моделювання режимів СЕП.

**В спеціальній частині** проведена оптимізація керування режимами електричних мереж міста

**В частині «Обґрунтування економічної ефективності»** описано критерії економічної ефективності систем електропостачання.

**В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто актуальні проблеми електробезпеки, вимоги до профілактичних медичних оглядів для працівників ПК, економічне значення заходів щодо покращення умов охорони праці.

**В частині «Екологія»** проаналізовано сучасний екологічний стан України, розглянуто питання забруднення довкілля, що виникає внаслідок реалізації технологічного процесу, а також запропоновано заходи зі зменшення забруднення довкілля.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

## **ВИСНОВКИ**

Таким чином, використання системи техніко-економічних показників може розглядатися як комплексний критерій, що найповніше відбиває процеси в СЕП міст. Аналіз керованості критеріїв, з одного боку, свідчить про можливість їхнього повного інформаційного забезпечення, а з другого — про його абсолютну керованість.

Ураховуючи високий рівень технічної складності СЕП, наявність великої кількості внутрішніх і зовнішніх зв'язків, а також слабку передбачуваність поведінки її елементів, під час вивчення СЕП міст вважають доцільним застосовувати системний підхід, що забезпечує розбиття загальних елементів на частини з наступним їхнім описом із урахуванням взаємного зв'язку.

Розроблено модель проведено моделювання параметрів ВДТ. Дана модель є найбільш прийнятною для дослідження ВДТ, як в статичних, так і в динамічних режимах.

Використання запропонованих моделей дозволяє описувати як структуру СЕП, так і процеси в них, завдяки можливості переходу від опису структури до опису функцій. Використання евристичних методів моделювання, що базуються на діалогових системах, забезпечує одночасний перехід від функції до структури. Тим самим створюються умови для синтезу схем, що реалізують необхідний режим СЕП.

Розвинуто теорії і методів оптимізації в умовах багатокритерійності завдання на основі вдосконалення методу вагових коефіцієнтів щодо подолання чисельної несумарності окремих критеріїв, а також їхнього чіткішого ранжування.

Це було досягнуто шляхом їхньої нормалізації, тобто приведення до безрозмірного вигляду у поєднанні із застосуванням методу експертних оцінок для визначення чисельних значень коефіцієнтів.

При цьому нормування критеріїв, у зв'язку з виключенням питомих збитків, може розглядатися як звуження області невизначеності середовища, викликаного відмінністю збитків для різних груп споживачів і здійснення переходу до оцінки ефективності функціонування СЕП міст за допомогою інтегральних критеріїв.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Пелех М.В. Математичний опис електроенергетичної системи / Поталіцин С.Ю., Пелех М. В. Тези доповіді на VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018.- Т. 3. – 68.

## **АНОТАЦІЯ**

Розроблено модель проведення моделювання параметрів ВДТ. Дана модель є найбільш прийнятною для дослідження ВДТ, як в статичних, так і в динамічних режимах.

Розвинуто теорії і методів оптимізації в умовах багатокритерійності завдання на основі вдосконалення методу вагових коефіцієнтів щодо подолання чисельної несумарності окремих критеріїв, а також їхнього чіткішого ранжування. Це було досягнуто шляхом їхньої нормалізації, тобто приведення до безрозмірного вигляду у поєднанні із застосуванням методу експертних оцінок для визначення чисельних значень коефіцієнтів.

**Ключові слова:** вольтдодавальний трансформатор, міські електричні мережі, моделювання.

## **ANNOTATION**

The developed model simulates the parameters of VAT. This model is the most suitable for the study of VAT, both in static and in dynamic regimes.

The theory and methods of optimization in the conditions of multi-criterion problem are developed on the basis of the improvement of the method of weight coefficients in order to overcome the numerical insufficiency of individual criteria, as well as their more precise ranking. This was achieved through their normalization, that is, bringing it to a dimensionless view in conjunction with the use of the expert estimation method for determining the numerical values of the coefficients.

**Key words:** volt addition transformer, city electric networks, simulation.