

УДК 628.3:621.3

ШТЕПА В.М., КАПЛУН В.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

**МЕТОД ПОБУДОВИ СИСТЕМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО
УПРАВЛІННЯ КОМБІНОВАНОЮ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЮ
ОЧИСТКОЮ СТІЧНИХ ВОД РІЗНОГАЛУЗЕВИХ
ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ**

Мета. Розробити метод синтезу систем енергоефективного управління комбінованими електротехнологічними системами очистки стічних вод для подальшого його використання при проектуванні різногалузевих промислових об'єктів.

Методика. Оцінюються недоліки та переваги побудови промислових систем водоочистки із використанням фізичного та математичного способів моделювання відповідних технологічних процесів. Досліджуються виробничі фактори, які впливають на ефективність таких процесів, на їх основі формується та аналізується структура нечіткої когнітивної карти. На основі створеної моделі розробляється концепція адаптації значень концептів у режимі реального часу. Виконується аналіз енергоефективності синтезованої у відповідності до обраної концепції системи управління очисткою промислових стічних вод. Формується послідовність побудови відповідних інформаційно-управляючих систем.

Результати. У роботі розроблено метод синтезу систем енергоефективного управління комбінованими електротехнологічними системами очистки стічних вод різногалузевих промислових об'єктів із використанням інформаційно-функціональних моделей.

Наукова новизна. Вперше розроблено метод синтезу систем енергоефективного управління комбінованими електротехнологічними системами очистки стічних вод різногалузевих промислових об'єктів на основі нейромережевого та когнітивного моделювання із використанням результатів фізичного моделювання, що дало можливість оптимізувати базові процеси водоочистки в умовах нештатних ситуацій.

Практична значимість. У роботі розроблено структурно-функціональну схему та алгоритм синтезу систем енергоефективного управління комбінованими електротехнологічними системами очистки стічних вод різногалузевих промислових об'єктів.

Ключові слова: моделювання, комбінована електротехнологічна система водоочистки, стічні води, система управління, нейронна мережа, нечітка когнітивна карта.

Вступ. Стічні води (побутові, виробничі та атмосферні) містять зазвичай велику кількість неорганічних і органічних компонентів [1], причому їх точний склад, навіть в якісному відношенні, не завжди можна заздалегідь передбачити. У переважній більшості випадків це зробити надзвичайно складно або практично неможливо [2]. Навіть при простому змішуванні стоків з різних технологічних циклів підприємства відбуваються хімічні реакції між компонентами, що призводять до утворення нових речовин. При хлоруванні, наприклад, з'являються продукти окислення неорганічних і органічних речовин та їх хлорпохідні [1]; під час біохімічної очистки промислові стічні води можуть змішуватись із господарсько-побутовими і тоді в очищених водах можна нерідко виявити нові органічні сполуки [2]. У той же час в умовах нинішнього виробництва не існує ефективних та економічно обґрунтованих способів адекватного метрологічного оцінювання складу водних стоків за нормативними показниками в режимі реального часу [1-3]. Загалом, можна

стверджувати, що одночасне поєднання фізичного та математичного моделювання з використанням інформаційно-функціональних підходів на основі когнітивних карт та теорії нейронних мереж (НМ), дозволить посилити використання сильних сторін обох способів дослідження і мінімізувати слабкі [4, 5].

Постановка завдання. Теорія когнітивного моделювання використовується для аналізу і прийняття рішень в непередбачуваних ситуаціях та заснована на моделюванні суб'єктивних уявлень експертів про ситуацію і включає: структурування ситуації; модель подання знань експерта, у вигляді знакового орієнтованого графа; методи аналізу ситуації. Особливо перспективним є використання для таких цілей математичного апарату інтелектуальних систем [5], здатних працювати в умовах невизначеності та розмитості вхідної інформації [1,2,4-6] із можливістю поєднання фізичного та математичного моделювання (табл. 1).

Таблиця 1

Особливості підходів щодо моделювання процесів водоочистки

Показники	Фізичні моделі	Математичні моделі
Доступність перенесення на виробничий об'єкт	При роботі із фактичними стоками, а не модельними, переносяться досить ефективно	Потребують тривалого процесу адаптації на виробництві та ітераційної перевірки адекватності
Вартість досліджень	Для отримання якісного обладнання необхідні значні фінансово-матеріальні та часові затрати	Фінансові затрати незначні, часові – співвимірні із фізичним моделюванням
Вимоги до персоналу при постійному використанні на виробництві	Висококваліфіковані фахівці	Висококваліфіковані фахівці
Вимоги до засобів створення моделей	Спеціалізоване виробництво, включаючи конструкторську групу	Наявність математичного та програмного забезпечення

Відповідно, постає питання обґрунтування та розроблення методів синтезу інформаційно-функціональних моделей одержання та ефективного опрацювання метрологічної інформації на основі поєднання розрахункових та фізичних даних для забезпечення оптимального управління режимами комбінованих електротехнологічних установок водоочистки на різногалузевих промислових об'єктів.

Результати досліджень. Процес формування і використання когнітивних карт можна представити у вигляді запропонованої послідовності:

- визначення списків концептів (згідно зі списком концептів у разі опитування групи експертів);
- визначення відносин причинності (впливу) між кожною парою концептів (узгоджених відносин причинності);
- побудова когнітивної карти;
- динамічне моделювання;
- аналіз системних характеристик когнітивних карт;
- аналіз стійкості.

Одним із найскладніших завдань при створенні когнітивних карт є розроблення матриці взаємовпливів концептів на початковому етапі, до запуску системи управління у штатному режимі. Це викликано тим, що фактична інформація про об'єкт управління носить, як правило, суб'єктивний характер і базується на оцінюванні експерта. Варто зауважити, що думки експертів можуть суттєво, а інколи радикально різнитись.

Ситуація ускладнюється тим, що підстроювання параметрів когнітивних карт у класичних підходах неможливо без зупинки обладнання [5]. Очевидно, що під час очистки промислових стічних вод, часті та/або тривалі зупинки обладнання неможливі, оскільки їх наслідки можуть носити катастрофічний характер.

Для вирішення поставленого завдання структура нечіткої когнітивної карти (НКК) розроблялася виходячи з попередніх досліджень на основі використання обраного електротехнологічного обладнання [4-6] і об'єктно-орієнтованого аналізу функціонування підприємств [2]. При чому, для урахування ефективності подальшого застосування одержаних інформаційно-функціональних моделей шляхом створення і реалізації технологічних регламентів водоочистки на різногалузевих об'єктах, у якості вихідного параметра до моделі включені економічні показники.

До матриці взаємовпливу НКК входять такі елементи:

1. Проміжні концепти: E_1 – технічне і технологічне оснащення установок водоочистки; E_2 – ступінь використання обладнання; E_3 – управління виробництвом.

2. Вхідні дії: X_1 – ціни на енергоносії; X_2 – витрата води; X_3 – рН вхідної води; X_4 – концентрація завислих частинок у вхідній воді; X_5 – концентрація нітратів у вхідній воді; X_6 – концентрація фосфатів у вхідній воді; X_7 – біологічне споживання кисню (БСК) вхідної води; X_8 – концентрація синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) у вхідній воді; X_9 – мутність вхідної води; X_{10} – температура вхідної води; X_{11} – рН вихідної води; X_{12} – концентрація завислих частинок у вихідній воді; X_{13} – концентрація нітратів у вихідній воді; X_{14} – концентрація фосфатів у вихідній воді; X_{15} – БСК вихідної води; X_{16} – концентрація СПАР у вихідній воді.

3. Вихідні дії: Y_1 – фінансові витрати; Y_2 – показники енергоефективності.

Модель процесів у комбінованій електротехнологічній установці водоочистки представлено у вигляді відповідного орієнтованого графа (нечіткої когнітивної карти), яка приведена на рисунку 1 і ілюструє множинні зв'язки і характер взаємодії факторів. Концепт енергоефективність (Y_2) є інтегральним показником, який об'єднує витрати електроенергії і якість водоочистки.

Концепти класифікували за характером інформації, яка визначала значення вагових коефіцієнтів: лише троє із них встановлюються експертами (E_1 – технічне і технологічне оснащення установок водоочистки E_2 – ступінь використання обладнання E_3 – управління виробництвом), решту можна визначити із використанням програмного забезпечення [6] і даних від існуючих інформаційно-вимірвальних комплексів (ІВК).

Із урахуванням специфіки одержання інформації, блок адаптивної корекції вагових коефіцієнтів НКК поділено на два підблоки і розроблено окремо відповідні інформаційно-аналітичні забезпечення опрацювання метрологічних даних (рис. 2) [7].

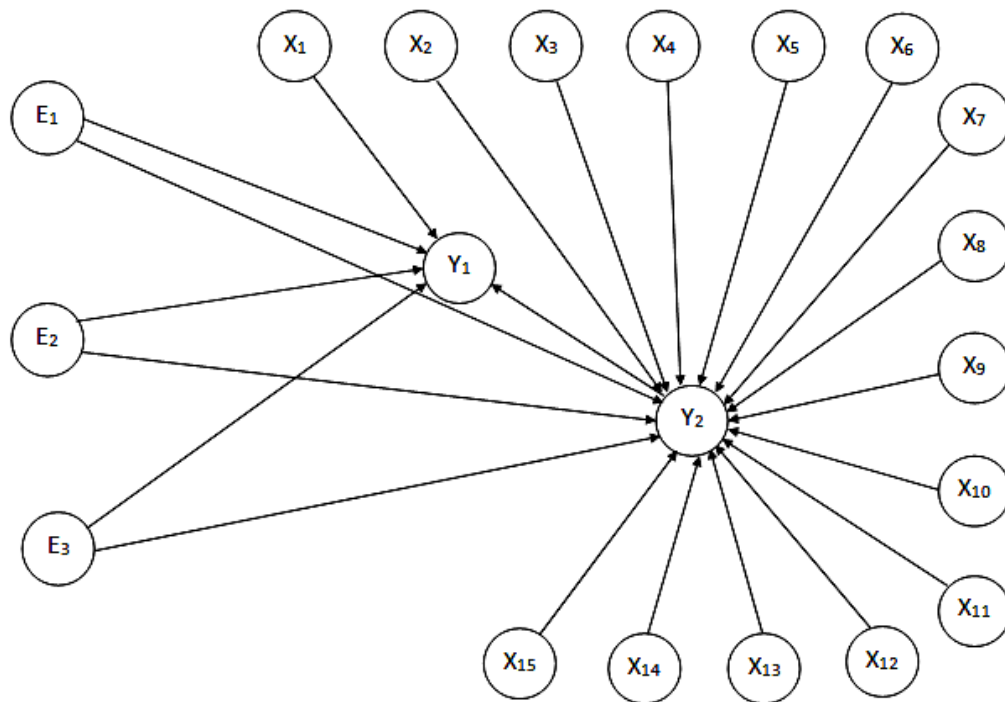


Рис. 1. Орієнтований граф інформаційно-функціональної моделі комбінованої електротехнологічної водоочистки (нечітка когнітивна карта)



Рис. 2. Структурна схема використання блоків адаптивної корекції значень вагових коефіцієнтів НКК водоочистки

Для розроблення і дослідження НКК застосовувався спеціалізований програмний продукт FCMapper, у якому реалізовано математичний апарат узагальнених нечітких когнітивних карт.

Реалізувавши матрицю вагових коефіцієнтів концептів НКК, аналіз її структурних характеристик показав, що 19 концептів виконують функції тільки передавачів (Transmitter); 1 концепт тільки отримує інформацію (Receiver); 1 концепт є "приймально-передавачем" (Ordinary) (рис. 3).

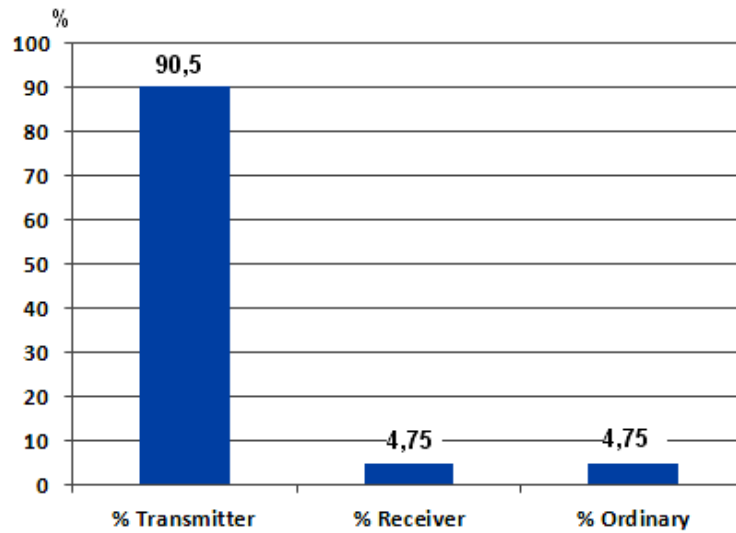


Рис. 3. Структурні характеристики НКК моделювання процесів в комбінованих електротехнологічних системах водоочистки

На базі матриці концептів НКК були розраховані функціональні індекси консонансів (Outdegree), дисонанс (Indegree) і вплив одного фактора на інший (Centrality) (рис. 4).

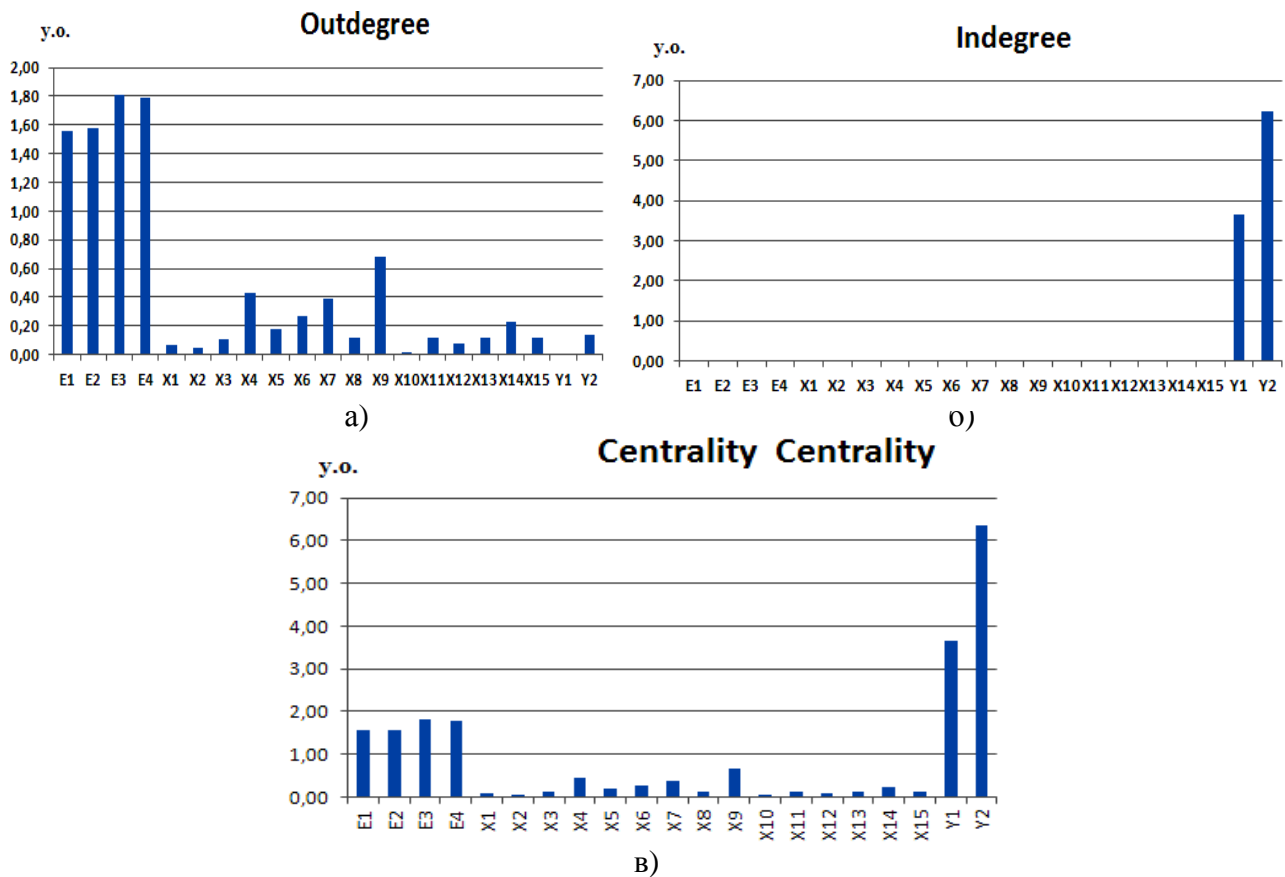


Рис. 4. Структурно-функціональні характеристики матриці концептів НКК:
 а – консонанс, б – дисонанс, в – взаємовплив факторів

Імітаційні дослідження функціонування синтезованої із використанням сценарно-когнітивного моделювання енергоефективної системи управління комбінованою електротехнологічною водоочисткою (вихідні дані одержані з використанням програмного середовища FCMapper) реалізовані з використанням прикладного математичного програмного забезпечення "MatLAB Simulink" (рис. 5) [6,7,8]. Підсистеми Subsystems виконують такі завдання: *Subsystems1* – розрахунок коефіцієнта енергоефективності після розрахунку НМ-моделі процесів водоочистки; *Subsystems2* – розрахунок значення заданого значення коефіцієнта енергоефективності.

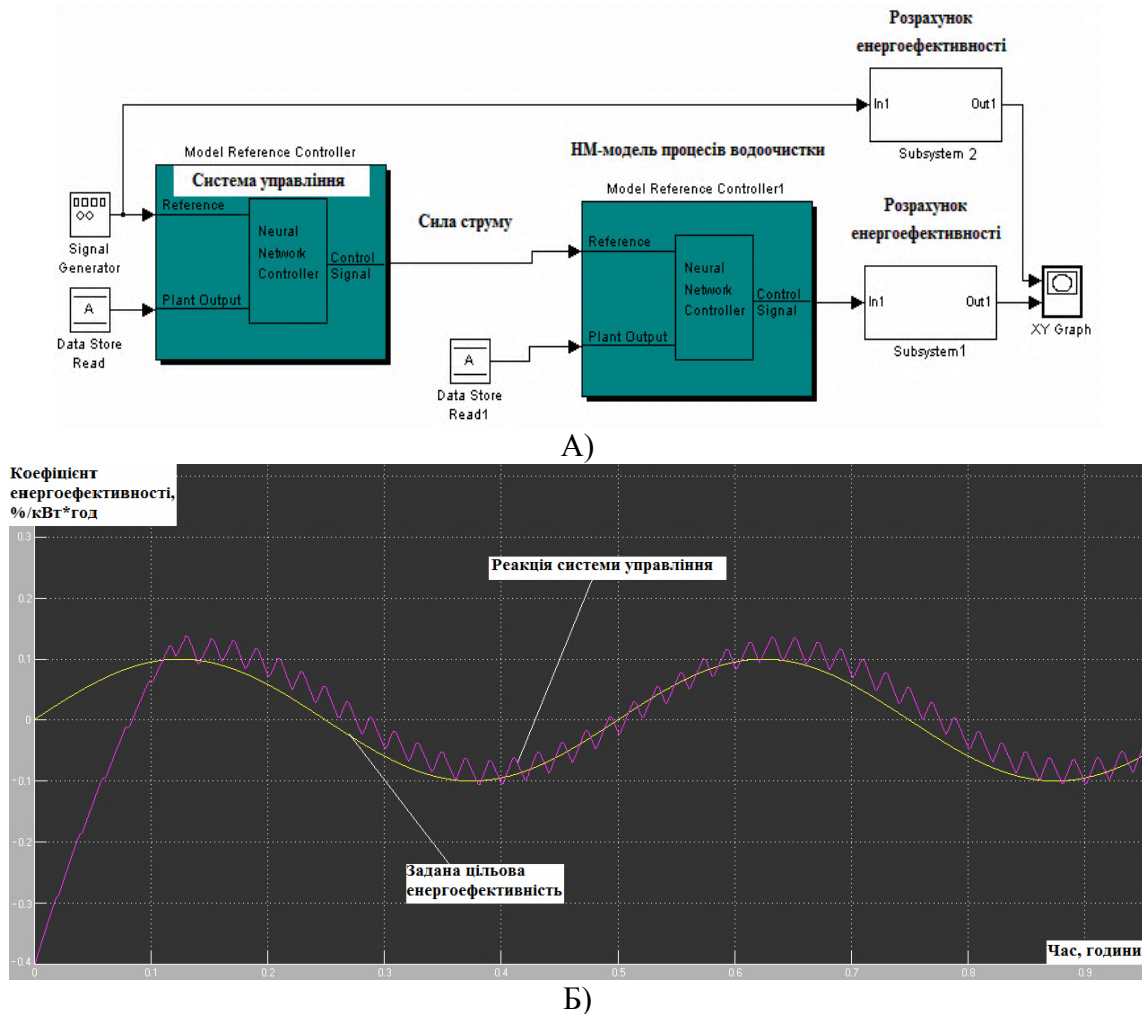


Рис. 5. Імітаційне моделювання ефективності функціонування системи управління водоочисткою: А - структура імітаційної моделі, Б - якість функціонування нейронмережевої системи управління

Характеристики синтезованих інформаційно-функціональних моделей енергоефективності водоочистки відповідають технологічним вимогам і можуть бути використані у подальших дослідженнях (див. рис. 5): середньоквадратична похибка реакції системи при виході на задане значення – 3,82%.

Отже, розроблена і апробована послідовність обґрунтованих кроків включає використання інформаційно-функціональних підходів та техніко-технологічних засобів створення енергоефективних систем водоочистки. Алгоритм синтезу методу побудови відповідних інтелектуальних систем управління моделюється в уніфікованій мові

моделювання UML. Зазначаємо, що в системі задіяні люди-фахівці як експерти, що беруть участь у формуванні значень концептів НКК.

Більшість же елементів системи є зовнішніми: технічні засоби моделювання комбінованої електротехнологічної водоочистки (МКЕВ) – ТЗМКЕВ; база знань комбінованої електротехнологічної водоочистки конкретного підприємства – БЗКЕВ; математичні засоби МКЕВ (нейромережа модель – багатошаровий перцептрон) – МЗМКЕВ; блок фільтрації метрологічної інформації (перетворення Гільберта-Хуанга) – БФМІ; радіально-базисна нейромережа формування значень концептів НКК отриманих від вимірювальних пристроїв – НМРБФ; нейромережа Кохонена групування концептів НКК встановлених експертами – НМК; ймовірнісна Байєсівська нейромережа визначення значень концептів НКК встановлених експертами – НМБ; нечітка когнітивна карта сценарного моделювання комбінованих електротехнологічних процесів водоочистки – НКК; база знань енергоефективного управління комбінованою електротехнологічною водоочисткою – БЗЕУ; нейромережа типу багатошаровий перцептрон енергоефективного управління – НМУБП.

Розглядатимемо один із сценаріїв синтезу – «Розробка системи енергоефективного управління» (у режимі лише основного потоку подій). Основний потік подій побудови інтелектуальних систем управління комбінованою електротехнологічною водоочисткою [6, 7] має вигляд:

1. Проведення експериментальних досліджень (ТЗМКЕВ).
2. Формування бази комбінованої електротехнологічної водоочистки конкретного підприємства (БЗКЕВ) [6].
3. Створення нейромережевої моделі процесів комбінованої електротехнологічної водоочистки (МЗМКЕВ).
4. Фільтрація метрологічної інформації (БФМІ) [5].
5. Розрахунок значень концептів НКК, які будуть передаватись у систему управління від вимірювальних пристроїв (НМРБФ).
6. Формування експертами значень концептів.
7. Опрацювання концептів НКК встановлених експертами (НМК).
8. Визначення значень концептів НКК встановлених експертами (НМБ).
9. Формування НКК та проведення сценарно-когнітивного моделювання.
10. Створення БЗЕУ.
11. Синтез системи енергоефективного управління комбінованою електротехнологічною водоочисткою (НМУБП).

Розроблений метод, крім етапу проектування системи управління, забезпечує штатне функціонування із адаптацією налаштувань обладнання в режимі реального часу, оскільки періодично поновлюється база знань процесу видалення забруднювачів (БЗКЕВ), перенавчається МЗ МКЕВ, розраховуються значення концептів НКК отримуваних від вимірювальних пристроїв, переналаштовується НКК із збереженням даних у БЗЕУ, коректуються параметри НМУБП.

Безпосередньо на підприємстві не змінюються лише значення концептів пов'язаних із експертними оцінками: E_1 – технічне і технологічне оснащення установок водо очистки; E_2 – ступінь використання обладнання; E_3 – управління виробництвом. Однак, використання сучасних телекомунікаційних засобів дає можливість реалізувати віддалене одержання

метрологічної інформації експертами і, відповідно, включення до моделювання їх концептів. Тоді НМК і НМБ в режимі реального часу виконують адаптація НКК, яка, на основі сценарно-когнітивного моделювання створює базу знань для перенавчання управляючої нейромережі [7].

Такий метод дає можливість корегувати функціональні параметри електротехнологічного водоочисного обладнання у режимі реального часу та оперативно підлаштовувати його під дію нештатних ситуацій: залпових викидів забруднювачів, виходу із ладу технологічних вузлів і ін.

Висновки. Одержаний метод синтезу побудови систем управління комбінованою електротехнологічною водоочисткою стічних вод різногалузевих промислових об'єктів на основі інформаційно-функціональних моделей, метрологічної інформації та результатів функціонування обладнання на реальних підприємствах, що дає можливість розв'язати наукові завдання розроблення і впровадження системи управління у режимі реального часу на основі критеріїв енергоефективного видалення забруднювачів, включаючи нештатні ситуації.

Список використаних джерел

1. Мазоренко Д.І., Цапко В.Г., Гончаров Ф.І. та інші Інженерна екологія сільськогосподарського виробництва. – К.: Знання, 2006 – 376 с.
2. Гончаров Ф.І. Методологія підвищення екологічної безпеки об'єктів агропромислової та харчової індустрій / Ф.І. Гончаров, В.М. Штепа // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України : зб. наук. пр. / Укр. н.-д. ін-т прогноз. та випробув. техн. і технол. для с.-г. вир-ва ім. Леоніда Погорілого; ред. колегія.: В.І. Кравчук (голов. ред.) [та ін.]. – Дослідницьке (Київ. обл.): [б. в.]. – 2012. – Вип. 16 (30), кн. 2. – С. 97-104.
3. Вертай С.П. Обоснование структуры и заданий системы поддержки принятия решений обобщенной оценки перспективности инновационных технологий / С. П. Вертай, В. Н. Штепа // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК : збірник наукових праць / Національний університет біоресурсів і природокористування України ; ред. кол. С.М. Ніколаєнко (відпов. ред.) [та ін.]. – Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2016. – Вип. 240. – С. 86-93.
4. 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.
5. 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. – К.: НУБіП України. – 2014. – Вип. 194. – Частина 3. – С. 259 – 265.
6. 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 // Енергетика і автоматика, 2012-01 (11), http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eia_2014_2_10.pdf

7. Штепа В.Н. Оптимизация функционирования нечетких когнитивных карт с использованием нейронных сетей (на примере управления процессами водоочистки) / В. Н. Штепа // Вестник ГГТУ имени П.О.Сухого : научно-практический журнал. – 2016. – № 4 (67). – С. 97-105.

8. Штепа В.М. Обґрунтування та розробка критерію енергоефективності функціонування електротехнологічних систем водопідготовки / В.М. Штепа, Ф.І. Гончаров, М.А. Сироватка // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК: збірник наукових праць. – Київ: НУБіПУ, 2011. – Вип. 161. – С. 187–193.

References

1. Mazorenko D. I., Tsapko V. H., Honcharov F. I. ta inshi. (2006) *Inzhenerna ekolohiya sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva*. [Agricultural Engineering Ecology] – К.: Znannya. 376 p. [in Ukrainian]

2. Honcharov F. I. (2012) *Metodolohiya pidvyshchennya ekolohichnoyi bezpeky ob'yektiv ahropromyslovoyi ta kharchovoyi industriy* [Methodology improve the environmental safety of agricultural and food industries] F. I. Honcharov, V. M. Shtepa. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoyi tekhniky i tekhnolohiy dlya sil's'koho hospodarstva Ukrayiny* Kyiv. 16 (30), p. 97-104. [in Ukrainian]

3. Vertay S. P. (2016) *Obosnovanie struktury i zadaniy sistemyi podderzhki prinyatiya resheniy obobschyonnoy otsenki perspektivnosti innovatsionnyih tehnologiy* [Justification of the structure and tasks of the system to support the adoption of a generalized evaluation of promising innovative technology solutions] S. P. Vertay, V. N. Shtepa. *Naukoviy Visnyk Natsionalnogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannya Ukrayini*. Kyiv. 240.p. 86-93. [in Russian]

4. Shtepa V. N. (2016) *Kontseptualnyie osnovy energoeffektivnoy sistemyi upravleniya kombinirovannyimi sistemami vodoochistki* [Conceptual bases of energy-efficient control system combined water treatment systems] *Izvestiya vysshih uchebnyih zavedeniy i energeticheskikh ob'edineniy SNG. Energetika: nauchno-tehnicheskii zhurnal*. № 5. p. 479 – 487. [in Russian]

5. Shtepa V. M. (2014) *Otsinka enerhetychnykh kharakterystyk protsesiv ochyshchennya stichnykh vod ahropromyslovykh pidpryyemstv elektrotekhnichnyimi kompleksami* [Evaluation of energy characteristics of wastewater treatment processes agricultural enterprises by electrotechnical complexes] *Naukovyy Visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny*. Kyiv. 194. p. 259 – 265. [in Ukrainian]

6. Shtepa V. M. (2012) *Obgruntuvannya alhorytmu eksperymental'no-analitychnykh doslidzhen' rezhytiv elektrotekhnichnoyi ochystky stichnykh vod ahropromyslovykh ob'yektiv z metoyu pobudovy enerhoefektyvnykh system upravlinnya* [Justification algorithm experimental and analytical studies of electrical regimes agricultural wastewater treatment facilities to build energy-efficient control systems] *Enerhetyka i avtomatyka*, 1(11), http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eia_2014_2_10.pdf [in Ukrainian]

7. Shtepa V.N. (2016) *Optimizatsiya funktsionirovaniya nechetkih kogitivnyih kart s ispolzovaniem neyronnyih setey (na primere upravleniya protsessami vodoochistki)* [Optimizing the functioning of fuzzy cognitive maps using neural networks (in the example process control

purification)] Vestnik GGTU imeni P.O.Suhogo : nauchno-prakticheskiy zhurnal. № 4 (67). p. 97-105. [in Russian]

8. Shtepa V.M. (2011) *Obhruntuvannya ta rozrobka kryteriyu enerhoefektyvnosti funktsionuvannya elektrotekhnolohichnykh system vodopidhotovky* [Justification and development of energy efficiency criteria for electro-technological water treatment systems] V. M. Shtepa, F. I. Honcharov, M. A. Syrovatka. Naukovyy Visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: Tekhnika ta enerhetyka APK. Kyiv. 161. p. 187–193. [in Ukrainian]

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКОЙ СТОЧНЫХ ВОД РАЗНООТРАСДЛЕВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

ШТЕПА В.М., КАПЛУН В.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработать метод синтеза систем энергоэффективного управления комбинированными электротехнологическими системами очистки сточных вод для дальнейшего его использования при проектировании разноотраслевых промышленных объектов.

Методика. Оцениваются недостатки и преимущества построения промышленных систем водоочистки с использованием физического и математического способов моделирования соответствующих технологических процессов. Исследуются производственные факторы, которые влияют на эффективность таких процессов, на их основе формируется и анализируется структура нечеткой когнитивной карты. На основе созданной модели разрабатывается концепция адаптации значений концептов в режиме реального времени. Выполняется анализ энергоэффективности синтезированной в соответствии с выбранной концепцией системы управления очисткой промышленных сточных вод. Формируется последовательность построения соответствующих информационно-управляющих систем.

Результаты. В работе разработан метод синтеза систем энергоэффективного управления комбинированными электротехнологическими системами очистки сточных вод разноотраслевых промышленных объектов с использованием информационно-функциональных моделей.

Научная новизна. Впервые получен метод синтеза систем энергоэффективного управления комбинированными электротехнологическими системами очистки сточных вод разноотраслевых промышленных объектов на основе нейросетевого и когнитивного моделирования с использованием результатов физического моделирования, что позволило оптимизировать базовые процессы водоочистки в условиях нештатных ситуаций.

Практическая значимость. В работе разработаны структурно-функциональная схема и алгоритм синтеза систем энергоэффективного управления комбинированными электротехнологическими системами очистки сточных вод разноотраслевых промышленных объектов.

Ключевые слова: моделирование, комбинированная электротехнологическая система водоочистки, сточные воды, система управления, нейронная сеть, нечеткая когнитивная карта.

**ENERGY EFFICIENT MANAGEMENT METHOD
OF COMBINED ELECTRO-TECHNOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT
OF DIFFERENT-INDUSTRIAL OBJECTS**

SHTEPА V.N., KAPLUN V.V.

Kyiv National University of Technologies & Design

Purpose. *Develop a method for the synthesis of energy-efficient control of electro-technological combined wastewater treatment system for further use in the design of different-industrial facilities.*

Methods. *Evaluated advantages and disadvantages of constructing industrial water treatment systems using physical modelling and mathematical methods relevant processes. Considered the production factors that influence the effectiveness of these processes and on these basis formed the structure of fuzzy cognitive map for creating model adaptation concepts in real time. Analysing energy efficiency of synthesized according to the chosen concept of management of industrial waste water purification. Formed construction sequence corresponding information and control systems.*

Results. *The method for the synthesis of energy efficient control of electro-technological combined wastewater treatment system for further use in the design of different-industrial facilities using information and functional models.*

Originality. *Developed a method for the synthesis of energy-efficient control of electro-technological combined wastewater treatment system for further use in the design of different-industrial facilities based on the neural grids and cognitive modelling results using physical modeling, enabling optimized purification basic processes in terms of emergency situations.*

The practical significance. *The structural and functional circuit and algorithm synthesis of energy-efficient control systems electro-technological combined wastewater different-industrial facilities.*

Keywords: *modelling, combined electro-technological water treatment system, wastewater, management system, neural network, fuzzy cognitive map.*