

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Матеріали І науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ–2021)

10-12 березня 2021 року

Збірник доповідей

Електронне мережне наукове видання

Вінниця
ВНТУ
2021

УДК 001
М34

Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Головний редактор: В. В. Біліченко
Відповідальний за випуск: В. В. Грабко

Робоча група з підготовки конференції:
Голова робочої групи:
проректор з наукової роботи ВНТУ Павлов С. В.;

Члени робочої групи:

заступники деканів факультетів, заступник директора ІнЕБМД з наукової роботи та міжнародного співробітництва, заступник директора ІнСГН, директор Інституту Конфуція ВНТУ;
Власюк А. І., директор ІРВЦ; доц. кафедри ІНВ;
Могила С. Г., інженер 2-ї категорії ІРВЦ.

М34 **Матеріали І науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2021) : збірник доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2021.**

ISBN 987-966-641-856-5

Збірник містить тексти доповідей І ювілейної регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників підприємств м. Вінниці та Вінницької області з загально-інженерних, технічних, гуманітарних та фундаментальних наук.

НТКП ВНТУ проводиться у вигляді конференцій навчальних інститутів, факультетів, конференції Головного центру виховної роботи та конференції гуманітарних підрозділів. Кожна конференція має власну тематику, оргкомітет, строки проведення пленарних та секційних засідань, та складається з однієї або кількох секцій.

УДК 001

ISBN 978-966-641-856-5

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2021

<i>Артем Миколайович Артеменко, Олексій Петрович Чорний</i> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА КАР'ЄРНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА З УРАХУВАННЯМ ЗМІН УМОВ ЗЧЕПЛЕННЯ.....	2389
<i>Олексій Михайлович Головченко, Олена Миколаївна Нанака</i> СТАТИЧНЕ ТА ДИНАМІЧНЕ ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ.....	2392
<i>Михайло Петрович Розводюк, Катерина Михайлівна Розводюк, Віталій Євгенійович Вдовиченко, Назар Анатолійович Гудзевич</i> ПРИСТРІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИЛОВОГО МАСЛЯНОГО ТРАНСФОРМАТОРА.....	2395
<i>Сергій Миколайович Бабій, Захар Олександрович Толстий</i> ДО ПИТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ	2399
<i>Олексій Михайлович Головченко, Олена Миколаївна Нанака</i> ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ ЕНЕРГЕТИКІВ.....	2402
<i>Вадим Сергійович Бомбик</i> РОЗРОБКА ПРОГРАМИ КЕРУВАННЯ СКІПОВОЮ ЛЕБІДКОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЛАДНАННЯ MITSUBISHI ELECTRIC	2409
<i>Сергій Миколайович Бабій, Андрій Вікторович Горкун</i> ДО ПИТАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ НА СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ	2412
<i>Володимир Віталійович Грабко, Валентин Володимирович Грабко, Вікторія Олександрівна Хонич</i> ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПОВІТРЯНИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ.....	2414
<i>Олександр Анатолійович Паянок, Володимир Валентинович Микитченко</i> ЕЛЕКТРОПРИВОД КОМБІНОВАНОГО ДЕРЕВООБРОБНОГО ВЕРСТАТА ТИПУ 691С.....	2416
<i>Олександр Анатолійович Паянок</i> ДО ПИТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	2419
<i>Дмитро Петрович Проценко</i> МЕТОД ПОКРИТТЯ ГРАФІКА НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ АВТОНОМНОМУ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННІ НА БАЗІ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК.....	2423
<i>Валентин Володимирович Грабко, Сергій Володимирович Осадчий, Марина Олександрівна Хонич</i> ПРО ОДИН ПІДХІД ДО ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАНІЧНОГО ТРАКТУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ КОМУТАЦІЮ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ	2426
<i>Олена Миколаївна Нанака, Олексій Михайлович Головченко</i> КУРСОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ ЕНЕРГЕТИКІВ	2428
<i>Дмитро Петрович Проценко, Роман Сергійович Димидюк</i> ОСОБЛИВОСТІ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	2434
<i>Людмила Мельничук</i> ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ	2437
<i>Михайло Петрович Розводюк, Владислав Сергійович Жук</i> ВИКОРИСТАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ В МІСЬКОМУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ	2440
<i>Олексій Анатолійович Жуков</i> СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА СТРУМУ ЗБУДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРА ВІТРОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ УСТАНОВКИ	2442
<i>Микола Миколайович Мошноріз, Богдан Олександрович Клименко, Богдан Олександрович Клименко</i> РЕЖИМНА НАДІЙНІСТЬ В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ.....	2445
<i>Микола Миколайович Мошноріз, Святослав Анатолійович Карпенко</i> СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ З НЕЧІТКОЮ ЛОГІКОЮ	2448
<i>Микола Миколайович Мошноріз, Олексій Олександрович Державець</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗАСОБАМИ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА	2451
<i>Володимир Віталійович Грабко, Валентин Володимирович Грабко</i> ДО ПИТАННЯ ПОШУКУ ДОДАТКОВИХ ЧИСТИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	2454
<i>Валентин Володимирович Грабко, Юрій Михайлович Остапюк</i> ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД «АВТОМАТИЧНИЙ ШЛАГБАУМ».....	2456
<i>Віталійович Володимир Грабко, Олександр В'ячеславович Паланюк</i> ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ПОБУДОВИ РЕСУРСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА, ЯКИЙ ПРАЦЮЄ В РЕЖИМІ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ	2457
Секція загальної фізики	
<i>Василь Харитонович Касіяненко</i> ЕЛЕКТРОННА БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ АПАТИТОПОДІБНИХ СТРУКТУР КАЛЬЦІЯ	2461

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ З НЕЧІТКОЮ ЛОГІКОЮ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проведено аналіз системи автоматичного керування водозабірним майданчиком з насосною станцією, що побудована на основі регулятора з нечіткою логікою та використанням систематизації сезонного та погодинного водоспоживання з допомогою вейвлет-перетворень.

Ключові слова: *тренд водоспоживання, вейвлет-аналіз, нечітка адаптивна система, моделювання системи керування.*

Summary

The analysis of the system of automatic control of the water intake site with the pumping station, which is built on the basis of the regulator with fuzzy logic and the use of systematization of seasonal and hourly water consumption with the help of wavelet transformations, is carried out.

Keywords: *water consumption trend, wavelet analysis, fuzzy adaptive system, control system modeling.*

Вступ

Проблема якісного водопостачання є актуальною для багатьох населених пунктів України. Використання застарілого обладнання насосних станцій, відсутність ефективних систем моніторингу та управління насосними агрегатами призводить до перевитрати електричної енергії при підтримці надмірно високих тисків в водопровідних мережах, що збільшує ризики аварійних ситуацій. Основна кількість електроенергії, що споживається насосною станцією витрачається на живлення насосних агрегатів. Оскільки водопостачання постійно змінюється, то і напір, що розвивається насосними агрегатами повинен змінюватись досить гнучко, щоб зменшити перевитрати електроенергії та непродуктивні втрати води.

Метою даної роботи є розробка методу покращення енергетичних показників водопостачання шляхом використання адаптивної системи автоматичного керування з нечіткою логікою.

Результати дослідження

Для одного з водозабірних майданчиків з насосною станцією одного з обласних центрів України проведена систематизація в Excel значень погодинної витрати води, що подається в водопровідну мережу міста, в літній та осінньо-зимовий період (під час надання послуг тепlopостачання). На основі даної інформації отримано корисний сигнал керування у вигляді сукупності його послідовних наближень. З цією метою використано вейвлет-перетворення, яке застосовується для обробки сигналів, що демонструють еволюцію у часі своїх основних характеристик – середнього значення, дисперсії, періодів, амплітуд і фаз гармонічних складових [1, 4]. Саме такими сигналами є погодинна зміна величини витрати в водопровідній мережі міста.

На основі експериментальних даних про зміну витрати води здійснено їх вейвлет-перетворення, згідно якого отримано корисний сигнал (відокремлено шуми), що дає можливість в подальшому використати цей сигнал в якості вхідного завдання регулятора, який буде регулювати витрату насосних агрегатів. Для цього використано програмне забезпечення вейвлетного аналізу даних у виді пакету розширення Wavelet Toolbox програмного комплексу Matlab. Він включає в себе засоби для вивчення, створення і використання вейвлетів та вейвлет-перетворень як в командному режимі, так і з допомогою спеціальних засобів графічного інтерфейсу GUI [4].

Отримавши експериментально дані погодинної витрати води в літній та осінньо-зимовий (під час опалювального сезону) періоди провели їх систематизацію. В подальшому нами використано метод Wavelet 1-D для розкладу одновимірного сигналу. Було отримано тренди зміни погодинної витрати води окремо для вихідних та робочих днів. Порівнявши ці тренди, зроблено висновок про те, що по-

годинні тренди вихідних і робочих днів досить подібні, тому не має необхідності надалі розглядати їх окремо. Подібним чином отримано погодинні тренди витрати води для літнього (рис. 1) та осінньо-зимового (рис. 2) періодів (в опалювальний сезон) [4].

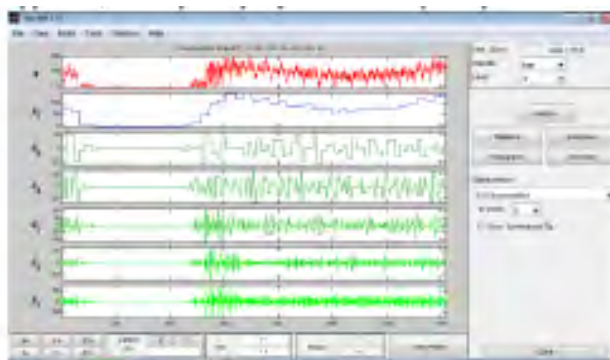


Рис. 1. Погодинний тренд витрати води у літній період (09.06.2012-06.08.2012)

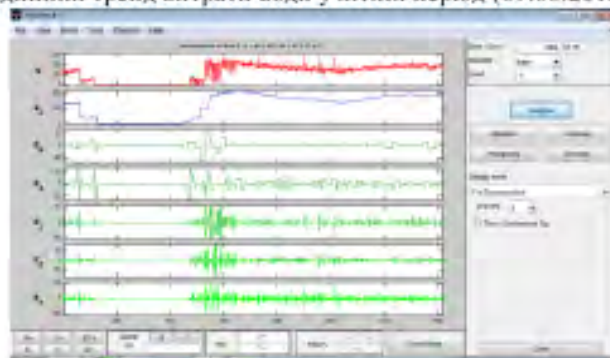


Рис. 2. Погодинний тренд витрати води у осінньо-зимовий період (30.12.2012-19.01.2013)

Порівнявши отримані результати для цих двох періодів зроблено висновок, що тренд осінньо-зимового періоду містить більші значення витрати води, ніж літнього. Ця різниця – це в більшій мірі вода, яка йде на тепlopостачання.

Дані апроксимації (корисні сигнали) можна в подальшому використовувати при розробці системи керування насосними агрегатами на основі теорії нечітких систем управління[2].

Застосування підходу нечіткого логічного висновку виправдане, а інколи і єдине можливе, коли необхідно описати поведінку складної системи і отримати можливість визначати значення одних параметрів системи на основі значень інших її параметрів або параметрів навколишнього середовища. Для опису поведінки системи використовують два основні поняття нечіткої логіки: лінгвістична змінна P і терм лінгвістичної змінної T . Змінна в нечіткій логіці відповідає одному з параметрів, що характеризують систему, наприклад, витрата, тиск та ін. Вимірювані значення відповідного параметра будуть являтися «чіткими» значеннями змінної. Вся множина чітких значень утворює область визначення лінгвістичної змінної. Терм змінної являється її «нечітким» значенням і визначається фразою, що характеризує один із характерних станів параметра системи [4].

При використанні методів, оснований на нечіткому визначенні процесу управління, з'являється можливість формування оптимального набору команд управління по критерію найменших енергозатрат та подачі необхідної витрати води для споживачів. Нечіткий регулятор забезпечує більш високі показники якості перехідних процесів у порівнянні з класичними регуляторами[3]. До великої переваги нечіткого керування слід віднести його орієнтацію на цифрову реалізацію.

Системи подібного роду володіють достатньо великою гнучкістю і хорошими якостями перехідного процесу – мінімальним часом регулювання з мінімальним перерегулюванням.

Продуктивність, яку необхідно виробити насосною станцією, визначається попереднім значенням витрати води, отриманим нами шляхом вейвлет-перетворення з уточненням водоспоживання в даний час, яке вимірюється витратоміром на виході насосної станції.

На вході нечіткого регулятора маємо змінну «різниця витрати води», що приймає значення «низька», «середня» і «висока». Природно, чим більша різниця витрати води в даний момент, тим більшою повинна бути продуктивність. Другою лінгвістичною перемінною визначено «швидкість зміни витрати» в мережі, якій також дано лінгвістичні значення «низька», «середня» і «висока». Якщо швидкість зміни витрати велика, то потрібна висока продуктивність насосної станції. В міру наближення витрати води, що створюється насосними агрегатами до відповідної витрати швидкість зміни витрати в мережі буде зменшуватися, а продуктивність насосної станції знижуватися.

Висновки

На основі отриманих даних погодинної витрати води, систематизувавши їх та здійснивши вейвлет-перетворення цього сигналу, в подальшому можна реалізувати нечітку систему керування, з допомогою якої можна уникнути аварійних ситуацій на насосній станції та перевитрат електричної енергії, що, в свою чергу, призведе до підвищення ефективності технологічних процесів і надійності роботи системи водопостачання та забезпечення раціонального використання матеріальних і енергетичних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурнаев Е.В. Применение вейвлет преобразования для анализа сигналов: Учебно-методическое пособие. – М.: МФТИ, 2007. – 138 с.
2. Современная прикладная теория управления. Новые классы регуляторов технических систем. Ч. III / Под ред. А.А. Колесникова. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000.
3. Дементьев А. Оптимизация управления насосным отделением водопроводной станции // <http://10.3.2.1/articles/pumps/pumps.html>.
4. Якимчук Н. М. Моделювання системи автоматичного керування з нечіткою логікою об'єктами водопостачання // Вісник інженерної академії України. Інформаційні системи, обчислювальна й електронна техніка, системи зв'язку та приладобудування / Н. М. Якимчук. – №3-4. – 2013. – С. 145 – 150.

Мошноріз Микола Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Карпенко Святослав Анатолійович – студент групи ЕМ-19мс, факультет Електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: moshnoriz@gmail.com.

Moshnoriz Nikolai Nikolaevich – PhD, associate professor of the department of electromechanical systems of automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, e-mail: ichernavskiy@gmail.com.

Karpenko Sviatoslav Anatoliyovych - student of EM-19ms group, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: moshnoriz@gmail.com.