

Міністерство освіти і науки України

**Вісник
Харківського
національного
технічного університету
сільського господарства
імені Петра Василенка**

Технічні науки

Випуск 204

**Проблеми
енергозабезпечення та
енергозбереження в АПК України**

2019

Міністерство освіти і науки України

**Вісник
Харківського
національного
технічного університету
сільського господарства
імені Петра Василенка**

Технічні науки

Випуск 204

**"Проблеми енергозабезпечення та
енергозбереження в АПК України"**

2019

ББК 40.71
УДК 621.316

*Друкується за рішенням вченої ради ХНТУСГ імені Петра Василенка
від 26.09.2019 р., протокол No 1.*

Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 204 "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". Харків : ХНТУСГ, 2019. 114 с.

ISBN 5-7987-0176X

204-й випуск Вісника Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка вміщує статті, в яких наведені результати науково-дослідних робіт, проведених в університеті, а також в інших закладах вищої освіти і на підприємствах України та зарубіжжя.

Випуск згруповано за розділами: "Енергоменеджмент та автоматизація управління в системах електро- та теплопостачання", "Ресурсозберігаючі електротехнології сільськогосподарського виробництва", "Комп'ютерно-інтегровані технології, системи та засоби автоматизації".

Вісник розрахований на наукових працівників, аспірантів, викладачів та інженерно-технічний персонал, які працюють у цих наукових напрямках.

Редакційна колегія:

Нанка О. В. – канд. техн. наук, доцент, академік Інженерної Академії України (відповідальний редактор);

Лисиченко М. Л. – доктор техн. наук, професор (заст. відповідального редактора);

Мельник Віктор Іванович – проректор з наукової роботи ХНТУСГ (заст. відповідального редактора);

Мороз О. М. – доктор техн. наук, професор (заст. відповідального редактора);

Косуліна Н. Г. – доктор техн. наук, професор;

Кунденко М. П. – доктор техн. наук, професор;

Мірошник О. О. – доктор техн. наук, професор;

Тимчук С. О. – доктор техн. наук, професор;

Сорокін М.С. – канд. техн. наук, доцент (технічний редактор);

Черемісін М. М. – канд. техн. наук, професор;

Черенков О. Д. – доктор техн. наук, професор;

Фурман І. О. – доктор техн. наук, професор, академік Академії наук вищої освіти України (відповідальний секретар).

Наукове фахове видання

Атестовано ВАК України

(Перелік No 9, Бюлетень ВАК України No 4. – 2010. – С. 3)

ББК 40.71

ISBN 5-7987-0176X

© Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка

ПРИНЦИПИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Давиденко Л. В.¹, Давиденко Н. В.²

¹Луцький національний технічний університет,

²Національний університет водного господарства та природокористування

Запропоновано архітектуру інформаційного забезпечення моніторингу енергоефективності, що забезпечує можливість збору та обробки інформації про ефективність режимів роботи СКВ та її об'єктів.

Постановка проблеми. В умовах скорочення запасів енергоносіїв і зростання їх ринкової вартості питання підвищення рівня енергоефективності (ЕЕ) є одним з пріоритетних завдань. Директива IPPC 2012/27/EU [1] вимагає ефективного використання енергії під час експлуатації будь-яких установок.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним з напрямків підвищення рівня ЕЕ є створення на підприємстві системи енергетичного менеджменту (СЕМ). Її функціонування засноване на принципі постійного удосконалення [1], а основне призначення - цілеспрямоване підвищення ефективності енергоспоживання. Стандарт з енергоменеджменту ISO 50001 забезпечує системний підхід до постійного підвищення ЕЕ, визначає вимоги до проектування, вимірювання, документації процесів і обладнання, пропонує управлінський підхід, який передбачає застосування кращої управлінської практики. Згідно [2] серед ключових принципів підвищення рівня ЕЕ є розробка методів моніторингу і контролю. Останнім часом у методології СЕМ запроваджується високий ступінь деталізації, контроль ЕЕ кінцевого споживача та реагування на погіршення ефективності енергоспоживання [1]. Це вимагає удосконалення процедур моніторингу та контролю та їх інтеграції в СЕМ [3]. Контроль надає інформацію для ухвалення рішення про необхідність підвищення рівня ЕЕ. Але, його процедура вимагає вхідної інформації про режим та фактичні умови роботи об'єкту, зовнішні чинники, правильне отримання якої є основою коректних результатів.

Мета статті. Підвищення результативності моніторингу ЕЕ об'єктів водопостачання шляхом формування принципів інформаційного забезпечення його процедур для ефективного енергоспоживання в системі комунального водопостачання (СКВ).

Основні матеріали дослідження. Інформаційним простором системи моніторингу ЕЕ об'єктів водопостачання є спеціальним чином організована сукупність атрибутів (показників) її складових, які разом з кількісними та якісними значеннями (параметрами цих атрибутів) дозволяють відрізнити один об'єкт від іншого. Побудова інформаційного простору передбачає формалізований опис об'єктів за допомогою комплексу властивих для них показників шляхом використання певних прийомів опису [4]. Кожен об'єкт класифікується за його типом; ідентифікується переліком власних властивостей; має перелік об'єктів, з яких він складається або до яких входить згідно визначеної підпорядкованості та з якими встановлені відносини. Функціональний стан об'єкта визначається переліком

показників, які відтворюють параметри його функціонування. Кількісними атрибутами-характеристиками об'єкту моніторингу ЕЕ є технічні та технологічні параметри, енергетичні характеристики та показники ЕЕ, які описують ефективність його вихідного стану та організації режиму роботи.

Основним критерієм, що визначає ефективність роботи СКВ є забезпечення споживача водою в кількості, рівній його потребі. Водоспоживання є нерівномірним і формується під впливом багатьох чинників. Неповнота і невірогідність початкової інформації призводить до помилок планування режиму водопостачання, що зумовлює нераціональний режим роботи насосних станцій і перевитрати електроенергії, призводить до надлишкових напорів та сприяє втратам води через витоки в водопровідній мережі [3]. Організація режиму водопостачання повинна максимально близько відповідати режиму водоспоживання. Тому, одним із складових елементів системи моніторингу ЕЕ повинен бути моніторинг чинників зовнішнього середовища, що впливають на ефективність режимів водоподачі та енергоспоживання. Їх урахування є необхідним для реалізації процедур-алгоритмів планування режимів водоподачі та електроенергії.

Складовою моніторингу ЕЕ є контроль ефективності електроенергоспоживання. Система контролю повинна забезпечувати регулярне фіксування енергоспоживання та його коливання, а також можливість виявлення на основі аналізу показників ЕЕ певних енергетичних аспектів і процесів, які повинні бути покращені. Зміни ЕЕ повинні вимірюватися відносно базового рівня енергоспоживання (БРЕ), зафіксованого у вихідному енергетичному профілі, а також з урахуванням кращих зразків ефективного енерговикористання [3]. Контроль ефективності енергоспоживання вимагає постійного аналізу динаміки показників ЕЕ, виявлення тенденцій до погіршення (покращення), оперативне визначення моментів невідповідного зниження (підвищення) рівня ЕЕ, давати оцінку, з яких причин відбулись ці зміни [3]. Для виконання цих завдань в систему контролю і планування слід внести процедуру бенчмаркінгу ЕЕ, яка буде містити порівняння показників ЕЕ з аналогічними показниками кращих об'єктів, планування електроенергоспоживання з урахуванням кращих досягнень, аналіз відповідності енергоспоживання БРЕ кращого об'єкту.

Таким чином, система контролю ЕЕ на об'єктах водопостачання повинна містити [3]: 1) підсистему контролю енергоефективності, яка забезпечує поточний контроль динаміки водоподачі як чинника, що

визначає побудову режиму ефективного електроживлення; поточний контроль динаміки показників ЕЕ з позицій їх відповідності певним діапазнам за рівнем енергоефективності; контроль дотримання БРЕ; 2) підсистему бенчмаркінгу ЕЕ, яка передбачає: порівняння динаміки показників ЕЕ з аналогічними показниками кращих об'єктів з групи однотипних; порівняльного аналізу відповідності дійсного режиму електроживлення БРЕ кращих об'єктів.

Інформаційне забезпечення процедур моніторингу ЕЕ є складовою частиною інформаційної системи енергоменеджменту підприємства. Ці системи інтегруються з автоматизованими системами управління технологічними процесами, SCADA-системами, що дозволяє накопичувати інформацію, створювати нові бази даних та передавати їх в інші системи. Це забезпечує можливість створення комплексної системи, яка буде відображати ефективність об'єктів.

Формування інформаційного поля системи моніторингу ЕЕ повинне враховувати розгалужену ієрархічну структуру СКВ, зв'язки між технологічними процесами та їх складовими, а також вплив зовнішнього середовища. Ієрархічність виробничої системи зумовлює ієрархічність проблеми дослідження, яка направлена на удосконалення цієї системи [5]. До побудови системи інформаційного забезпечення моніторингу ЕЕ СКВ може бути застосоване стратифіковане представлення [5]. Це спрощує опис об'єктів та процедур-алгоритмів, проте зберігає їх підпорядкованість єдиній меті. Тобто, всі її підсистеми не залежно від їх функцій об'єднані єдиним інформаційним простором. Результатом їх функціонування має бути формування єдиної бази знань для прийняття рішень щодо підви-

щення енергоефективності СКВ. Реалізація передачі інформаційних потоків між об'єктами предметної області та центральним сервером підприємства на базі Web-орієнтованих систем дозволить створити єдиний інформаційний простір та забезпечити можливість обробки інформації про параметри режимів та показники ЕЕ структурних елементів та СКВ в цілому, вивести енергоменеджеру інформації, що сприятиме прийняттю дієвих управлінських рішень щодо пріоритетності впровадження заходів з підвищення рівня енергоефективності.

Інформаційне забезпечення ЕЕ може базуватися на базах даних діючих АСУ ТП підприємства та систем обліку електроенергії. Ця база даних, поповнена технічними параметрами, що впливають на ЕЕ, дозволить автоматизувати планування параметрів енергоефективності (цільові показники споживання і економії електроенергії) шляхом застосування детермінованих і статистичних методів обробки даних.

Архітектура сучасних інформаційних систем повинна відповідати політиці інноваційного розвитку не залежно від сфери їх використання. Це висуває відповідні вимоги до побудови сховищ даних, програмного забезпечення, функціональності інформаційної системи. Відповідність цим вимогам може бути забезпечена шляхом впровадження взаємодіючих між собою модулів: модулю збору, попередньої обробки та зберігання даних; модулю аналізу даних; модулю прийняття рішень та управлінських впливів.

Архітектура комплексу інформаційного забезпечення процедур моніторингу ЕЕ СКВ як складової загальної інформаційної СЕМ підприємства комунального водопостачання зображена на рис. 1.

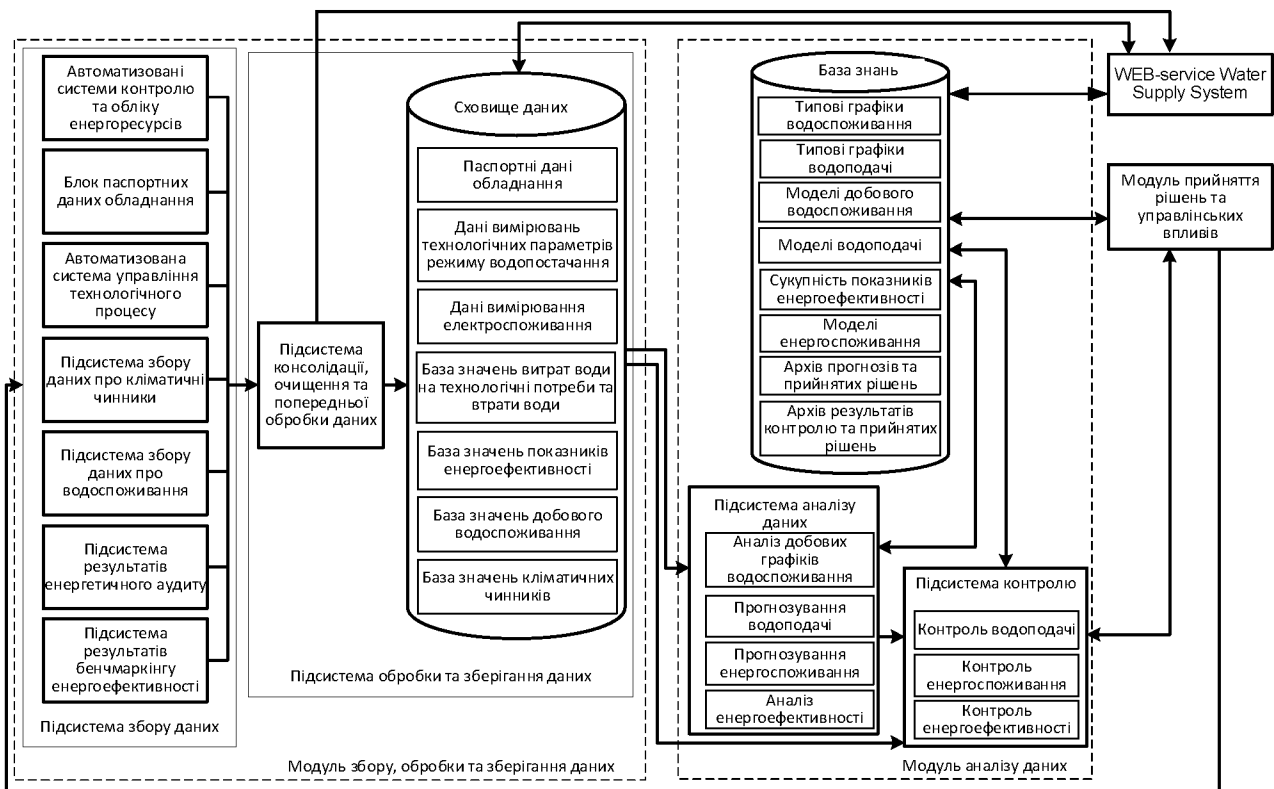


Рисунок 1 – Архітектура інформаційного забезпечення процедур моніторингу енергоефективності

Діяльність виробничої системи визначається сукупністю характеристик-атрибутів, які вирізняють кожен її об'єкт і розкривають його стан як результат взаємодії з іншими об'єктами, тобто постійними (технічними) характеристиками-властивостями і змінними в часі характеристиками-параметрами функціонування. Побудова інформаційного поля передбачає формалізований опис об'єктів в процесі інформаційної взаємодії за допомогою комплексу властивих для них показників шляхом використання певних прийомів. Кожен об'єкт (агрегат, технологічна установка, виробничий процес, ієрархічний рівень) може бути представлений у вигляді сукупності (кортежу) таких елементів: назви *name* об'єкту; сукупності показників стану *St* та сукупності показників функціонування *Fn*. Кожен з показників ЕЕ має факторну приналежність до певного виду факторів: кліматичні, технічні, технологічні, енергетичні, експлуатаційні. Отже, в склад базових сутностей інформаційного поля повинні входити: елементи виробничої системи; їх приналежність до ієрархічного рівня; показники; типи показників; типи властивостей показників; типи приналежності показників об'єктам. Сформоване таким чином, інформаційне поле відобразить набори об'єктів в предметній області та призначення атрибутів (характеристик), що об'єднані для представлення цільового стану самої предметної області. Всі вхідні і вихідні дані предметної області мають бути представлені у вигляді інформаційних блоків [4]:

- блок даних про об'єкти: призначений для опису стану об'єкту; містить інформацію про об'єкти процесу контролю енергоефективності;

- блок даних про параметри об'єктів: призначений для опису показників, що характеризуються наборами кількісних значень;

- блок даних про алгоритми розрахунків: призначений для опису схем розрахунків для формування значень розрахункових параметрів об'єктів - показників енергоефективності при виконанні розрахунків за різними методиками залежно від ієрархічної приналежності об'єкта;

- блок даних про результати розрахунків: призначений для опису варіантів розрахунків для об'єктів і накопичення отриманих даних з метою подальшого їх використання при формуванні звітних документів;

- блок даних про звітні документи: призначений для підготовки і формування стандартних вихідних форм документів з результатами розрахунків.

Множина існуючих в СКВ структурних та функціональних відносин виступає елементом алгоритму інформаційного пошуку, тобто, вказує послідовність вибірки інформації, порядок необхідних розрахунків та контрольних процедур. Результати моніторингу є основою бази знань для здійснення управлінських впливів щодо підвищення рівня ЕЕ СКВ та її об'єктів.

Висновки. Процедура формування інформаційного простору для моніторингу ЕЕ СКВ вимагає формалізації опису її об'єктів та функціональних елементів-сутностей, враховувати зв'язки між технологічними процесами та їх складовими, а також вплив зовнішнього середовища. Вибір елементів-сутностей та процедур-алгоритмів визначається функціональними ознаками об'єкта водопостачання та залежить від

конкретизації задачі дослідження, а послідовність вибірки необхідної інформації та порядок розрахунків визначається структурними та функціональними зв'язками. Реалізація передачі інформаційних потоків між об'єктами та центральним сервером підприємства на базі Web-орієнтованих систем дозволить створити єдиний інформаційний простір і забезпечити можливість обробки інформації про параметри режимів і показники ЕЕ структурних елементів та СКВ в цілому.

Список використаних джерел

1. ISO 50001:2011(E) Energy management systems - Requirements with guidance for use. ANSI (2011).

2. European Commission Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency. Seville: Institute for Prospective Technological Studies, European IPPC Bureau, 2009. 430 p.

3. Давиденко Л. В. Принципи побудови інтегрованої системи моніторингу енергоефективності для підприємства водопровідно-каналізаційного господарства. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2015. № 3. С. 107-115.

4. Борукаев З. Х., Остапченко К. Б., Грицюк Л. И. Компьютерная модель мониторинга энергоэффективности: аспекты информационного моделирования. *Енергетика та електрифікація*. 2007. №1. С.3-7.

5. Davydenko L. Indicators system creation for the energy efficiency benchmarking of municipal power system facilities. *Problemele energeticii regionale*. 2015. 1 (27). P.58-70.

Аннотация

ПРИНЦИПЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Давыденко Л. В., Давыденко Н. В.

Предложена архитектура информационного обеспечения мониторинга энергоэффективности, что обеспечивает возможность сбора и обработки информации об эффективности режимов работы СКВ и ее объектов.

Abstract

PRINCIPLES OF INFORMATION SUPPORT OF COMPLEX MONITORING OF ENERGY EFFICIENCY OF WATER SUPPLY FACILITIES

L. Davydenko, N. Davydenko

The architecture of information support of energy efficiency monitoring, which provides an opportunity to collect and process information on the efficiency of the municipal WSS operation modes and its facilities, has been proposed.

ЗМІСТ

ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРО- ТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Моніторинг якості в електричній мережі за умови цифрової енергетики <i>Гриб О. Г., Крапалюк І. Т., Швець С. В., Рудевич Н. В., Захаренко Н. С.</i>	3
Аналіз надійності електропостачання споживачів за цільовими показниками <i>Трунова І. М., Яценко Є. А.</i>	5
Принципи інформаційного забезпечення комплексного моніторингу енергоефективності об'єктів водопостачання <i>Давиденко Л. В., Давиденко Н. В.</i>	8
Метод нарахування плати за електроенергію зниженої якості <i>Філянін Д. В.</i>	11
Розробка заходів щодо підвищення ефективності роботи насосного обладнання в умовах водозабору КП "Вода" м. Валки <i>Мельников Г. І., Шокар'єв Д. А., Тищенко А. А., Данилова О. А.</i>	13
Пристрій для визначення часткової участі споживача при порушенні вимог по коливанням напруги <i>Сендерович Г. А., Дяченко О. В., Захаренко Н. С.</i>	16
Енергозбереження у сільському господарстві <i>Шулє Ю. А., Проценко Л. О.</i>	18
Підвищення ефективності технологій smart grid на основі моніторингу параметрів електричної мережі <i>Попадченко С. А., Савченко О. А., Абрамов М. А.</i>	20
Методика обґрунтування узагальнених показників розвитку мереж Smart Grid <i>Дудніков С. М.</i>	25
Гідрологічні досліджень річок Мерефа та Мжа Харківської області та визначення їх енергетичного потенціалу <i>Мороз О. М., Середа А. І., Павлов А. О.</i>	27
Векторне керування автономним асинхронним генератором з використанням стратегії максимізації співвідношення моменту струму <i>Король С. В., Шубенко О. В., Хомуїло Ю. О.</i>	30
Модель універсальної адаптивної системи релейного захисту для мереж з розподіленою генерацією <i>Сабарно Л. Р., Кошман В. І., Севастюк І. М.</i>	32
Дослідження швидкісної структури та об'ємного збагачення повітрям аерованого потоку <i>Середа А. І., Хандола Ю. М.</i>	35
Інтегральний показник якості електричної енергії в системах електропостачання з відновлювальними технологіями <i>Дерев'яко Д. Г., Масло О. С., Загорський О. М.</i>	37

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Calculation of the micro flow rate at the surface of a ball modeling embryo <i>M. Kundenko, Y. Vitkovsky, Kui Jiao</i>	39
---	----

Дослідження дії електромагнітних хвиль НВЧ в процесі пастеризації молока <i>Кунденко М. П., Кунденко О. М., Кравченко П. О.</i>	42
Особливості аварійних режимів роботи електроприводу відновлюваних джерел енергії <i>Єгоров О. Б., Єгорова О. Ю.</i>	44
Потенціал розвитку виробництва біогазу в Україні <i>Бородай І. І.</i>	46
Особливості інфекційного захворювання бджіл медоносних на аспергильоз <i>Саніна А. О., Романченко М. А.</i>	48
Аналіз факторів безпеки при експлуатації тепловиділяючих елементів ядерного реактора атомної електростанції <i>Буданов П. Ф., Бровко К. Ю., Хом'як Е. А.</i>	50
Методика виявлення помилкових спрацьовувань у нештатних режимах функціонування енерго-об'єкта <i>Бровко К. Ю., Буданов П. Ф., Бібіков О. О., Єгоров О. Б., Єгорова О. Ю., Євдокимов Є. С.</i>	53
Аналіз експериментально-статистичних досліджень з метою підвищення ресурсоефективності виробництва <i>Шинкаренко І. М., Шинкаренко К. О.</i>	56
Сучасні підходи у напрямку енергозбереження <i>Олійник Ю. С.</i>	58
Особливості моделювання фізичних процесів роботи сонячних фотоелектричних батарей <i>Васюченко П. В., Руденко Д. В., Кононова Т.Г.</i>	61
Підвищення техніко-економічних показників роботи систем електропостачання промислових підприємств <i>Хватова С. В., Куликовська В. Б., Олійник Ю. С.</i>	64
Особливості технологічних схем генерації електроенергії альтернативними джерелами енергії <i>Чернюк А. М., Кирисов І. Г., Черевик Ю. О.</i>	66
Особливості ініціювання розряду в електродному проміжку в рідині <i>Чміль А. І., Олійник Ю. О.</i>	69
Діагностика механічних пошкоджень асинхронного двигуна <i>Попова І. О., Попридухін В. С.</i>	71

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Моделювання цифрових систем управління <i>Абраменко І. Г., Черногорський М. С.</i>	73
Адаптація В-сплайн інтерполятора для дворівневих ЧПУ <i>Бичков І. В., Бичков М. І.</i>	75
Елементи концепції реалізації функцій нечіткого логічного керування на базі автомата паралельної дії із каскадуванням <i>Бовчалюк С. Я., Тимчук С. О., Фурман І. О. Малиновський М. Л.</i>	78
Багатокритеріальний підхід до оцінки альтернативних варіантів гібридних енергетичних систем <i>Бойко О. В., Шендрік В. В., Парфененко Ю. В., Шендрік С. О.</i>	81

Дослідження роботи електромеханічної системи автоматизації послідовно з'єднаних насосних установок в пакеті SIMHYDRAULICS <i>Бур'ян С. О., Печеник М. В., Землянухіна Г. Ю., Бабарова А. І.</i>	84
Система керування тепличними комплексами із застосуванням синергетичного підходу <i>Дудник А. О., Гачковська М. А., Засць Н. А., Лендел Т. І.</i>	87
Особливості системи залишкових класів <i>Загуменна К. В., Радченко С. С., Кучерявий В. М.</i>	89
Применение солнечных и ветровых энергетических установок в городской среде <i>Купатадзе Г. П., Пискарев А. Н.</i>	91
Розробка системи автоматизованого керування технологічним процесом виробництва кисломолочного сиру <i>Панов А. О., Скляр Д. А.</i>	94
Особливості імітаційного моделювання сільськогосподарських машин <i>Піскарьов О.М., Староверов Р. М.</i>	97
Застосування нечіткої логіки у компенсаторах реактивної потужності в електромережах <i>Тимчук С. О., Бовчалюк С. Я., Горбачов Я. І.</i>	99
Діагностика позаштатних режимів роботи теплотехнічного обладнання <i>Житаренко О. В., Холькін О. М.</i>	101
Автоматизація технологічного процесу віброабразивної обробки деталей сільськогосподарських машин <i>Тригуба А. М., Чубик Р. В.</i>	104
Информационная технология проектирования программного обеспечения логического управления технологическим оборудованием <i>Фурман И. А., Тимчук С. А., Малиновский М. Л., Аллашев А. Ю.</i>	107

Наукове фахове видання

Вісник

**Харківського національного технічного університету
сільського господарства імені Петра Василенка**

Випуск 204

Технічні науки

**Проблеми енергозабезпечення та
енергозбереження в АПК України**

Відповідальний за випуск – Мороз О. М.
Технічний редактор – Сорокін М.С.

Підписано до друку . . . 2019 р.

Формат 60 × 84 /8 папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.

Офсетний друк. Умов. друк. арк. 19,58.
Тираж 500 примірників.

*Віддруковано: поліграфцентр "Влавке", ФОП Панов А. М.
Свідоцтво про державну реєстрацію В03 № 100291.
61002, м. Харків, вул. Раднаркомівська, 10 оф. 6
тел. +38(057)714-06-74, +38(050)976-32-87
copy.vlavke@gmail.com, www.vlavke.com*