

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР «ІНСТИТУТ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА
ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА»
ВАРШАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУК ПРО ЖИТТЯ РЕСПУБЛІКИ
ПОЛЬЩА

МАТЕРІАЛИ

V Міжнародної науково-практичної конференції
присвяченої пам'яті професора Віктора Михайловича Синькова

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ ТА АВТОМАТИКИ В АПК

19 грудня 2019 року

Київ, НУБіП України

УДК 621.3

Рекомендовано до друку вченою радою Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики та енергозбереження Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол №8 від 19.11.2019 р.)

Збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої пам'яті професора Віктора Михайловича Синькова «Проблеми та перспективи розвитку енергетики, електротехнологій та автоматики в АПК» ПРЕАП-2019, 19 грудня 2019 року, НУБіПУ України, Київ, 2019.

Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

© Національний університет біоресурсів
і природокористування України

Каплун В.В.

доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Штепа В.М.

кандидат технічних наук, доцент
Поліський державний університет, Республіка Білорусь

Макаревич С.С.

кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ У СИСТЕМІ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ЛОКАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Однією з нагальних потреб економіки України є вирішення проблеми зменшення споживання енергетичних ресурсів. Відновлювані джерела енергії останнім часом стали системоутворюючими елементами комбінованих систем електроживлення (КСЕ). Однак, існуюча практика оперує лише фактичним даними про енергоспоживання за минулі періоди, що надзвичайно утруднює процес оперативного аналізу і, відповідно, ускладнює процеси прийняття управлінських рішень щодо оптимального використання енергоносіїв.

Сучасні КСЕ локальних об'єктів варто уявляти як єдині енергоінформаційні комплекси, в яких енергоефективність є ключовим чинником функціонування, і разом з тим забезпечуються належні показники надійності електроживлення, якості електроенергії, можливість її акумулювання, управління міжсистемними перетіканнями,

сегментація, ієрархія силових енергетичних та інформаційних потоків, розподіл прийнятих управлінських рішень (поточних і перспективних) на основі прогнозування пропозиції та попиту на рівні локального об'єкту. Дослідження такого прототипу сучасних мікроенергетичних мереж створить умови для подальшої модернізації електроенергетики на новій організаційній та інформаційно-технологічній основі.

Основою методології побудови КСЕ з декількома різномірними джерелами у широкому сенсі є комплекс теоретично обґрунтованих процедур, спрямованих на підвищення енергоефективності електроспоживання локальних об'єктів.

Метою дослідження обґрунтування та реалізація нейромережевої моделі (НМ) для прогнозування генерації відновлюваними джерелами у системі енергоменеджменту локальних об'єктів.

Відомі дослідження [1–4] доводять, що ефективним математичним апаратом для прогнозування короткотривалого (до 1 години) процесу генерації відновлюваними джерелами є теорія нейронних мереж [5]. Для розв'язання поставленого наукового завдання використані нейромережеве моделювання, теорія обчислювального інтелекту та градієнтні оптимізаційні методи аналізу поведінки багатокомпонентних систем. Запропонований підхід щодо інтелектуального управління КСЕ локальних об'єктів на основі нейромережевого прогнозування генерації електроенергії відновлюваними джерелами шляхом ресурсно-процесного моделювання з використання умовного динамічного тарифу [6]. Ключовою перевагою такого підходу для реалізації інтелектуального управління комбінованим електрозабезпеченням локальних об'єктів є його адаптивність та здатність оперативно змінювати режими роботи в залежності від отриманих даних щодо прогнозів генерації відновлюваних джерел: особливості режиму електроспоживання (зміна графіка навантаження), потужність генерації відновлюваними джерелами, вплив користувача на формування попиту тощо.

Розподіл енергоресурсів реалізовано з використанням математичного апарату ресурсно-процесної моделі [7]. При цьому КСЕ розглядається як система розподіленої обробки одночасно взаємодіючих конкуруючих процесів включаючи в себе p , $p \geq 2$, опрацьовуючи пристроїв з паралельними процесами, n , $n \geq 2$, розподілених конкуруючих взаємодіючих процесів, s , $s \geq 2$, блоків програмного ресурсу, матрицю $T = [t_{ij}]$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, s}$, часів виконання блоків програмного ресурсу конкуруючими процесами. Параметр $\epsilon > 0$ характеризує час, який витрачається на паралельне використання блоків програмного забезпечення. Такий підхід являється базовим для вирішення завдань оптимізації змішаних режимів виконання паралельних процесів з розподіленою генерацією.

Шляхом моделювання встановлено, що архітектура ефективної НМ для прогнозування генерації сонячною електростанцією (СЕС) являє собою багатошаровий перцептрон із одним прихованим шаром (кількість нейронів у ньому від 2 до 7). Це підтверджено якістю моделювання: максимальна середньоквадратична похибка опрацювання навчальної вибірки — 0,980214%, максимальна середньоквадратична похибка опрацювання тестової вибірки — 0,98674%.

Обґрунтовано, що для прогнозування генерації вітросонячною системою (ВЕС) НМ доцільно використовувати багатошаровий перцептрон із одним прихованим шаром (кількість нейронів у ньому від 2 до 6); при цьому досягається якість моделювання: максимальна середньоквадратична похибка опрацювання навчальної вибірки —

0,756942%, максимальна середньоквадратична похибка опрацювання тестової вибірки – 0,749334%.

Реалізація моделі показала недолік нейромережевого прогнозування генерації від СЕС та ВЕС: при переході від нульової генерації (її відсутності) або при її різкому збільшенні НМ показують значне короточасне погіршення якості предикту (для СЕС – 50–70%, для ВЕС – 50–80%).

Одержані результати показали, що використання умовного динамічного тарифу як інтегрального показника поточної вартості електроенергії дає змогу знайти найбільш ефективне поєднання спроможності генерації відновлюваних джерел для забезпечення графіка електроспоживання і мінімізації витрат на електрозабезпечення локальних об'єктів.

В подальшому одержані результати нейромережевого моделювання будуть використані для розроблення алгоритмів автоматизованих систем управління КСЕ з декількома джерелами, їх програмної та апаратної реалізації з адаптацією до управління у реальному часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Cortes C., Vapnik V. N. Support-Vector Networks // Machine Learning, 20, 1995.
2. Smola A. J., Schoelkopf B. A tutorial on support vector regression. Statistics and Computing, 1998.
3. Y-K Wu, and J-S Hong, “A literature review of wind forecasting technology in the world,” IEEE Power Tech 2007, Lausanne, pp. 504-509, 1-5 July 2007.
4. “Load Forecasting” Chapter 12, E.A Feinberg and Dora Genethlio, Page 269 – 285
5. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
6. Каплун В. В. Умовний динамічний тариф як критерій ефективності функціонування мікроенергетичних систем локальних об'єктів / В. В. Каплун // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія : Технічні науки. – 2016. – № 3. – С. 50–58.
7. Каплун В.В. Ресурсно-процесний підхід к построению математической модели микроэнергетической системы / В. В. Каплун, П. А. Павлов, В. Н. Штепа // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія "Технічні науки" : рецензований науковий журнал. – 2016. – № 2. – С. 48-60.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ І СИСТЕМИ	13
Бунько В.Я. ЦИФРОВА ПІДСТАНЦІЯ – ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ.....	13
Бунько В.Я., Хом’як І.Я. ЗАСТОСУВАННЯ КОМПАКТНИХ КЕРОВАНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	14
Омельчук А.О. ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ В ЗОНІ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ 35...110 КВ В УМОВАХ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ	15
Бунько В.Я., Данів Н.В. ВИКОРИСТАННЯ НЕЛІНІЙНОГО ОБМЕЖУВАЧА ПЕРЕНАПРУГ ДЛЯ ЗАХИСТУ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ.....	16
Гладкий А.М. НЕЛІНІЙНІ СПОТВОРЕННЯ СИНУСОЇДАЛЬНОЇ НАПРУГИ ТА УМОВИ ЇХ МІНІМІЗАЦІЇ	17
Гребченко М.В., Єрбоменко Є.В. АДАПТИВНИЙ МАКСИМАЛЬНИЙ СТРУМОВИЙ ЗАХИСТ ВІД КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ	19
Зайченко Ю.М. ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА СЕЛЕКТИВНІСТЬ СПОСТЕРІГАЧІВ ВИЩИХ ГАРМОНІК СТРУМУ ТРИФАЗНОЇ МЕРЕЖІ.....	19
Кравченко О.П., Воробей В.В. СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ (СМКЕП) ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ДИСТАНЦІЙНО-КЕРОВАНИХ АДАПТИВНИХ ПРИСТРОЇВ.....	21
Сабарно Л.Р. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ МЕРЕЖ З ДЖЕРЕЛАМИ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ.....	22
Сивокобиленко В.Ф., Лисенко В.А. УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАХИСТУ ВІД ЗАМИКАНЬ ФАЗИ НА ЗЕМЛЮ В КОМПЕНСОВАНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 6-35 КВ	23
Сінчук І.О. МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ З БЕЗПЕРЕРВНИМ ЦИКЛОМ ВИРОБНИЦТВА	25

Тугай Ю.І., Кучанський В.В., Мельничук В.А.	
МІНІМІЗАЦІЯ ЗАЛИШКОВОГО НАМАГНІЧУВАННЯ ОСЕРДЯ АВТОТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ РЕЗОНАСНИМ ПЕРЕНАПРУГАМ	26
Тугай Ю.І., Козирський В.В., Тютюнник Ф.О.	
РОЗВИТОК ПІДХОДІВ ДО ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ З ДЖЕРЕЛАМИ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ	27
Гай О.В., Гулевич В.К.	
ОСОБЛИВОСТІ ЗАВДАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДВООБМОТКОВОГО ТРАНСФОРМАТОРУ З РОЗЦЕПЛЕНОЮ ОБМОТКОЮ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ ТРАНСФОРМАТОРА В ПРОГРАМНОМУ ПРОДУКТІ «ELPLEK»	28
Черкашина В.В., Черемісін М.М.	
ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ НАПРУЖЕНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛІВ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ	31
Гай О.В., Гусятинський Д.О.	
ОСОБЛИВОСТІ ЗАВДАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРЬОХОБМОТКОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА В ПРОГРАМНОМУ ПРОДУКТІ «ELPLEK»	32
СЕКЦІЯ 2. РОЗПОДІЛЕНІ СИСТЕМИ ГЕНЕРАЦІЇ ТА СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	35
Нікіфоров А.П., Подлужна Н.О.	
ЗАСТОСУВАННЯ СТРУКТУРНО-ІНФОРМАЦІЙНОГО МЕТОДУ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ ПРИ ПЕРЕХОДІ ДО ЕКОНОМІКИ ЗНАНЬ	35
Козирський В.В., Петренко А.В., Макаревич С.С.	
ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРИ ЗВОРотно-ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ В СХЕМІ АМОРТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	37
Шавьолкін О.О., Становський Є.Ю., Підгайний М.О.	
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНИЙ АГРЕГАТ З ПОСЛІДОВНИМ З'ЄДНАННЯМ ІНВЕРТОРІВ ДЛЯ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ БАТАРЕЄЮ	38
Козирський В.В., Нікіфоров А.П., Петренко А.В., Парубов А.Н.	
НАКОПИЧУВАЧ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ІЗ МОЖЛИВІСТЮ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА	40
A. Shavelkin, Jasim Mohmed Jasim Jasim, I. Shvedchykova	
EXPANDING THE CAPABILITIES OF THE PHOTOVOLTAIC CONVERTER UNIT OF THE ELECTRIC POWER SYSTEM IN THE INTELLIGENT ENERGY MANAGEMENT SYSTEM OF THE LOCAL OBJECT	42

Нікіфоров А.П., Беляєв В.К.	
ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ВИСОКОЧАСТОТНОГО РЕЄСТРАТОРА ПРИЄДНАННЯ МЕРЕЖІ ІЗ АЛГОРИТМОМ ПОШУКУ ДОСТАТНЬОГО ОБСЯГУ ІНФОРМАЦІЇ.....	43
Нікіфоров А.П., Гай О.В.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОХОДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ ЧЕРЕЗ ВИСОКОВОЛЬТНЕ ОБЛАДНАННЯ СТРУКТУРНО-ІНФОРМАЦІЙНИМ МЕТОДОМ.....	45
Нікіфоров А.П., Волошин С.М.	
СИНТЕЗ І АДАПТАЦІЯ СТРУКТУРИ ТА ПАРАМЕТРІВ ДАТЧИКІВ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ В САПР ДЛЯ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ЦИФРОВОГО РЕЄСТРАТОРА КОМІРКИ КРУ	47
Нікіфоров А.П., Савчук О.В.	
АВТОМАТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРОЮ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЕНЕРГОМЕРЕЖАХ СМАРТ-ГРИД	49
Гармаш Є.В., Остренко Д.О., Колларов О.Ю.	
РОЗРОБКА НОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЕНЕРГОУСТАНОВОК З КОНЦЕНТРАТОРАМИ ПОТОКУ	51
Лежнюк П.Д., Комар В.О.	
ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ЯК МОЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	53
Омельчук А.О., Волошин С.М., Тарасюк О.І.	
ЩОДО СПОСОБІВ ВИКОНАННЯ ЗАХИСТУ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ З ПІДСТАНЦІЯМИ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ДЖЕРЕЛ ГЕНЕРАЦІЇ	54
Пересада С.М., Ніконенко Є.О., Михальський В.М.	
ПОРІВНЯННЯ АКУМУЛЯТОРНОГО ТА ГІБРИДНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	55
Кузнецов В.Г., Тугай І.Ю., Нікішин Д.А.	
ВИНИКНЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ ПРИ ПІДКЛЮЧЕННІ ГЕЛІОСТАНЦІЙ	56
Кожан Д.П.	
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ТА ВЕЛИЧИН ЇХ ПОТУЖНОСТІ В РАДІАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 35 кВ.....	57
Нікіфоров А.П., Chekavskyu Glib	
ФОРМУВАННЯ СПОСОБІВ ЗАВДАННЯ ВХІД–ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО МОДУЛЯ ТЕОРІЇ ІГОР В ЗАДАЧАХ БАЛАНСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ ПРИСТРОЇВ	61

Каплун В.В., Штепа В.М., Макаревич С.С.	
НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ У СИСТЕМІ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ЛОКАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	62
Колларов О.Ю., Остренко Д.О.	
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ З ПІДТРИМКОЮ МАКСИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ, ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ	64
СЕКЦІЯ 3. ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА	67
Заблодський М.М., Радько І.П., Сподоба М.О.	
ОСНОВНІ СКЛАДОВІ МЕТОДОЛОГІЇ ПОБУДОВИ ЗАГЛИБНОГО ЕЛЕКТРО- МЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ БІОГАЗОВИХ КОМПЛЕКСІВ.....	67
Брагіда М.В.	
ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИСТРОЇ НА МАГНІТНО НЕ ЗВ'ЯЗАНИХ КІЛЬЦЕВИХ ОСЕРДЯХ.....	68
Чміль А.І., Олійник Ю.О., Демчук С.О.	
МЕХАНІЗМ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОГО ЗНЕШКОДЖЕННЯ ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ В ТВАРИННИЦЬКИХ СТОКАХ.....	69
Червінський Л.С., Радько І.П.	
РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ЕТАПІВ ПОБУДОВИ ЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ПРОДУКЦІЇ В ГАЛУЗЯХ АПК.....	71
M. Zablodskiy, A. Zhylytsov, V. Trokhaniak, S. Pugalendhi, P. Subramanian	
CONVERSION OF PLANT BIOMASS INTO A DRY DISTILLATION CHAMBER WITH AN EXECUTIVE DEVICE BASED ON A POLYFUNCTIONAL ELECTROMECHANICAL TRANSDUCER.....	74
Жильцов А.В., Березюк А.О., Андросович О.Ю., Szymon Głowacki	
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРУ ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ СУШІННЯ РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛІВ.....	75
Брагіда М.В.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА.....	78
Чміль А.І., Олійник Ю.О.	
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА ...	79
Пашковська Н.І., Червінський Л.С.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМБІНОВАНОГО ОПТИЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ ТА РОСТОВІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	84
Брагіда М.В.	
ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ТРАНСФОРМАТОР З ДОДАТКОВОЮ ОБМОТКОЮ	85

Червінський Л.С., Романенко О.І., Книжка Т.С.	
ОПТИМІЗАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СВІТЛОКУЛЬТУРИ РОСЛИН В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ	87
Заблодський М.М., Наливайко В.А., Ковальчук С.І.	
ОСНОВНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ ГІДРОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПУХО-ПР'ЯНОЇ СИРОВИНИ У ТОНКОМУ ШАРІ З ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ.....	88
Васецький Ю.М.	
ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ НА ПЛОСКІЙ ПОВЕРХНІ ПОДІЛУ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОПРОВІДНОГО СЕРЕДОВИЩ	89
Голодний І.М., Лісовенко В.А.	
КОМП'ЮТЕРНА ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА АД-160 .	91
Goncharov E. V.	
ANALYSIS OF THE MAGNETIC FIELD DISTRIBUTION IN THE ELECTROMAGNETIC FAULT CURRENT LIMITER.....	92
Коробський В.В., Солнишкін С.В.	
РАНЖУВАННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА АПАРАТИ КЕРУВАННЯ І ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК АПК	94
Мелконова І.В.	
ВПЛИВ ВИСОТИ ПОСТІЙНИХ МАГНІТІВ НА РОЗПОДІЛ МАГНІТНОГО ПОЛЯ В ДИСКОВОМУ МАГНІТНОМУ СЕПАРАТОРІ.....	95
Сорокін Д.С., Бухштаб О.П.	
ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ДВИГУНА СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ.....	98
Радько І.П., Наливайко В.А., Окушко О.В., Міщенко А.В., Антіпов Є.О.	
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ НУБІП УКРАЇНИ.....	100
Заблодський М.М., Радько І.П., Наливайко В.А., Окушко О.В.	
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕЛЕКТИВНОСТІ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСТУ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ ДО 1000 В	101
Коробський В.В., Мрачковський А.М.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПУСКАЧІВ, ЩО НАНЕСЕНІ ГАЗОПЛАЗМОВИМ МЕТОДОМ.....	103
Бойко В.В., Чорній В.П., Неділько С.Г., Тереміленко К.В., Слободяник М.С.	
ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ ВІ-ВМІСНОЇ СКЛОКЕРАМІКИ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В БІЛИХ СВІТЛОДІОДАХ	104
Чорній В.П., Бойко В.В., Неділько С.Г., Тереміленко К.В., Слободяник М.С.	

СТРУКТУРА ТА ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧЕРВОНИХ ЛЮМІНОФОРІВ $K_2Sc_2(MoO_4)(PO_4)_2 \cdot xEu$	105
Сорокін Д.С., Овсяно Я.	
ПРИСТРІЙ ЛОКАЛЬНОГО ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ	106
Алмазова О.Б., Лисиченко М.Л.	
КОГЕРЕНТНЕ ТА МОНОХРОМАТИЧНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗМІНЮЮТЬ ЧАС ГЕМОЛІЗУ ЕРИТРОЦИТІВ, А ТАКОЖ ШВИДКІСТЬ ЗУСТРІЧНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ ІОНІВ КРИЗЬ ЕРИТРОЦИТАРНУ МЕМБРАНУ	108
Гузенко В.В., Лисиченко М.Л.	
ДЖЕРЕЛА ВВЧ ДІАПАЗОНА ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ВПЛИВУ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ.....	111
СЕКЦІЯ 4. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ	113
Батечко Н.Г., Овчар Р.Ф.	
АСИМПТОТИЧНЕ ІНТЕГРУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ТИПУ ВАН-ДЕР-ПОЛЯ.....	113
Бурлака В.В., Гулаков С.В.	
ДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСТУ ДВИГУНІВ ЗМІННОГО СТРУМУ	114
Лисенко В.П., Чернова І.С.	
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ЕНТОМОФАГІВ.....	115
Бурлака В.В., Гулаков С.В., Поднебенна С.К.	
СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ СТАНУ БЕЗЦІТКОВОГО ЗБУДНИКА СИНХРОННИХ МАШИН.....	116
Луцька Н.М., Заєць Н.А., Власенко Л.О.	
ВИКОРИСТАННЯ МОВИ МОДЕЛЮВАННЯ SYSML ПРИ РОЗРОБЦІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІННЯ РІШЕНЬ.....	118
Пузанов А.П.	
ЛАЗЕРНА СИСТЕМА ПОЗИЦІОНУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРА ДОЇЛЬНОГО РОБОТА	119
Ялова Л.К., Концур В.В.	
СТАТИСТИЧНІ ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ В УПРАВЛІННІ БІОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ.....	122
Лисенко В.П., Якименко І.Ю.	
СИНТЕЗ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА.....	123

Andrzej Chochowski, Лисенко В.П., Решетюк В.М.	
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АЛГОРИТМИ ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ.....	124
Болбот І.М.	
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА НЕЙРОМЕРЕЖЕВА ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ В ПРОМИСЛОВІЙ ТЕПЛИЦІ.....	125
Васюк В.В.	
ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ.....	127
Дудник А.О.	
ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ У ТЕПЛИЧНИХ КОМПЛЕКСАХ.....	128
Никифорова Л.Є.	
КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ В РОСЛИННИЦТВІ.....	130
Коваль В.В., Самков О.В., Худинцев М.М., Осінський О.Л., Самойленко В.В.	
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ МІТОК ТОЧНОГО ЧАСУ ІНТЕГРОВАНІХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕРЕЖ SMART-ТЕХНОЛОГІЙ.....	131
Луцька Н.М.	
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ, ЩО ФУНКЦІОНУЮТЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ.....	132
Панталієнко Л.А.	
ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ МАЛОЧУТЛИВИХ ПРИСКОРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ.....	133
Потапенко М.В., Рамш В.Ю., Шаршонь В.Л.	
ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ОЦІНКА І ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ НА ОСНОВІ ДІАГНОСТУВАННЯ.....	135
Romasevych Y.O., Loveikin V.S., Liashko A.P.	
ANALYSIS OF SOFTWARE FOR PID-CONTROLLERS TUNING.....	136
Стеценко С.В.	
ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ВЗАЄМОДІЮ З МАЛИМИ ЧАСТИНКАМИ КУЛЬОВОЇ ФОРМИ.....	137
Толочко О.І., Кондратенко І.П., Рижков О.М.	
КЕРУВАННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНИМ ПРИСТРОЄМ КРАНА-МАНІПУЛЯТОРА В ПРОЦЕСІ ОПУСКАННІ КОШИКА У ВАННУ З РОЗЧИНАМИ.....	138

Удовенко О.О., Павлусь В.	
НАВЧАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ РОЗУМНИЙ БУДИНОК НА БАЗІ ОДНОПЛАТНОГО МІНІ-КОМП'ЮТЕРА RASPBERRY PI -3В+	139
Шворов С.А., Лукін В.Є., Пасічник Н.А., Комарчук Д.С., Давиденко Т.С.	
МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ЗБИРАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ БІОГАЗОВИХ КОМПЛЕКСІВ	141
Мірошник В.О., Лендел Т.І.,	
РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ПЕРЕМІШУВАННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ	142
СЕКЦІЯ 5. ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА ТА ТЕПЛОФІЗИКА	144
Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А.	
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЛІПІДНИХ НАНОСТРУКТУР ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	144
Горобець В.Г., Богдан Ю.О., Троханяк В.І.	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ І ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІННИХ І ГІДРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПАКТНОГО ПУЧКА ТРУБ МАЛОГО ДІАМЕТРА	145
Скрипник О.В., Клименко В.В., Свяцький В.В., Конончук С.В.	
ЗАСТОСУВАННЯ ЛЬОДОГАЗГІДРАТНИХ КАПСУЛ ДВООКИСУ ВУГЛЕЦЮ ПРИ ПАКУВАННІ, ТРАНСПОРТУВАННІ ЗБЕРІГАННІ СВІЖИХ ПРОДУКТІВ	146
Spodyniuk Nadiia	
IMPROVING TEMPERATURE CONDITIONS IN RESIDENTIAL BUILDINGS BY USING ENERGY-EFFICIENT SOLAR AIR COLLECTORS	148
Фіалко Н.М., Степанова О.І., Навродська Р.А.	
ЕФЕКТИВНІСТЬ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З КОМБІНОВАНОЮ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНОЮ СИСТЕМОЮ	149
Ляшенко А.В., Корбут Н.С., Стецюк В.Г., Шеліманова О.В.	
КУПЧАСТЕ ЗБЕРІГАННЯ ТРІСКИ ПАЛИВНОЇ І ДРІБНИХ ДЕРЕВНИХ ВІДХОДІВ В БУРТАХ ТА ВПЛИВ СЕЗОННИХ ФАКТОРІВ НА ПРОЦЕСИ, ЯКІ У НИХ ВІДБУВАЮТЬСЯ	151
Горобець В.Г., Троханяк В.І., Сердюк А.М.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- І МАСОПЕРЕНОСУ В РОТОРНО- ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТАХ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ МЕТОДАМИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	152
Дешко В.І., Білоус І.Ю., Буяк Н.А., Гурєєв М.В.	
ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОПОТРЕБИ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ БУДІВЕЛЬ ТА МОДЕЛЕЙ ТЕПЛООВОГО КОМФОРТУ	154

Spodyniuk Nadiia	
USING ENERGY-SAVING INFRARED HEATING SYSTEMS IN INDUSTRIAL BUILDINGS.....	156
Фіалко Н.М., Степанова О.І., Навродська Р.А.....	
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕКСЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК З РІЗНИМИ СХЕМАМИ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЇ.....	157
Ляшенко А.В., Кремньов В.О., Шпільберг Л.Ю., Шеліманова О.В.	
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛО- І МАСООБМІНУ В ПРОЦЕСІ СУШІННЯ ОРГАНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ, ПОЄДНАНОГО З ДИСПЕРГУВАННЯМ У РОТОРНИХ АПАРАТАХ.....	159
Дешко В.І., Суходуб І.О., Білоус І.Ю., Гетманчук Г.О.	
МОДЕЛЮВАННЯ ОБТІКАННЯ ЗОВНІШНІМ ПОВІТРЯМ БУДІВЕЛЬ СЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХОВОСТІ.....	160
Spodyniuk Nadiia	
HEAT EXCHANGE PROCESSES ON THE SURFACE OF INFRARED HEATER	162
Фіалко Н.М., Гнедаш Г.О., Шевчук С.І., Пресіч Г.О.	
ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК З ПІДВИЩЕНИМ ВОЛОГОВМІСТОМ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ.....	163
Беляев Г.В., Корбут Н.С., Кремньов В.О., Шеліманова О.В.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗНЕВОДНЕННЯ МУЛОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ СТИЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГІЇ ДОВКІЛЛЯ.....	165
Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Шевчук С.І., Гнедаш Г.О.	
ЗАПОБІГАННЯ КОНДЕНСАТОУТВОРЕННЮ В ГАЗОВІДВІДНИХ ТРАКТАХ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК ПРИ ЗАСТОСУВАННІ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЇ.....	167
Беляева І.П., Корбут Н.С., Стецюк В.Г., Шеліманова О.В.	
МЕХАНІЧНЕ ЧАСТКОВЕ ЗНЕВОДНЕННЯ МІСЬКИХ ОРГАНІЧНИХ СТОКІВ	169
Шеліманова О.В.	
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ВНУТРІШНЬОГО ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСА ПРИ ПЕРЕРОБЦІ СИРОВИНИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ.....	169
Білик С.Г.	
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА ТРИВАЛОГО ГОРІННЯ.....	171
Книжка Т.С.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖИВИЛЬНОГО РОЗЧИНУ У СПЕКТРІ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	172

Любименко О.М., Колларов О.Ю., Остренко Д.О., Штепа О.А. ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ВОДНЕМ В ПРОМИСЛОВОСТІ	173
Пашкевич В.З., Шепітчак В.Б., Крайовський В.Я., Желих В.М. ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ НА ОСНОВІ ВИЗНАЧЕННЯ БАЗОВОГО РІВНЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ.....	179
Клименко В.В., Босий М.В., Якименко М.С., Гуцул В.І. КОМПРЕСОРНО-ГАЗОГІДРАТНА ТЕХНОЛОГІЯ СТИСКУВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В АГНКС.....	177
Клименко Г.М., Лабай В.Й., Ярослав В.Ю., Довбуш О.М. ОПИСАННЯ РОБОТИ МАЛОШВИДКІСНОГО ПОВІТРОРІЗПОДІЛЬНИКА КРИТЕРІАЛЬНИМ РІВНЯННЯМ.....	179
Турчина Т.Я., Жукотський Е.К., Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А. ПЕРСПЕКТИВИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЯХ РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО СУШІННЯ	180
Мороз О. М., Мірошник О. О., Павлов А. О., Ганус О. І. ЕТАПИ ТА ЗАДАЧІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ БУДІВНИЦТВА СЕС	180
Бобровник В.М. УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.....	180
СЕКЦІЯ 6. ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ В ГАЛУЗІ.....	186
Астаф'єва М.М. ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КЕЙС-МЕТОДУ ПРИ ВИКЛАДАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ	186
Batechko N.G., Gladka Yu.A. NEW EDUCATIONAL TECHNOLOGIES OF STUDYING MATHEMATICS IN HIGHER SCHOOL	188
Дібрівна Е.І. НЕОБХІДНІСТЬ РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ.....	189
Семеніхіна О.В., Прошкін В.В. ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ.....	191
Лут М.Т. ЩОДО РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ.....	193