

**ISSN 2222-8594(Print)**

**ISSN 2415-7694(Online)**

# **НАУКОВИЙ ВІСНИК**

**НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ**

## **268**

**Серія "Техніка та енергетика АПК"**

**Київ – 2017**

## Національний університет біоресурсів і природокористування України

Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія "Техніка та енергетика АПК" / редкол. : С. М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. – 2017. – Вип. 268. – 275 с.

Висвітлено результати наукових досліджень, проведених працівниками ННІ енергетики, автоматики та енергозбереження Національного університету біоресурсів і природокористування України, навчальних закладів Міністерства освіти і науки України та науково-дослідних інститутів НААН.

**Редакційна колегія:** С. М. Ніколаєнко, д-р пед. наук, проф. (відповідальний редактор); І. І. Ібатуллін, д-р с.-г. наук, проф.; В. Д. Войтюк, д-р техн. наук, проф.; В. В. Козирський, д-р техн. наук, проф. (заступники відповідального редактора); В. І. Кирилук, канд. с.-г. наук, доц. (відповідальний секретар); І. Л. Роговський, канд. техн. наук, старший наук. співр.; О. Ю. Синявський, канд. техн. наук, доц. (заступники відповідального секретаря); В. В. Адамчук, д-р техн. наук, проф.; Л. В. Аніскевич, д-р техн. наук, проф.; Є. Г. Афтанділянц, д-р техн. наук, проф.; Л. В. Баль-Прилипка, д-р техн. наук, проф.; А. І. Бойко, д-р техн. наук, проф.; В. В. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.; В. М. Булгаков, д-р техн. наук, проф.; Д. Г. Войтюк, канд. техн. наук, проф.; Ю. Б. Гнучій, д-р фіз.-мат. наук, проф.; Г. А. Голуб, д-р техн. наук, проф.; В. Г. Горобець, д-р техн. наук, проф.; М. В. Гребченко, д-р техн. наук, проф.; О. І. Давиденко, д-р техн. наук, проф.; П. Євич, д-р техн. наук, проф.; А. В. Жильцов, д-р техн. наук, доц.; В. В. Каплун, д-р техн. наук, проф.; В. В. Коваль, д-р техн. наук, проф.; І. П. Кондратенко, д-р техн. наук, проф.; О. Б. Коршунов, канд. техн. наук, доц.; В. І. Кравчук, д-р техн. наук, проф.; Є. Красовські, д-р техн. наук, проф.; В. П. Лисенко, д-р техн. наук, проф.; В. С. Ловейкін, д-р техн. наук, проф.; К. Г. Лопатько, д-р техн. наук, доц.; С. Марек, д-р техн. наук, проф.; І. І. Назаренко, д-р техн. наук, проф.; В. М. Несвідомін, д-р техн. наук, проф.; Т. Павловські, д-р техн. наук, проф.; С. Ф. Пилипака, д-р техн. наук, проф.; В. Г. Самосюк, д-р техн. наук, проф.; Х. Собчук, д-р техн. наук, проф.; О. Б. Таширев, д-р техн. наук, проф.; В. В. Теслюк, д-р с.-г. наук, проф.; С. Г. Фришев, д-р техн. наук, проф.; В. В. Харченко, д-р техн. наук, проф.; А. Хоховські, проф.; С. П. Циганков, д-р техн. наук, проф.; С. А. Шворов, д-р техн. наук, проф.; Ю. Яцкевич, проф.

**Відповідальний за випуск** О. Ю. Синявський

Рекомендовано до друку вченою радою НУБіП України, протокол № 11 від 24.05.2017 р.

Збірник наукових праць включено до бібліографічних баз даних наукових публікацій PИHЦ, Index Copernicus, USJ, SIS, бази даних Ulrich's Periodicals Directory та проіндексовано в Google Scholar, Repec, MIAR, BASE, Research Bib.

Згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 747 від 13 липня 2015 р., Науковий вісник НУБіП України. Серія "Техніка та енергетика АПК" включено до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть бути опубліковані результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук.

**Адреса редколегії:** 03041, Київ-41, вул. Героїв Оборони, 15,  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України, тел. 527-82-41

## **КОНЦЕПЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ ШЛЯХОМ УРАХУВАННЯ ДІЇ НЕШТАТНИХ СИТУАЦІЙ**

**В. М. ШТЕПА**, кандидат технічних наук, доцент  
*Поліський державний університет, Республіка Білорусь, м. Пінськ*

***Анотація.** Представлено недоліки сучасних методів усунення негативного впливу надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та фінансові затрати України на їх ліквідацію у сегменті водопостачання й водовідведення. Проаналізовано діючу нормативно-правову базу оцінки екологічної безпеки скиду стоків та проектування водоочисних комплексів, виявлено їх концептуальну нездатність протидіяти нештатним ситуаціям (НС); визначено термінологію та критерії НС для систем очистки стічних вод.*

*Проведено імітаційне моделювання проектування комбінованих електротехнологічних систем водоочистки у випадку наявності багатоконпонентних стоків; використано робочу міру водоочистки та синтезовано на основі математичного апарата генетичного алгоритму програмне забезпечення розширення технологічного потенціалу протидії НС, яке дозволило виявити перспективність концепції перехресного використання (інтеграції) можливостей різних методів видалення забруднювачів. Запропоновано алгоритм*

удосконалення нормативної бази створення (модернізації) комбінованих електротехнологічних систем водоочистки.

**Ключові слова:** концепція, нормативно-правова база, екологічна безпека, комбінована електротехнологічна водоочистка, нештатна ситуація, генетичний алгоритм, проектування

**Актуальність.** Світова практика ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій свідчить, що зусилля з оперативного реагування на надзвичайні ситуації стають дедалі більш затратними і малоефективними [1]. При цьому існуючі на промислових підприємствах технології та засоби працюють за принципом: зафіксували негативну дію → встановили обладнання → знешкодили.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Головний недолік такого системного алгоритму в тому, що за час від виявлення до знешкодження шкідливих речовин можуть забруднитися люди, тварини, територія тощо (як приклад – аварія на ЧАЕС) [2]; зупинитися технологічні процеси. Загроза існує і для підприємств, де не було прямого зараження – воно може відбутися через транспорт, сировину тощо.

При цьому, згідно з офіційними статистичними даними [3], в Україні щорічні втрати від дії надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру стосовно різногалузевого водопостачання становлять у грошовому еквіваленті 600–800 млн грн/щорічно. Відповідно, розробка концептуальних основ урахування дії непередбачуваних чинників на процеси очистки промислових стоків з метою превентивної мінімізації їх негативних наслідків є актуальною проблематикою державного масштабу.

**Мета дослідження** – обґрунтування та розробка концепції вдосконалення нормативної бази проектування систем водоочистки з метою врахування дії нештатних ситуацій на основі використання технологічного потенціалу комбінованих (використання двох і більше базових методів [1]) електротехнологічних систем видалення забруднювачів.

**Матеріали і методи дослідження.** Правила скидання промислових стічних вод нормуються рядом нормативно-правових документів та здійснюються згідно із (залежно від профілю об'єктів та регіонального розташування) [4]: Законом України "Про охорону навколишнього природного середовища"; Водного кодексу України; Правил приймання стічних вод підприємств в комунальні і відомчі системи каналізації населених пунктів України; Правил охорони поверхневих вод, від забруднення зворотними водами; Будівельних норм і правил "Каналізація, Зовнішні мережі і споруди"; Правил технічної експлуатації систем водопостачання і каналізування населених пунктів України; регіональних нормативно-правових документів.

Щодо європейського законодавства, то базовою є Директива 2000/60/ЄС Європарламенту та Ради Європи: принципи для дій спільноти в галузі водної політики – Рамкова Директива про воду (Water Frame

Directory, WFD) [4]: методологія оцінки екологічного статусу в межах 5-класової системи, де в документі не представлені фізико-хімічні або екологічні нормативи щодо води.

У таких документах задекларовано необхідність урахування дії непередбачуваних негативних чинників, однак жодних технологічних рекомендацій, у тому числі навіть концептуального характеру, щодо усунення наслідків їх дії не наведено.

На початковому етапі визначимо, що нештатна ситуація (НС) у контексті функціонування промислових комбінованих систем водоочистки – це ситуація, за якої технологічний процес або/і стан обладнання виходять за межі паспортних режимів функціонування, що може призвести до забруднення навколишнього середовища або/і припинення водоочистки або/і недотримання вимог щодо ресурсоефективності процесів. У контексті синтезу концепції вдосконалення нормативно-правової бази під НС для систем водоочистки розуміється: перевищення фактичних значень показників забруднювачів над паспортно визначеними для конкретної номенклатури обладнання; вихід з ладу окремих блоків комплексів водоочистки; перевищення реальних витрат стічних над проектно-розрахованими.

Стічні води промислових об'єктів (дослідження проведемо для промислового сегмента) характеризуються різнокомпонентними забруднювачами, саме тому для моделювання впливу нештатних ситуацій приймемо як забруднювачі: завислі у воді частинки (містяться у більшості стоків); азот амонійний (стоки легкої, переробної, хімічної промисловостей); фосфор (стоки переробної промисловості); шестивалентний хром та цинк (легка промисловість, гальвановиробництво).

При виборі способів і технологічних режимів водоочистки типово використовується «Довідковий посібник для СНіП 2.04.03-85 «Проектування споруд для очистки стічних вод», згідно з яким, послідовно вибираються та розраховуються окремі блоки загальної системи видалення забруднювачів.

Так для видалення завислих у воді частинок виберемо гідроциклони.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Алгоритм розрахунків параметрів такого технологічного обладнання концептуально відповідає підходам щодо встановлення параметрів та інших способів видалення забруднювачів. Базова залежність визначення режимних параметрів (згідно з формулою Стокса розраховується граничний діаметр затриманих при заданому ефекті частинок):

$$\delta_{zp} = \sqrt{\frac{18\mu U_{zp}}{100(\rho_T - \rho_{ж})g}}, \quad (1)$$

де  $U_{zp}$  – гранична гідравлічна крупність, мм/с;

$\mu$  – гідравлічна крупність забруднювачів, мм/с;

$\rho_T, \rho_{ж}$  – усереднені маси забруднювачів та складових води відповідно, г/см<sup>3</sup>;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

Для корегування концентрації азоту амонійного пропонується аеротенк нітрифікатор. У нього на початковому етапі встановлюється питома швидкість росту тарифікатора,  $\mu_n$ , доба<sup>-1</sup>:

$$\mu_n = K_{pH} K_T K_{oc} \mu_{\max} N / (K_{II} + N), \quad (2)$$

де  $K_{pH}$  – коефіцієнт, який враховує вплив рН;

$K_T$  – коефіцієнт температури рідини;

$K_{oc}$  – коефіцієнт, який враховує вплив концентрації розчинного кисню, що визначається за формулою:

$$K_{oc} = C_o / (K_o + C_o), \quad (3)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт, який оцінює вплив токсичних компонентів;

$\mu_{\max}$  – максимальна швидкість росту нітрофікуючих мікроорганізмів;

$K_{II}$  – константа напівнасичення, мг  $N = NH_4$ /л;

$N$  – концентрація амонійного азоту в очищеній рідині;

$C_o$  – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, мг/л;

$K_o$  – константа напівнасичення.

Коефіцієнт  $K_o$  визначається за формулою

$$K_o = J / (J + C_i), \quad (4)$$

де  $C_i$  – концентрація інгібітора, мг/л;

$J$  – константа напівнасичення, мг інгібітора/л.

Мінімальний вік нітрифікуючого мулу  $\Theta$  встановлюється за формулою

$$\Theta = 1 / \mu. \quad (5)$$

Питома швидкість окислення органічних  $\rho$ , мг/(г·ч),

$$\rho = K_E + 0,0417 K_P / \Theta, \quad (6)$$

де  $K_E$  – енергетичний фізіологічний коефіцієнт, мгБСК<sub>п</sub>/(г·год);

$K_P$  – фізіологічний коефіцієнт росту мікроорганізмів активного мулу, мгБСК<sub>по</sub>/г;

$\Theta$  – вік мулу, доба.

Доза мулу і концентрація розчиненого кисню повинні визначатися за техніко-економічним розрахунком:

$$\rho = \frac{\rho_{\max} L_{ex} C_0}{L_{ex} C_0 + K_i C_0 + K_0 L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi a_i}, \quad (7)$$

де  $\rho_{\max}$  – максимальна вихідна БСК, мг/л;

$L_{ex}$  – вхідна БСК, мг/л;

$K_i$  – реакційна константа, мг/л;

$\varphi$  – концентраційна константа, мг/л;

$a_i$  – доза мулу, г/л.

Тоді період аерації:

$$t_{atm} = (L_{en} - L_{ex}) / a_i(1 - s)\rho, \quad (8)$$

де  $s$  – безрозмірний коефіцієнт параметричності.

Для видалення зі стічних вод сполук фосфору застосовують реагентну обробку, де як реагенти можуть бути використані традиційні мінеральні коагулянти, що застосовуються в практиці водопідготовки: сірчаноокисле залізо  $Fe^{3+}$ , сірчаноокислий алюміній, залізний купорос. Доза реагенту при його введенні в стічні води на етапі біологічної очистки визначається за формулою:

$$C_{реар} = KC_{Pзар}, \quad (9)$$

де  $K$  – коефіцієнт збільшення стехіометричного співвідношення, обчислений з урахуванням визначення за стандартними методиками вмісту загального фосфору (за  $PO$ ) і металів реагенту (по оксиду металу  $Me_2O_3$ );

$C_{Pзар}$  – концентрація загального фосфору у воді, мг/л.

Для видалення ж неорганічних забруднювачів (наприклад, шестивалентного хрому та цинку) застосовується електротехнологічний метод електрокоагуляції. При цьому сила струму в електричному колі (при заданих витратах стоків  $q_w$  ( $m^3/доба$ ) та концентрації забруднювачів  $C_{вп}$  (мг/л):

$$I_{сиг} = 3,1C_{ен} \cdot q_w. \quad (10)$$

Питомі витрати металічного заліза для видалення хрому та цинку:

$$Q_{Fl} = \frac{q_{Fl}C_{ен}q_w \cdot 24}{1000K_{eh}}, \quad (11)$$

де  $q_{Fl}$  – миттєві витрати заліза,  $кг/m^3$ ;

$K_{eh}$  – коефіцієнт нерівномірності.

Згідно з класичним підходом, якщо прийняти, що стічні води містять вищенаведений перелік забруднювачів, структурна схема очисних споруд міститиме весь перелік водоочисного обладнання, через який стоки протікатимуть послідовно (рис. 1).

Для видалення кожного із забруднювачів у попередньо відомих межах їх значень (завислі частинки, азот амонійний, фосфор, цинк та хром) розраховуються свої кількісні режимно-параметричні показники роботи обладнання згідно з відповідними формулами (1–11) (рис. 2). Виходячи з таких технологічних режимів, налаштовуються відповідні модулі управління водоочисними системами і закладаються межі їх адаптації, якщо така функція передбачена проектним рішенням.



Рис. 1. Варіант загальної структурної схеми використання комбінованих способів очистки стічних вод промислових об'єктів

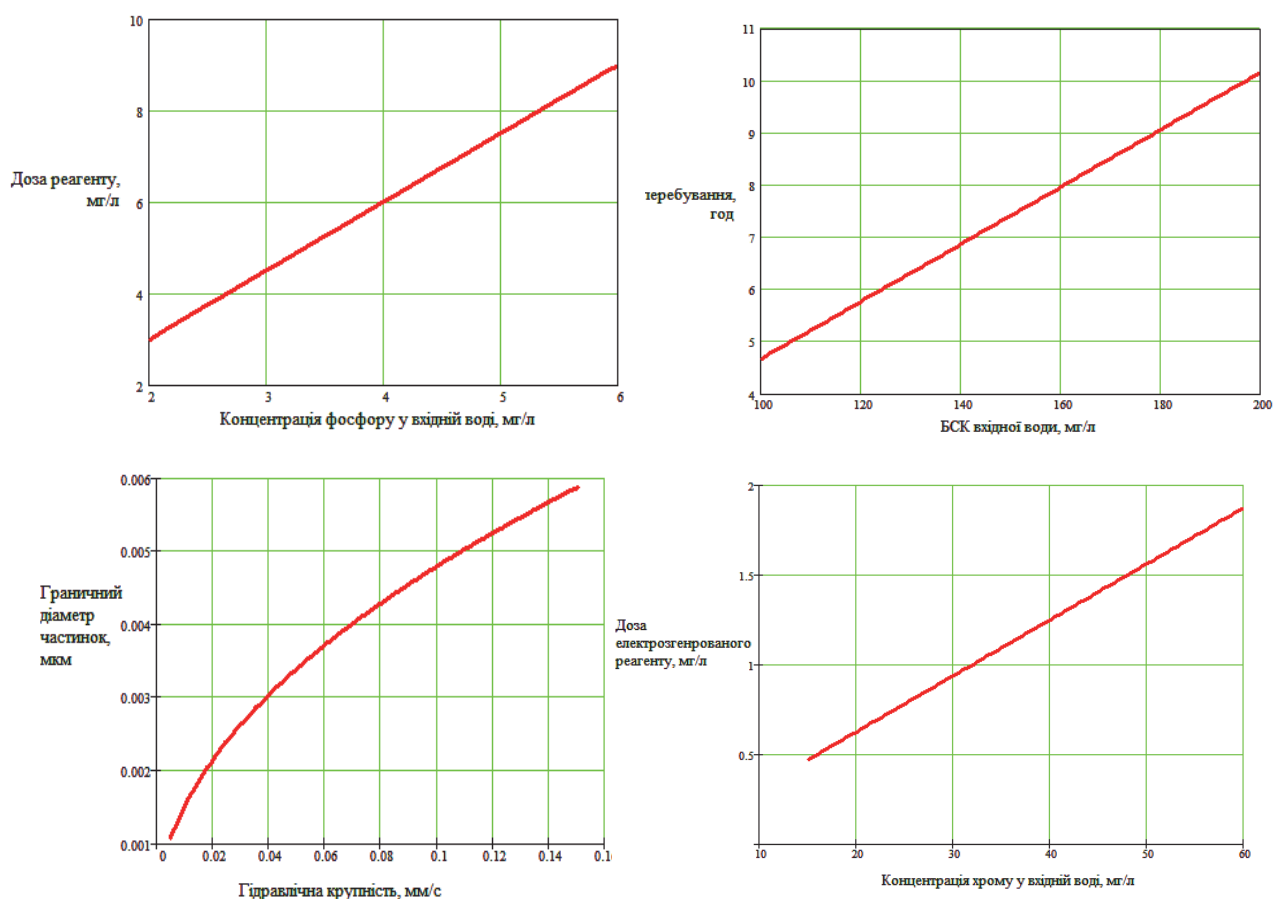


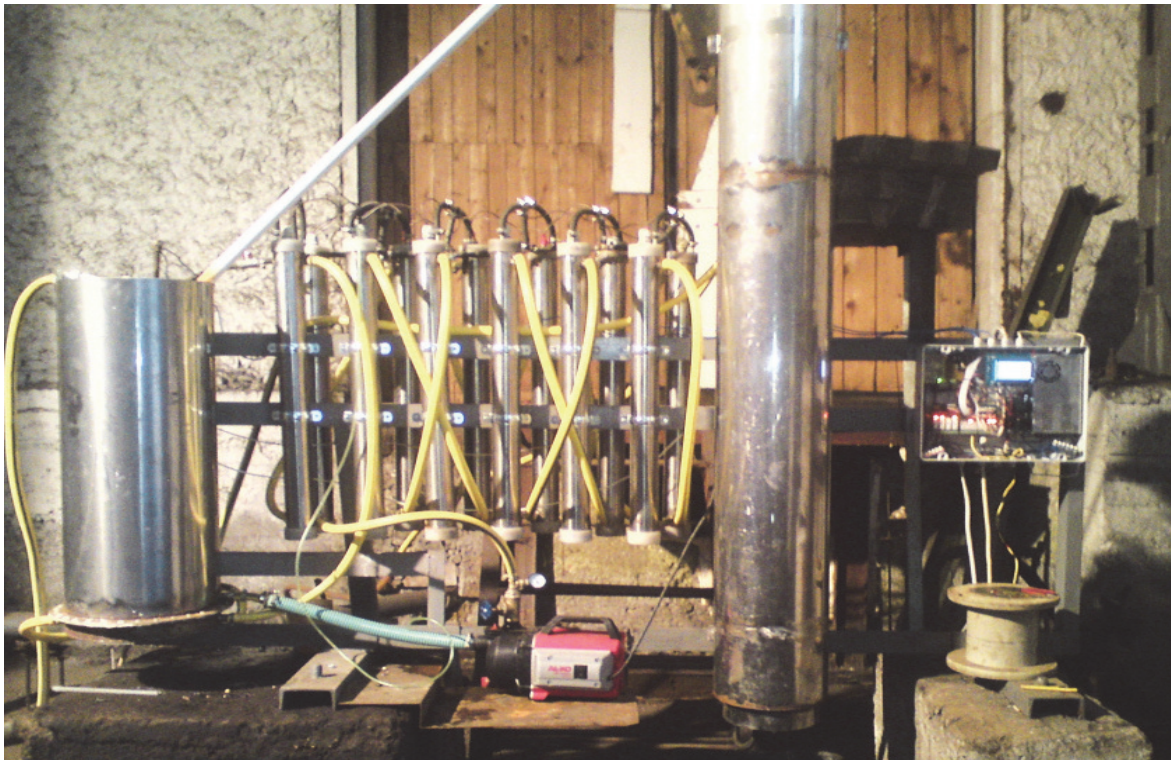
Рис. 2. Залежності робочих режимів водоочисного обладнання від параметрів стічної води (згідно зі СНиП 2.04.03-85 «Проектування споруд для очистки стічних вод»)

Відповідно, при виникненні нештатної ситуації (перевищення концентрацій забруднювачів у стічній воді над тими які приймалися у розрахунках згідно з вимогами нормативних документів), наприклад, по



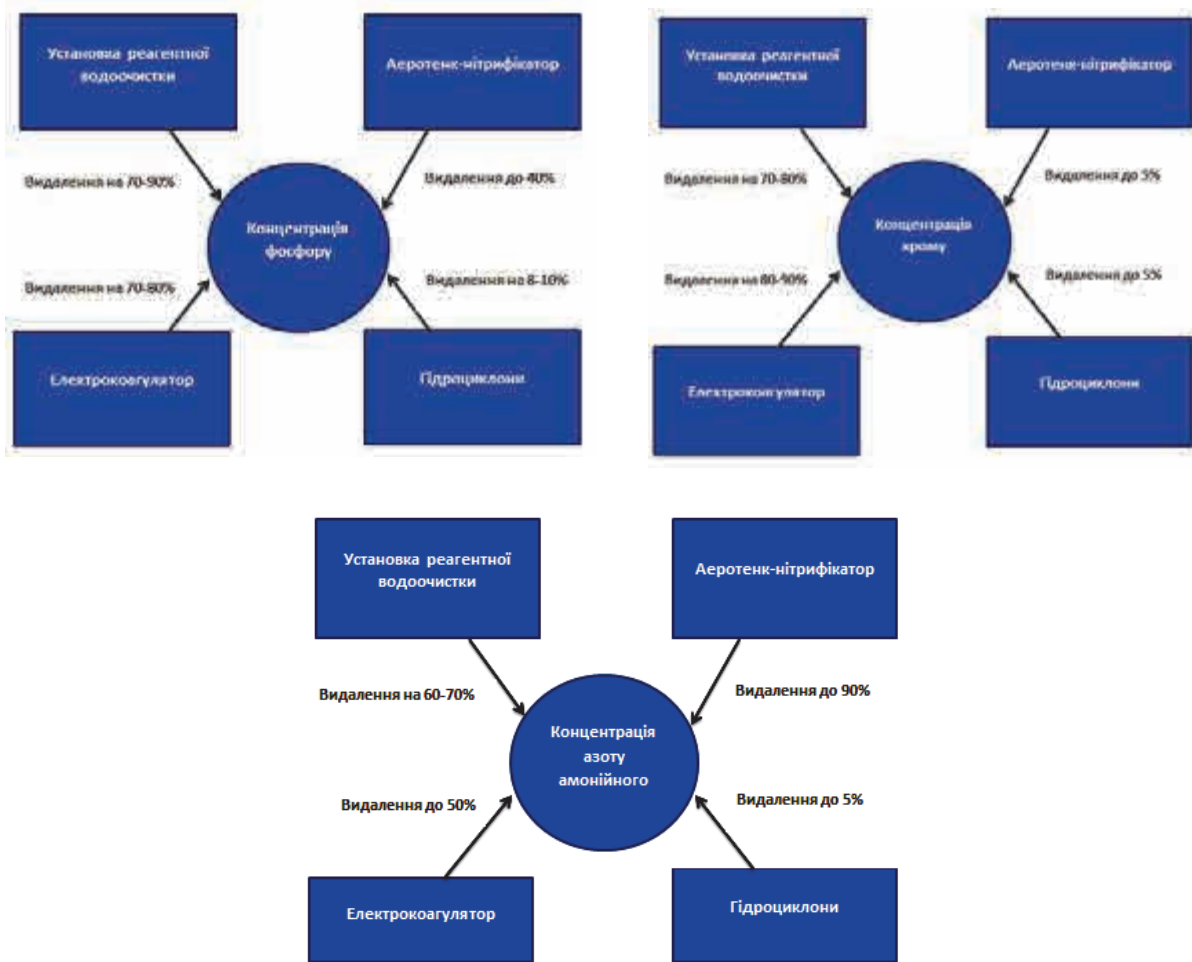
параметру «концентрація цинку», водоочисне обладнання встановлюватиме максимальне значення сили струму, але при цьому значення гранично допустимої концентрації (ГДК) цинку у стоках із високою ймовірністю досягнуто не буде. Це викликано тим, що проектні межі функціонування обладнання (на основі класичних рішень) за окремими видами забруднювачів обмежуються роботою лише визначеного апарата чи установки.

Разом із тим, експериментальним шляхом із використанням розробленої робочої міри комбінованої електротехнологічної водоочистки (РМКЕВ) (рис. 3) встановлено [5], що при одночасному застосуванні різних способів, що є обов'язковим для якісної очистки стоків промислових об'єктів, відбувається накладання дії різного обладнання на одні й ті самі забруднювачі (рис. 4).



**Рис. 3. Зовнішній вигляд робочої міри комбінованої електротехнологічної водоочистки**

Тобто у сучасних нормативних документах, згідно з якими проектується водоочисні комплекси, не враховується реальний технологічний запас (потенціал) наявного обладнання, не оцінюється потенційна можливість розширення границь використання системи водоочистки в цілому, в тому числі й для усунення негативної дії нештатних ситуацій.

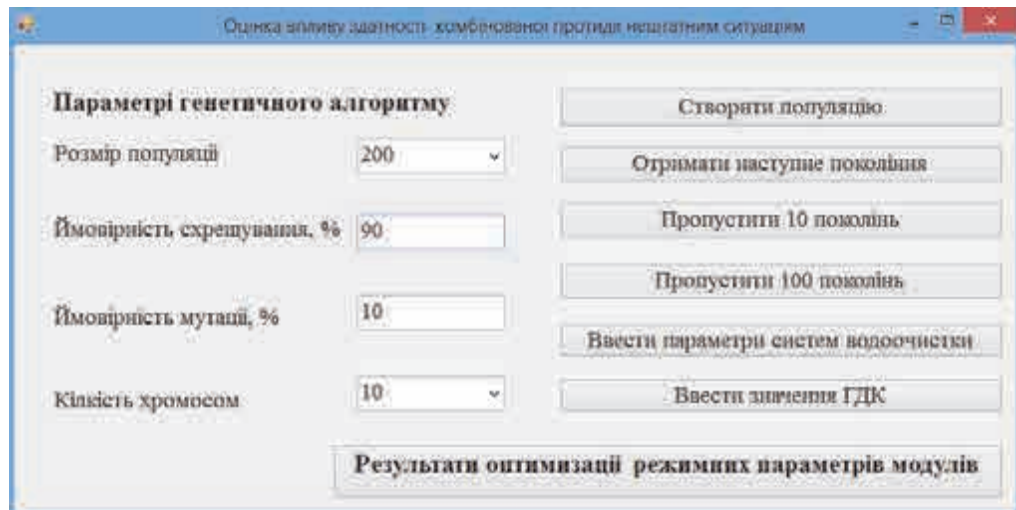


**Рис. 4. Ефективність використання технологічного обладнання для видалення різних видів забруднювачів (встановлено на основі використання робочої міри електротехнологічного обладнання водоочистки)**

Звідси для встановлення таких граничних можливостей потрібно розглядати рівняння (1–11) не окремо, а об'єднати їх в одну систему, яка комплексно описує ефективність процесів стосовно видалення багатокомпонентних забруднювачів:

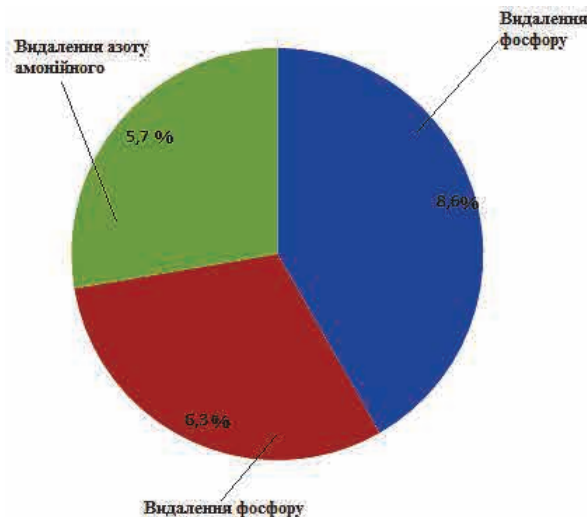
$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_{zp} = \sqrt{\frac{18\mu U_{zp}}{100(\rho_T - \rho_{жс})g}} \\ t_{atm} = (L_{en} - L_{ex}) / a_i(1-s)\rho \\ C_{pear} = KC_{P3a2} \\ Q_{Fl} = \frac{q_{Fl}C_{en}q_w \cdot 24}{1000K_{eh}} \end{array} \right. \quad (12)$$

Використаємо математичний апарат генетичного алгоритму [6] та його програмну реалізацію (рис. 5). Діапазони зміни аргументів (на яких розраховувалися функціональні режими (1–11): гідравлічна крупність частинок для видалення: 0,005–0,15 мм/с; БСК стічної води: 100–200 мг/л; концентрація фосфору: 2–6 мг/л; концентрація шестивалентного хрому: 15–60 мг/л.



**Рис. 5. Інтерфейс програмного забезпечення оптимізації функціонування систем водоочистки (розширення меж їх використання) в умовах дії нештатних ситуацій на основі використання генетичного алгоритму**

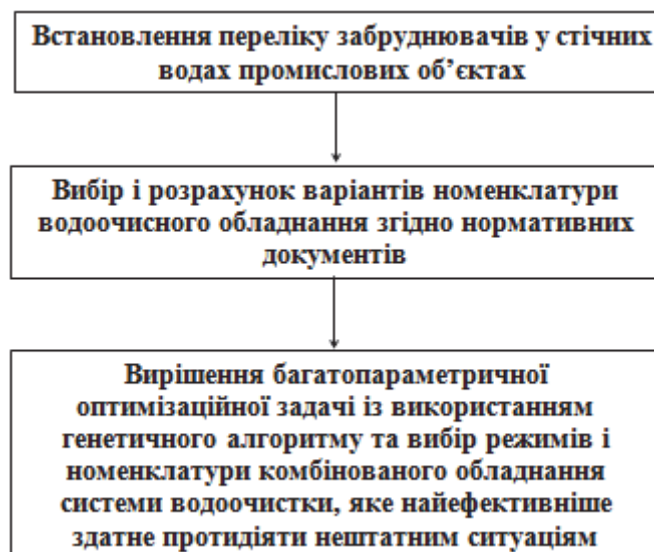
Шляхом імітаційного моделювання та вирішення оптимізаційної задачі (12) встановлено можливість розширення ефективності використання обладнання в умовах дії нештатних ситуацій (рис. 6) у результаті перехресного впливу різних методів (потенціальний діапазон від 5,7–8,6% за окремими забруднювачами), за умови, що решта показників забруднення стоків мали максимальне значення зі своїх визначених діапазонів.



**Рис. 6. Потенційне розширення меж використання обладнання комбінованих систем водоочистки в умовах дії нештатних ситуацій (перехресний вплив різних способів на різнотипіві забруднювачі)**

Такий підхід інтеграції різних методів видалення забруднювачів із водних розчинів дає змогу проектувати системи очистки промислових стічних вод із включенням можливості превентивно протидіяти нештатним ситуаціям (рис. 8). При цьому ключовими завданнями при практичній реалізації концепції вдосконалення нормативної бази систем водоочистки є:

- розроблення засобів, які б забезпечили дослідження режимів функціонування систем водоочистки (використовувалася робоча міра електротехнологічної водоочистки (рис. 7);
- встановлення обмежуючого критерію, який би враховував не лише екологічну безпеку навколишнього середовища, а й затратні механізми процесів водоочистки – критерій ресурсоефективності.



**Рис. 7. Алгоритм вибору режимів і номенклатури обладнання системи водоочистки, яке комбіновано здатне ефективно протидіяти нештатним ситуаціям**

При цьому запропонована концепція удосконалення нормативної бази проектування систем водоочистки дає змогу не лише створювати нові комплекси, але й модернізувати вже існуючі об'єкти, технологічно базуючись на апробованих підходах розробки відповідного обладнання, наприклад, на СНіП 2.04.03-85 «Проектування споруд для очистки стічних вод».

**Висновки і перспективи.** Створена концепція та апаратно-програмне забезпечення вдосконалення нормативної бази проектування систем водоочистки розширить межі використання потенційних можливостей типового обладнання за рахунок перехресної дії (інтеграції) різних блоків (методів) впливу на забруднювачі (імітаційним моделюванням встановлено, що потенційний технологічний ресурс становитиме порядку 10% від проектного рішення), що дозволить превентивно усувати негативну дію нештатних ситуацій техногенного та природного походження, комплексно встановлювати вимоги щодо ресурсоефективності виробничої експлуатації водоочисного обладнання.

### Список літератури

1. Штепа В. Н. Концептуальные основы энергоэффективной системы управления комбинированными системами водоочистки / В. Н. Штепа // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика: научно-технический журнал. – 2016. – № 5. – С. 479–487.
2. Штепа В. М. Оцінка енергетичних характеристик процесів очищення стічних вод агропромислових підприємств електротехнічними комплексами / В. М. Штепа // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. – Вип. 194, ч 3. – С. 259–265.
3. Гончаров Ф. І. Енерго- та ресурсозберігаюча схема системи водопостачання населених пунктів / Ф. І. Гончаров, В. М. Штепа // Наукові нотатки Луцького національного технічного університету : міжвузівський збірник. – Луцьк : ЛНТУ, 2009. – № 21. – С. 49–54.
4. Пындак В. И. Оптимизация систем очистки органосодержащих сточных вод и обработки иловых осадков / В. И. Пындак, А. Е. Новиков, В. Н. Штепа // Проблемы машиностроения и надежности машин : научный журнал. – 2017. – № 5. – С. 103–107.
5. Штепа В. М. Обґрунтування алгоритму експериментально-аналітичних досліджень режимів електротехнічної очистки стічних вод агропромислових об'єктів з метою побудови енергоефективних систем управління / В. М. Штепа // Энергетика і автоматика. – 2012. – №1 (11). Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eia\\_2014\\_2\\_10.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eia_2014_2_10.pdf)
6. Заєць Н. А. Використання генетичного алгоритму для вирішення оптимізаційних задач в електротехніці / Н. А. Заєць, В. М. Штепа // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. – 2011. – Вип. 166, ч. 4. – С. 157–164.
7. Штепа В. М. Розробка методики створення технологічних регламентів комбінованих систем очищення стічних вод промислових об'єктів / В. М. Штепа, Р. Є. Кот // Энергетика і автоматика. – 2017. – № 2 (32). – С. 89–99.

### References

1. Shtepa, V. N. (2016). Kontseptual'nyye osnovy energoeffektivnoy sistemy upravleniya kombinirovannymi sistemami vodoочистки [Conceptual foundations of an

energy efficient management system for combined water treatment systems]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy i energeticheskikh ob"yedineniy SNG. Energetika: nauchno-tehnicheskii zhurnal, 5, 479–487.

2. Shtepa, V. M. (2014). Otsinka enerhetychnykh kharakterystyk protsesiv ochyshchennia stichnykh vod ahropromyslovykh pidpriemstv elektrotekhnichnymy kompleksamy [Estimation of energy characteristics of sewage treatment processes of agroindustrial enterprises by electrotechnical systems]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy, 194 (3), 259–265.

3. Honcharov, F. I., Shtepa, V. M. (2009). Enerho- ta resursozberihaiucha skhema systemy vodopostachannia naselenykh punktiv [Energy and resource-saving scheme of the water supply system of settlements]. Naukovi notatky Lutskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu: mizhvuzivskiyi zbirnyk. Lutsk: LNTU, 21, 49–54.

4. Pyndak, V. I., Novikov, A. E., Shtepa, V. N. (2017). Optimizatsiya sistem ochistki organosoderzhashchikh stochnykh vod i obrabotki ilovykh osadkov [Optimization of wastewater treatment systems and treatment of sludge]. Problemy mashinostroyeniya i nadezhnosti mashin: nauchnyy zhurnal, 5, 103–107.

5. Shtepa, V. M. (2012). Obgruntuvannia alhorytmu eksperymentalno-analitychnykh doslidzhen rezhymiv elektrotekhnichnoi ochystky stichnykh vod ahropromyslovykh ob'ektiv z metoiu pobudovy enerhoefektyvnykh system upravlinnia [Substantiation of algorithm of experimental and analytical researches of modes of electrical treatment of sewage of agro-industrial objects for the purpose of construction of energy-efficient control systems]. Enerhetyka i avtomatyka, 1 (11). Available at: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eia\\_2014\\_2\\_10.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eia_2014_2_10.pdf).

6. Zaiets, N. A., Shtepa, V. M. (2001). Vykorystannia henetychnoho alhorytmu dlia vyrishennia optymizatsiinykh zadach v elektrotekhnitsi [Use of genetic algorithm for solving optimization problems in electrical engineering]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Tekhnika ta enerhetyka APK, 166 (4), 157–164.

7. Shtepa, V. M., Kot, R. E. (2017). Rozrobka metodyky stvorennia tekhnolohichnykh rehlamentiv kombinovanykh system ochyshchennia stichnykh vod promyslovykh ob'ektiv [Development of a methodology for the creation of technological regulations for combined wastewater treatment systems for industrial facilities]. / Enerhetyka i avtomatyka, 2 (32), 89–99.

## **КОНЦЕПЦИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ ПУТЕМ УЧЕТА ДЕЙСТВИЯ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ**

**В. Н. Штепа**

***Аннотация.** Представлены недостатки современных методов устранения негативного влияния чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера и финансовые затраты Украины на их ликвидацию в сегменте водоснабжения и водоотведения. Проанализирована действующая нормативно-правовая база оценки экологической безопасности сброса стоков и проектирования водоочистных комплексов, выявлена их концептуальная неспособность*

противодействовать нештатным ситуациям (НС); определены терминология и критерии НС для систем очистки сточных вод.

Проведено имитационное моделирование проектирования комбинированных электротехнологических систем водоочистки в случае наличия многокомпонентных стоков; использована рабочая мера водоочистки и синтезировано на основе математического аппарата генетического алгоритма программное обеспечение расширения технологического потенциала противодействия НС, которое позволило выявить перспективность концепции перекрестного использования (интеграции) возможностей различных методов удаления загрязнителей. Предложен алгоритм совершенствования нормативной базы создания (модернизации) комбинированных электротехнологических систем водоочистки.

**Ключевые слова:** концепция, нормативно-правовая база, экологическая безопасность, комбинированная электротехнологическая водоочистка, нештатная ситуация, генетический алгоритм, проектирование

## CONCEPT OF IMPROVING THE NORMATIVE BASIS OF DESIGNING WATER CLEANING SYSTEMS BY TAKING INTO ACCOUNT THE ACTION OF NEGOTIATED SITUATIONS

V. M. Shtepa

**Abstract.** *The disadvantages of the modern methods of eliminating the negative impact of man-made and natural emergencies and financial costs of Ukraine on their elimination in the water supply and sewage sector are presented. The current normative and legal basis for assessing the ecological safety of the discharges of waste water and designing of the water treatment complexes has been analyzed, their conceptual inability to deal with non-emergency situations (NES) has been revealed; The terminology and criteria of the NES for sewage treatment systems are defined.*

*Simulated modeling of the designing of combined electrotechnological systems of water purification in the case of the multicomponent effluents is carried out; the working method of water purification was used and the software of the expansion of the technological potential of anti-NES resistance was synthesized on the basis of the mathematical apparatus of the genetic algorithm, which allowed us to identify the prospect of the concept of cross-use (integration) of the various methods of removing pollutants. The algorithm of improvement of the normative base for creation (modernization) of combined electrotechnological systems of the water purification is proposed.*

**Keywords:** *concept, regulatory framework, environmental safety, combined electrotechnical water treatment, unusual situation, genetic algorithm, design*

## ЗМІСТ

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ДУГОСТАТОРНОГО ІНДУКТОРНОГО ВІТРОЕЛЕКТРИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА З КІЛЬЦЕВИМ РОТОРОМ. <b>В. В. КОЗИРСЬКИЙ, М. І. ТРЕГУБ, А. В. ПЕТРЕНКО, О. С. ВАСИЛЕНКО</b> .....	7
ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ВОДОПОГЛИНАННЯ НАСІННЯ ЯЧМЕНЮ. <b>В. В. САВЧЕНКО, О. Ю. СИНЯВСЬКИЙ</b> .....	15
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВИКИДІВ БІОТЕПЛОГЕНЕРАТОРА ЗЕРНОВОЇ СУШКИ. <b>В. С. ФЕДОРЕЙКО, Р. І. ЗАГОРОДНІЙ, І. С. ІСКЕРСЬКИЙ</b> .....	22
ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ. <b>А. І. ЧМІЛЬ, К. О. ЛАЗАРЮК</b> .....	29
УНІВЕРСАЛЬНИЙ ОБПРИСКУВАЧ ДЛЯ ПЛОДОВИХ РОЗСАДНИКІВ. <b>Р. О. ФІЛІПОВ, Д. О. ХОРТ</b> (рос. мовою) .....	37
КОНЦЕПЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ ШЛЯХОМ УРАХУВАННЯ ДІЇ НЕШТАТНИХ СИТУАЦІЙ. <b>В. М. ШТЕПА</b> .....	43
ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ СУЧАСНОЇ ТЕОРІЇ КЕРУВАННЯ. ЧАСТИНА 1. ПРОВЕДЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗАХОДІВ. <b>Л. О. ВЛАСЕНКО, А. П. ЛАДАНЮК</b> .....	56
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ ТРИФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА З ТИРИСТОРНИМ РЕГУЛЯТОРОМ НАПРУГИ. <b>І. М. ГОЛОДНИЙ, О. Ю. СИНЯВСЬКИЙ, О. В. САНЧЕНКО</b> .....	66
СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В АСПЕКТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ І РЕГІОНІВ; ДЕЯКІ НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АСПЕКТИ. <b>Н. І. СОКОЛОВСЬКА</b> .....	74
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОБОТИ ГІДРОВІСІВНОГО АПАРАТА. <b>С. М. ДЕЙНЕКА</b> .....	80
ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ СТАДІЇ ПОДРІБНЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВ. <b>Д. М. КОРИНЧУК</b> .....	90
ФУНКЦІОНАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИРОВИНОЮ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ. <b>С. В. МАКОВЕЦЬКА, С. В. ГРИБКОВ</b> .....	100
ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ У СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ. <b>Л. С. ЧЕРВІНСЬКИЙ, Т. С. КНИЖКА, О. І. РОМАНЕНКО</b> .....	111
ДОСЛІДЖЕННЯ ОБРОБКИ НЕЗБИРАНОГО МОЛОКА ІМПУЛЬСНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ПОЛЯМИ. <b>Р. С. СВЯТНЕНКО, А. І. МАРИНІН, О. В. КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО, О. П. ФУРСІК</b> .....	118
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОШУКУ ЕКОНОМІЧНИХ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ ТА ВЕЛИЧИН ПОТУЖНОСТІ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ, ЯКІ ЖИВЛЯТЬСЯ ВІД СИСТЕМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ. <b>А. М. СКРИПНИК, Д. П. КОЖАН</b> .....	125



ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРУКТУРНО-ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ПАРАФІНІВ ТА ЇХ СУМІШЕЙ З НАНОЧАСТИНКАМИ МЕТАЛІВ ОПТИЧНИМ МЕТОДОМ. <b>Є. О. АНТИПОВ, Ю. М. НАССКА</b> .....	136
ВПЛИВ СИЛОВОЇ ДІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ КОРОННОГО РОЗРЯДУ НА ПОКАЗНИКИ СИПКОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ. <b>Ю. М. БЕРЛІНЕЦЬ</b> .....	143
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА. <b>М. В. БРАГІДА</b> .....	152
МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ВОДОНАПІРНОЇ БАШТИ З ВИКОРИСТАННЯМ НАГРІВАЛЬНИХ КАБЕЛІВ. <b>В. Є. ВАСИЛЕНКОВ</b> .....	158
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ КОГЕНЕРАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ. <b>В. В. МОМОТЮК</b> .....	166
ВПЛИВ ОКИСЛІВ МЕТАЛІВ НА ЕРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ КОНТАКТІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ. <b>А. М. МРАЧКОВСЬКИЙ, С. О. БУРЛАКА</b> .....	175
ДОСЛІДЖЕННЯ ПУСКУ ЕЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСА ДОЩУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З ФУНКЦІЄЮ ОБМЕЖЕННЯ СПОЖИВАНОЇ ПОТУЖНОСТІ. <b>І. М. ГОЛОДНИЙ, А. В. ТОРОПОВ</b> (рос. мовою) .....	180
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ НАНО- І МІКРОПОРОШКІВ МЕТАЛІВ. <b>А. В. ЖИЛЬЦОВ, В. В. КОРОБСЬКИЙ, С. О. ЛАПШИН, В. В. ОЛІШЕВСЬКИЙ</b> .....	189
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕРМІЧНОГО УРАЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОПОР СТРУМАМИ ОДНОФАЗНОГО ЗАМИКАННЯ НА ЗЕМЛЮ. <b>А. О. КВІЦІНСЬКИЙ, О. В. ШЕЛІМАНОВА, В. Г. САНТОЦЬКИЙ</b> ....	196
МАРЛЕ-МОДЕЛІ РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ПОВЕРХНІ СФЕРИ. <b>А. В. НЕСВІДОМІН</b> (англ. мовою).....	204
ОЦІНКА ЗДАТНОСТІ ЗЕЛЕНИХ НИТЧАСТИХ ВОДОРОСТЕЙ ДО ОЧИСТКИ ВОДИ ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ. <b>О. О. ПАСІЧНА, О. О. ГОДЛЕВСЬКА</b> .....	213
СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ В ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ З МЕТОЮ ЕКОНОМІЇ ВИТРАТ. <b>І. В. СТЕПАХНО, Ю. Б. ГНУЧИЙ, О. Ю. ДЮЖЕНКОВА</b> (рос. мовою) .....	219
ЕФЕКТИВНА ДІЕЛЕКТРИЧНА ПРОНИКНІСТЬ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ З ВИПАДКОВО РОЗМІЩЕНИМИ МЕТАЛЕВИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ. <b>С. В. ШОСТАК, Н. Г. ШКОДА</b> (рос. мовою) .....	226
РОЗРАХУНОК ОБЛАСТЕЙ ЗОВНІШНЬОЇ ТА ВНУТРІШНЬОЇ СТІЙКОСТІ ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ. <b>Л. А. ПАНТАЛІЄНКО</b> .....	233
ТОПОЛОГІЧНА ЕКВІВАЛЕНТНІСТЬ ФУНКЦІЙ ДВОХ ЗМІННИХ. <b>Т. Г. КРИВОРОТ</b> .....	239
РОЗВ'ЯЗКИ СЛАБОЗБУРЕНИХ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ ТА УМОВИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ (ВИПАДОК $k = -1$ ). <b>Р. Ф. ОВЧАР</b> .....	245
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ АВТОНОМНИХ ОБ'ЄКТІВ СІЛЬГОСППРИЗНАЧЕННЯ В КОНЦЕПЦІЇ РОЗПОДІЛЕНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОМЕРЕЖ. <b>В. В. ХАРЧЕНКО</b> (рос. мовою).....	252
СИСТЕМА СТЕЖЕННЯ ЗА СОНЦЕМ. <b>В. В. ХАРЧЕНКО, Б. А. НІКІТІН, П. В. ТИХОНОВ, Г. Н. УЗАКОВ</b> (рос. мовою).....	264

## CONTENTS

SUBSTANTIATION OF MAGNET SYSTEM PARAMETERS OF ARC-STATOR GENERATOR WITH RIN ROTOR FOUR WIND TURBINE. <b>V. V. KOZIRSKY, M. I. TREGUB, A. V. PETRENKO, O. S. VASILENKO</b> .....	7
EFFECT OF MAGNETIC FIELD ON WATER ABSORPTION OF BARLEY SEEDS. <b>V. V. SAVCHENKO, A. Yu. SINYAVSKY</b> .....	15
STUDY OF THERMAL EMISSIONS OF BIOTEPELOGENERATOR OF GRAIN DRYER. <b>V. S. FEDOREYKO, R. I. ZAGORODNIY, I. S. ISKERSKY</b> .....	22
APPLICATION OF ELECTROMAGNETIC TECHNOLOGIES OF BINDING IN THE AGRICULTURE. <b>A. I. CHMIL, K. O. LAZARIUK</b> .....	29
VERSATILE SPRAYER FOR FRUIT NURSERIES. <b>R. O. FILIPPOV, D. O. KHORT</b> .....	37
CONCEPT OF IMPROVING THE NORMATIVE BASIS OF DESIGNING WATER CLEANING SYSTEMS BY TAKING INTO ACCOUNT THE ACTION OF NEGOTIATED SITUATIONS. <b>V. M. SHTEPA</b> .....	43
STUDY OF STATE AND PROPERTIES OF TECHNOLOGICAL OBJECTS USING METHODS OF THE CONTEMPORARY THEORY OF MANAGEMENT. PART 1. CONDUCT OF STATISTICAL DIAGNOSTIC MEASURES. <b>L. O. VLASENKO, A. P. LADANYUK</b> .....	56
INVESTIGATION OF ELECTROMAGNETIC PROCESSES OF THREE-PHASE ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE WITH TYRRISTOR VOLTAGE REGULATOR. <b>I. M. GOLODNYI, A. Yu. SINYAVSKY, A. V. SANCHENKO</b> .....	66
CREATION OF A SYSTEM OF ENERGY RESOURCES ACCOUNTING IN THE ASPECTS OF ENERGY SECURITY OF THE STATE AND REGIONS; SOME LEGAL AND LEGAL ASPECTS . <b>N. I. SOKOLOVSKAYA</b> .....	74
USE OF MATHEMATICAL MODELLING METHODS OF THE OPERATION PROCESSES OF A HYDROSEEDING APPARATUS. <b>S. M. DEYNEKA</b> .....	80
JUSTIFICATION OF ENERGY CONSUMPTION DURING THE COMMINUTION STAGE IN THE TECHNOLOGIES OF BIOFUEL PRODUCTION. <b>D. M. KORINCHUK</b> .....	90
FUNCTIONAL MODELING OF THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF SUPPLY OF RAW SUGAR FACTORY. <b>S. V. MAKOVETSKA, S. V. HRYBKOV</b> ..	100
THE SUBSTANTIATION OF EFFECTIVE LED LIGHTING IN THE CONSTRUCTION OF CLOSED SOIL. <b>L. S. CHERVINSKY, T. S. KNIZHKA, A. I. ROMANENKO</b> ....	111
INVESTIGATION OF WHOLE MILK PROCESSING BY PULSE ELECTRIC FIELDS. <b>R. S. SVYATNENKO, A. I. MARININ, A. V. KOCHUBEI-LITVINENKO, A. P. FURSIK</b> .....	118
SUGGESTIONS ON SEARCH OF ECONOMIC PLACES OF LOCATION AND THE MAGNITUDES OF POWER THE SOURCES OF DISTRIBUTED GENERATION IN DISTRIBUTION ELECTRIC NETWORKS, WHICH ARE POWERED BY THE SYSTEMIC ELECTRICITY SUPPLY. <b>A. M. SKRYPNYCK, D. P. KOZHAN</b> .....	125
STUDY OF PARAMETERS OF STRUCTURAL-PHASE TRANSFORMATIONS OF PARAFFINS AND THEIR MIXTURES WITH NANOPARTICLES OF METALS BY THE OPTICAL METHOD. <b>Ye. O. ANTYPOV, Yu. M. NASIEKA</b> .....	136

INFLUENCE OF THE POWER ACTION OF THE ELECTRIC FIELD OF THE CORONA DISCHARGE ON THE INDICATORS OF FLOWABILITY OF WHEAT SEEDS. <b>Yu. M. BERLINETS</b> .....	143
EXPERIMENTAL STUDY ON THE WELDING TRANSFORMER MODES. <b>M. V. BRAGIDA</b> .....	152
MODERNIZATION OF THE CONSTRUCTION OF THE WATERPOWER TOWER WITH THE USE OF HEATING CABLES. <b>V. Ye. VASILENKOV</b> .....	158
RESEARCH OF ENERGY EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF ELECTROTECHNOLOGICAL PRODUCTION OF BREEDING PRODUCTS USING COGENERATION EQUIPMENT. <b>V. V. MOMOTYUK</b> .....	166
THE INFLUENCE OF METAL OXIDES ON EROSION STABILITY OF CONTACTS OF ELECTRIC DEVICES. <b>A. M. MRACHKOVSKIY, S. O. BURLAKA</b> .....	175
INVESTIGATION OF ELECTRIC DRIVE START OF SPRINKLE MACHINE PUMP WITH FUNCTION OF LIMITATION OF POWER CONSUMPTION. <b>I. M. GOLODNYI, A. V. TOROPOV</b> .....	180
USE OF THE ELECTROTECHNICAL COMPLEX FOR NANO AND MICROPOWDERS OF METALS. <b>A. V. ZHILTSOV, V. V. KOROBSKIY, S. O. LAPSHIN, V. V. OLISHEVSKIY</b> .....	189
EXPERIMENTAL STUDY OF THERMAL SHOCK OF REINFORCED CONCRETE PILLARS BY CURRENTS SINGLE-PHASE GROUND FAULT. <b>A. O. KVITSYNSKIY, O. V. SHELIANOVA, V. G. SANTOSKIY</b> .....	196
MAPLE-MODELS OF MOVEMENT OF PARTS ON SURFACE SPHERE. <b>A. V. NESVODOMIN</b> .....	204
ASSESSMENT OF ABILITY OF GREEN FILAMENTOUS ALGAE TO WATER PURIFICATION FROM HEAVY METALS. <b>O. O. PASICHNA, O. O. GODLEVSKA</b> .....	213
STATISTICAL ANALYSIS FOR THE IDENTIFICATION OF THE MATHEMATICAL MODEL IN APPLIED PROBLEMS WITH THE PURPOSE OF COST SAVINGS. <b>I. V. STEPAKHNO, Yu. B. GNUCHIY, O. Yu. DYUZHENKOVA</b> .....	219
EFFECTIVE PERMITTIVITY OF DISPERSE SYSTEMS WITH RANDOMLY LOCATED METALLIC INCLUSIONS. <b>S. V. SHOSTAK, N. G. SHKODA</b> .....	226
CALCULATION OF AREAS OF EXTERNAL AND INTERNAL STABILITY FOR PARAMETRIC SYSTEMS. <b>L. A. PANTALIENKO</b> .....	233
TOPOLOGICAL EQUIVALENCE OF FUNCTIONS TWO VARIABLES. <b>T. G. KRIVOROT</b> .....	239
SOLUTIONS OF WEAKLY PERTURBED BOUNDARY PROBLEMS AND TERMS OF OCCURRENCE OF SOLUTIONS (CASE $k = -1$ ). <b>R. F. OVCHAR</b> .....	245
HEAT SUPPLY OF AUTONOMOUS OBJECTS OF AGRICULTURE IN THE CONCEPT OF DISTRIBUTED ENERGY SUPPLY WITH THE USE OF MICROGRIDS. <b>V. V. KHARCHENKO</b> .....	252
SYSTEM OF TRACKING FOR THE POSITION OF THE SUN. <b>V. V. KHARCHENKO, B. A. NIKITIN, P. V. TIKHONOV, G. N. UZAKOV</b> .....	264