

ISSN 2223-0858

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

"ЕНЕРГЕТИКА І АВТОМАТИКА"

№ 2(28)

Київ - 2016

ЕНЕРГЕТИКА І АВТОМАТИКА

науковий журнал

№ 2(28), 2016

Засновник: Національний університет біоресурсів і природокористування України

Рекомендовано до друку Вченою радою НУБіП України, протокол №10 від 30 березня 2016 р.

Головний редактор: І. І. Ібатулін, д-р с.-г. наук, академік НААН України

Заступник головного

редактора: В. В. Козирський, д-р техн. наук

Члени редколегії: В. В. Бойко, канд. фіз.– мат. наук; І. М. Болбот, канд. техн. наук; В. В. Василенко, д-р техн. наук; С. М. Волошин, канд. техн. наук; Л. С. Герасимович, академік, д-р техн. наук; Ю. Б. Гнучій, д-р фіз.– мат. наук; В. Г. Горобець, д-р техн. наук; М. В. Гребченко, д-р техн. наук; Б. Х. Драганов, д-р техн. наук; А. В. Жильцов, д-р техн. наук; М. М. Заблоцький, д-р техн. наук; В. В. Зорін, д-р техн. наук; Г. Б. Іноземцев, д-р техн. наук; В. В. Каплун, д-р техн. наук; І. П. Кондратенко, д-р техн. наук; О. Б. Коршунов, канд. техн. наук; В. П. Лисенко, д-р техн. наук; М. Л. Лисиченко, д-р техн. наук; Т. Нурек, д-р техн. наук; В. В. Овчаров, д-р техн. наук; В. Ф. Резцов, чл.-кор. НАН України; Ю. І. Тугай, д-р техн. наук; Л. С. Червінський, д-р техн. наук; В. В. Харченко, д-р техн. наук; А. Хоховські, д-р техн. наук; А. І. Чміль, д-р техн. наук; С. А. Шворов, д-р техн. наук; Ю. Яцкевич, д-р техн. наук.

Відповідальний секретар: О. Ю. Синявський, кандидат технічних наук

Відповідальний за випуск: В. В. Савченко, кандидат технічних наук (заступник відповідального секретаря)

Фахова реєстрація: Наказ МОН України №747 від 13.07.2015 р.

Збірник наукових праць включено до бібліографічної бази даних наукових публікацій РІНЦ (ліцензійний договір від 1 листопада 2013 р. № 666-11/2013), бази даних Ulrich's Periodicals Directory.

Адреса редакції: Національний університет біоресурсів і природокористування України,
ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження,
вул. Героїв Оборони, 12, Київ, Україна, 03040
тел.: (044) 527-85-20

**НЕЙРОМЕРЕЖЕВА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ
ЕЛЕКТРОГІДРОЦИКЛОНОМ**

А.О. Дудник, кандидат технічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В.М. Штепа, кандидат технічних наук

Поліський державний університет,

м. Пінск, Республіка Білорусь

В. П. Лисенко, доктор технічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

e-mail: dudnikalla@mail.ua

Анотація. *Наведено результати досліджень режимів роботи електрогідроциклона, що використовується з метою очищення води. Розроблено нейромережеву систему керування роботою електрогідроциклона, а також її технічне та програмне забезпечення.*

Ключові слова: *електротехнічний комплекс, електрогідроциклон, водопідготовка, нейронна мережа*

У сучасних технологічних процесах вода знаходить широке застосування. До 80 % води, задіяної в системі водоспоживання підприємств, використовується як теплоносій для нагрівання і охолодження, інша частина використовується безпосередньо для технологічних цілей (наприклад, для промивання обладнання). Сьогодні природоохоронними органами висуваються жорсткі вимоги до промислових підприємств за кількістю утворених промислових стічних вод, а також якості їх очищення перед скиданням у водойми.

При вирішенні цієї задачі виникають труднощі, які пов'язані перш за все з тим, що склад речовин, які знаходяться в стічній воді, залежить від специфіки технологічного процесу. Для вирішення цієї задачі на підприємствах активно

використовуються локальні схеми очищення води на окремих виробництвах. Такі системи, за суттю, є складовою частиною технологічного процесу, підбір очисного обладнання для таких схем визначається складом стічних вод. Наприклад, локальні очисні споруди попереднього очищення використовують для стічної води, до складу якої входить значна кількість солей.

Мета досліджень – розробка нейромережевої системи керування очищення води з використанням електрогідроциклона для підвищення енергоефективності, ресурсозбереження та продуктивності процесу очищення.

Матеріали та методика досліджень. Промислові комплекси водоочищення та водопідготовки – складні системи, при проектуванні яких слід притримуватися деяких принципів. В першу чергу важлива надійність, взаємозамінність промислових систем очищення води і ремонтпридатності обладнання. Але не менш важлива і екологічна складова комплексів водоочищення і водопідготовки: важливо, щоб продукти регенерації і фільтрації були безпечні для навколишнього середовища, а об'єми промивних вод були мінімізовані. Тобто, повинні забезпечувати виробництво питної води, надійність і безперервне очищення води, зниження її собівартості, економію реагентів, електроенергії та води на власні потреби, попереджувати забруднення навколишнього середовища скидами промивних вод. При цьому повинен бути систематичний лабораторно-виробничий і технологічний контроль роботи. У процесі експлуатації необхідно, щоб очисні споруди працювали в рівномірному режимі.

Нині існує велика кількість водоочисних споруд з різними технологічними показниками, обладнанням, матеріалами, конструкціями. Але в системах автоматичного керування електрогідроциклонами виникло питання енергозбереження та ресурсоефективності анода, адже на велике чи незначне забруднення нині витрачалася одна і та ж кількість електроенергії, а можливо і більша для кращого ефекту водоочищення. При цьому графітовий анод розчиняється швидше, що призводить до ще однієї проблеми, яку вирішує система автоматизації - це економічний ефект [1].

Результати досліджень. Усі процеси, які відбуваються в електрогідроциклоні повністю співпадають із процесами у звичайному гідроциклоні, але на відміну від звичайного у процесі значну роль відіграє величина електричного струму, який підведено до графітового електрода, розташованого у середині агрегата.

При роботі електрогідроциклону на аноді електрода виділяється атомарний кисень, який в свою чергу окиснює підготовлену забруднену воду, що надійшла в систему електрогідроциклонів [2].

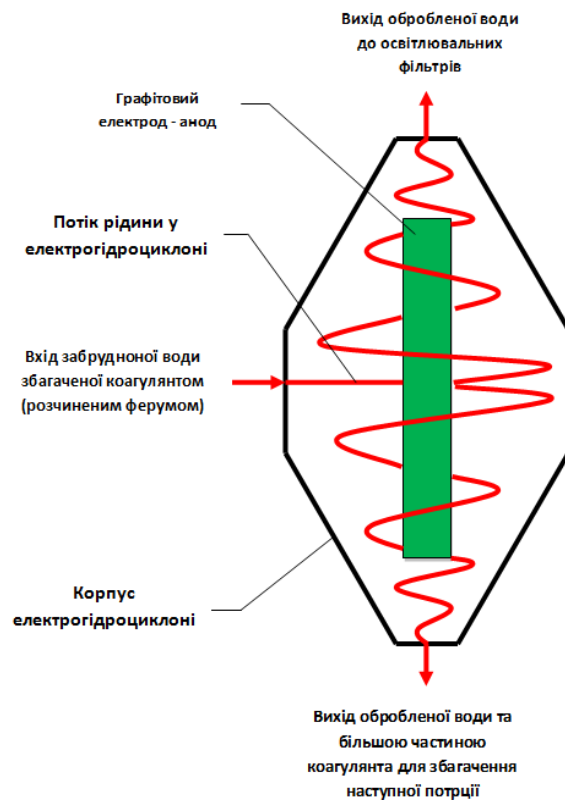


Рис.1. Схема електрогідроциклоні для очищення води

Результати моделювання показали збільшення ефекту очищення води при зміні струму від 10 до 16 А на 9,4 %, значення концентрації бруду на виході зменшилося відповідно від 30 до 27,4 г/м³ при початковому значенні на вході 60 г/м³ (рис.2).

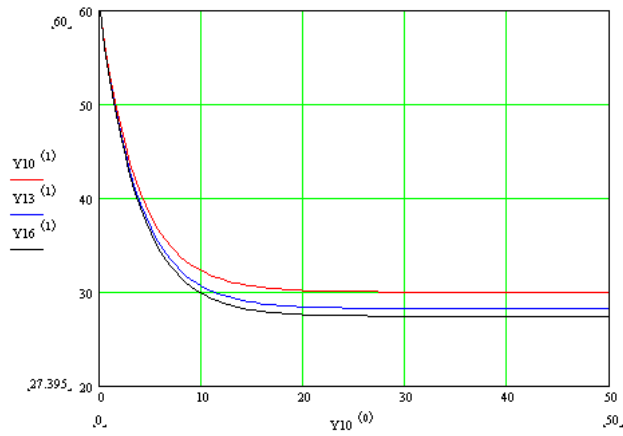


Рис.2. Дослідження впливу струму на ефект очищення при різних значеннях (10, 13 та 16 А)

З метою підвищення ефективності керування режимом роботи електрогідроциклона синтезовано нейронну мережу типу багатошаровий перцептрон, структуру якої наведено на рис.3.

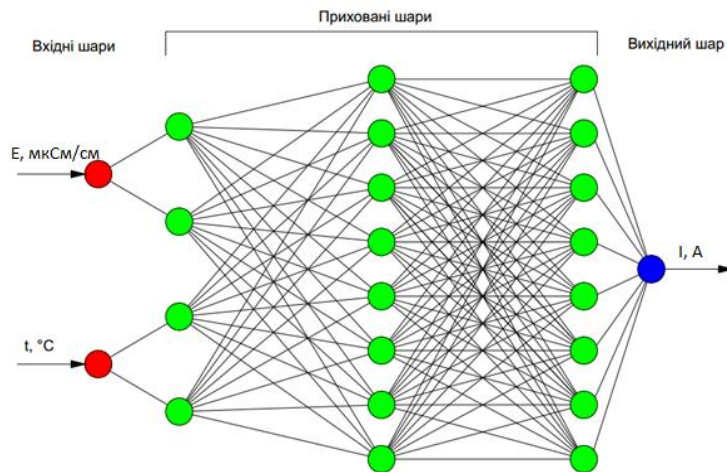


Рис.3.Архітектурна модель багатошарового перцептрона

Аналіз роботи нейронної мережі дозволив встановити залежність величини струму від параметрів вхідної води (температури та електропровідності). На рис.4 наведено поверхню відгуку, отриману за рахунок нейронної мережі, а також експериментальні вимірювання.

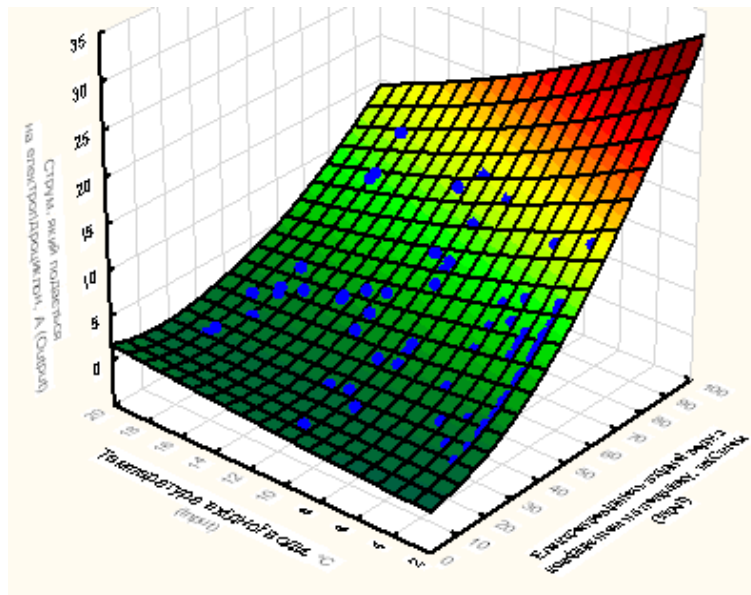


Рис. 4. Залежність величини струму від температури та електропровідності

Технічне забезпечення системи керування електрогідроциклонами водопідготовки містить сучасні технічні засоби автоматизації та відповідає розробленому алгоритму роботи системи керування.

Розподілена система керування є дворівневою мережевою структурою, схема якої представлена на рис.5.

Перший рівень об'єднує програмовані контролери ICP DAS i-8417 з контролером верхнього рівня, операторською станцією і модулями дискретного введення / виведення ICP CON i-87013 мережею Ethernet. До процесорних модулів можна підключати різні зовнішні периферійні пристрої послідовним інтерфейсом RS-485/RS-232. Подібна структура забезпечує великі комунікаційні можливості, що дозволяють за допомогою стандартних інтерфейсів і протоколів підключитися до пристрою верхнього рівня.

Другий рівень системи керування реалізований на основі модулів введення / виведення ICP CON i-7042, операторської панелі VP-2111-TC CR, установки для вимірювання параметрів, інших пристроїв і інтерфейсу RS-485/RS-232.

Установка для моніторингу зовнішніх параметрів складається з датчика електропровідності, контролера, конверторів інтерфейсу ICP CON 7520 для перетворення інтерфейсу RS-232 в RS-485 і навпаки, а також датчика температури типу TCM 9201 та датчик мутності TSS sc.

Операторська станція отримує дані з контролерів мережею Ethernet для ведення журналу подій з реєстрацією реального часу, помилок і нештатних ситуацій у базі даних. На комп'ютері відображаються всі контрольовані параметри в системі водопідготовки, задаються нові уставки для регуляторів і фрамуг.

Контролер верхнього рівня забезпечує роботу всієї системи водопідготовки: регулює рівень води для промивання освітлювальних фільтрів, контролює температуру вхідної води, тиску в системі, регулює струм відносно до температури та електропровідності вхідної води на електрогідроциклоні, реєстрацію всіх параметрів та складання бази даних для подальшого кращого навчання мейроної мережі та прогнозування значень.

Система на рівні електрогідроциклонів водопідготовки вирішує завдання автоматичного регулювання струму за двома показниками вхідної води, управління насосами і електромагнітними клапанами, перехід освітлювальних фільтрів на процес промивання.

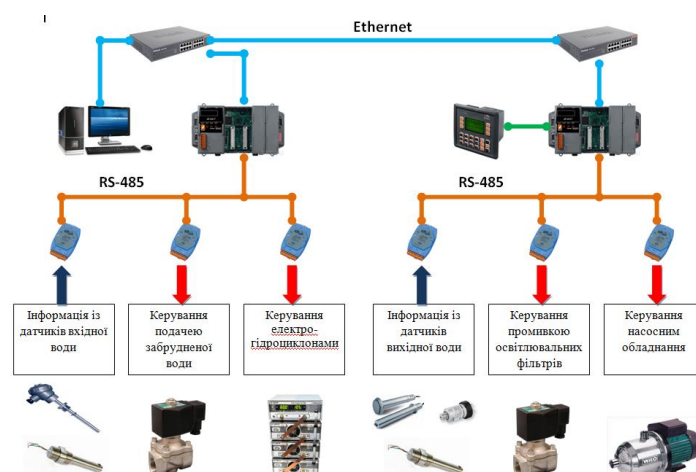


Рис. 5. Схема системи керування процесом

На основі проведених досліджень розроблена схема системи керування електрогідроциклонами та підготовки води в цілому (рис. 6).

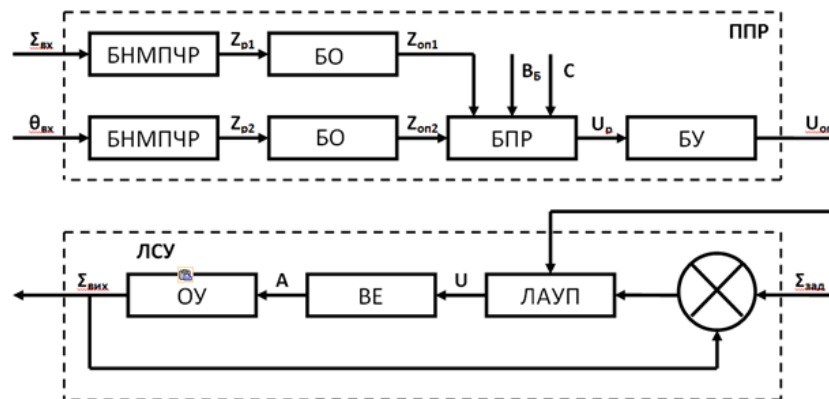


Рис. 6. Структурна схема системи керування електрогідроциклонами

БНМПЧР створюється на основі нейронної мережі типу багатошаровий персептрон температурного часового ряду та для часового ряду електропровідності вхідної води. З використанням блоку оптимізації на основі використання генетичного алгоритму відбувається оптимізація нейронної мережі. Прогнозоване значення збурень передається в БПР, у базі даних якого зберігаються можливі варіанти дій керування й показники якості (B_b) для кожної дії за продуктивністю виробництва, матеріальними та енергетичними витратами в фізичних одиницях. У БПР вводяться дані вартості складових прибутку C , а далі на основі критерію оптимізації здійснюється вибір оптимальної стратегії управління (U_p). За допомогою БУ проводиться зміна заданої дії $U_{зад}$ у ЛАУП.

Також розроблено програмне забезпечення оператора (рис. 7), що дозволить у зручному вигляді переглядати інформацію щодо процесу водоочищення.

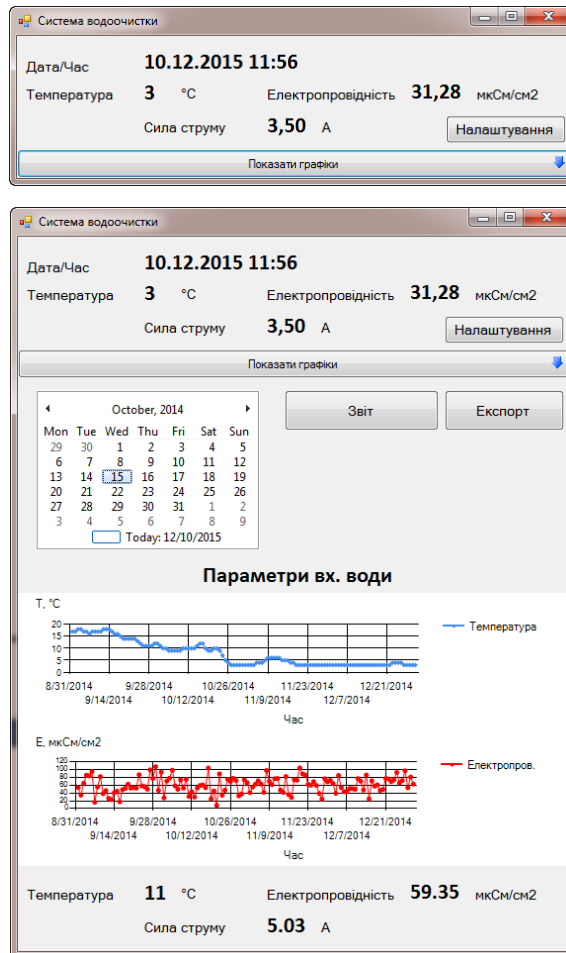


Рис.7. Програмне забезпечення системи керування електрогідроциклоном

Висновки

Розроблено систему керування режимом роботи електрогідроциклона, в основу котрої покладено методи нейронних мереж. Запропоноване рішення реалізовано технічними засобами автоматики, а також у вигляді спеціального програмного забезпечення.

Список літератури

1. Штепа В.Н. Очистка растворов от дисперсных примесей методом электрокоагуляции. 1. Электрохимическое получение коагулянта / В.Н.Штепа, М.И.Донченко, О.Г.Срибная // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2007. – №9. – С. 86–95.

2. Лисенко В.П. Синтез енергоефективної адаптивної системи керування електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахівничого комплексу на основі

гібридних нейронних мереж / В.П.Лисенко, В.М.Штепа // Аграрна наука і освіта. – К.: НАУ. – 2007. – Т.8, №1 – 2. – С. 77–83.

НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРОЦИКЛОНОМ

А. А. Дудник, В. Н. Штепа, В. Ф. Лысенко

Аннотация. В работе приведены результаты исследований режимов работы электрогидроциклона, который используется для очистки воды. Разработана нейросетевая система управления работой электрогидроциклона, а также ее техническое и программное обеспечение.

Ключевые слова: *электротехнический комплекс, электрогидроциклон, водоподготовка, нейронная сеть*

NEURAL NETWORK CONTROL SYSTEM OF ELECTROHYDROCYCLONE

A. Dudnyk, V.Shtepa, V. Lysenko

Annotation. The results of research of electrohydrocyclone mode, which is used for water purification are shown. Neural network control system of electrohydrocyclone as well as its hardware and software was developed.

Keywords: *electrotechnical complex, electrohydrocyclone, water treatment, neural network*

ЗМІСТ

1. В. В. Козирський, В. В. Момотюк <i>КОНЦЕНТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО КЕРУВАННЯ ВИПІЧКОЮ ХЛІБА З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ</i>	6
2. О. Ю. Синявський, В. В. Савченко <i>ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ТЕХНОЛОГІЧНУ СКЛАДОВУ ЗБИТКУ В ТВАРИННИЦТВІ</i>	14
3. A. V. Nesvidomin <i>SIMULATION OF PARTICLE MOTION IN STILL A ROUGH SURFACE AND ITS TESTING FOR EXAMPLE INCLINED PLANE</i>	23
4. Р. М. Чуєнко <i>ВАРІАНТИ СПОСОБІВ ВНУТРІШНЬОЇ ЄМНІСНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ</i>	33
5. С. М. Усенко, О. В. Науменко, О. Д. Мельник <i>ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У НАСІННЄВІЙ МАСІ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВИСОКОЇ НАПРУЖЕНОСТІ</i>	41
6. Д. М. Міленін <i>ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ОПРОМІНЕННЯ ПОВЕРХНІ ІНКУБАЦІЙНОГО ЯЙЦЯ ПРИ ЛАЗЕРНІЙ ОБРОБЦІ</i>	48
7. І. М. Голодний <i>РУЙНУВАННЯ КЛІТИН ВОДОРОСТІ СПІРУЛІНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОГІДРОЕФЕКТУ</i>	57
8. М. М. Касім, М. І. Васюхін <i>ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРЕЦИЗІЙНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В УКРАЇНІ</i>	64

9. Н. И. Чичикало, Н. А. Киктев, В. Ю. Ларин, Е. Ю. Ларина, ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА ТЯГОВОГО РАСЧЕТА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА ПРИ ЗАДАННОЙ СХЕМЕ ТРАССЫ	74
10. А. О. Дудник, В. М. Штепа, В. П. Лисенко НЕЙРОМЕРЕЖЕВА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОГІДРОЦИКЛОНОМ	84
11. Т. С. Книжка ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ПОСИЛЕННЯ АНТИМІКРОБНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРЕПАРАТУ «ЕКОЦИД»	93
12. О. В. Сініцин ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КЛАСУ ТОЧНОСТІ ДЛЯ НАВІГАЦІЙНОЇ ГІС ПРЕЦИЗІЙНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	99
13. Є. О. Антипов РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В АКУМУЛЯТОРАХ ТЕПЛОТИ НА ОСНОВІ АКУМУЛЮЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ	110
14. В. Є. Василенков, М. М. Гудзенко, О. І. Наземцев ВІРТУАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА	120
15. А. И. Степанова ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	128
16. В. В. Коробський ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРКИ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ВИПРОБУВАННЯХ ДОСЛІДНИХ КОНТАКТІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПУСКАЧІВ	139

- 17. С. А. Шворов, Д. С. Комарчук, П. Г. Охріменко, Д. В. Чирченко,
О. В. Васямович**
*МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО
ОРГАНІЗАЦІЇ ЗБОРУ ТА ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ В
БІОГАЗОВИХ КОМПЛЕКСАХ* 144
- 18. А. І. Чміль, К. О. Лазарюк**
*АНАЛІЗ СУЧАСНИХ НВЧ-УСТАНОВОК ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ
ОБРОБКИ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР* 156
- 19. Ю. І. Посудін**
ТЕРМОГЕНЕЗ У РОСЛИН 164
- 20. О. П. Зінькевич, О. М. Нецадим, В. М. Сафонов**
*ОДНА ІЗ ЗАДАЧ РУХУ РІДИНИ В ОБЛАСТЯХ З ВІЛЬНОЮ
ГРАНИЦЕЮ* 168