

УДК 621.311

СТАСЮК О.І., д.т.н., професор,
ГОНЧАРОВА Л.Л., к.т.н., доцент (ДЕТУТ)

Принципи і методи комп'ютерної інтелектуалізації мереж електропостачання залізниць

Приведено результати аналізу стану наукових досліджень в сфері сучасних принципів комп'ютерної інтелектуалізації процесів обробки інформації і розробки теоретичних і концептуальних основ архітектурно - структурної організації розподілених обчислювальних мереж в області залізничної енергетики. Обґрунтована актуальна наукова проблема - створення сучасного інструментарію з інтелектуальними властивостями орієнтованого для керування і оптимізації електропостачання залізниць та формування і накопичення нових знань. Показано, що домінуючою, при формування нових знань в залізничній енергетиці, є необхідність в проведенні більш глибокого дослідження стохастичних процесів функціонування енергосистеми для суттєвого підвищення рівня інформативності. Розроблена методологія використання математичного апарату диференційних перетворень для дослідження глибини інформативності стохастичних процесів енергосистеми. Запропонована сукупність взаємозалежних принципів організації інтелектуально – комп'ютерного середовища як інтелектуального інструменту на фоні інноваційних і інвестиційних перетворень систем електропостачання. На базі запропонованих принципів розроблено сукупність методів синтезу архітектури інтелектуально – комп'ютерного середовища, основоположним з яких є метод досліджень спільних властивостей топології розподілених залізничних і комп'ютерних мереж, математичних моделей, методів і алгоритмів.

Ключові слова: комп'ютерні мережі, принципи, методи, математичні моделі, інтелектуалізація, електропостачання, комп'ютерне середовище, оптимізація, інтелектуальна обробка інформації.

Постановка проблеми

Сучасні тенденції розвитку і впровадження інформаційних і мережевих технологій базуються на використанні перспективних надвеликих інтегральних схем, програмуємих логічних матриць, мікроконтролерів та сигнальних процесорів, виготовлених на одному кристалі, а в деяких випадках - модулів з інтелектуальними властивостям (IP-core) [1, 2, 6]. Застосування сучасних принципів організації, що формують теоретичні основи для дослідження в сфері комп'ютерної інтелектуалізації процесів обробки інформації, відкрили перспективи розвитку інноваційних підходів для побудови високоефективних розподілених комп'ютерних систем і обчислювальних мереж. Подібні обчислювальні середовища володіють принципово новими архітектурними і функціональними властивостями, такими як реконфігурація структури з елементами самоорганізації, штучний інтелект, багатокomпонентність системи з розподіленою базою даних [2 - 4]. Високу ефективність застосування інтелектуальних технологій обробки інформації з

використанням засобів впливу на складні розподілені об'єкти і системи, до яких відноситься енергетика і транспорт, можна отримати шляхом використання перспективних концепцій управління та оптимізації режимів функціонування в недетермінованих обставинах, з метою активного їх використання для формування раціонального рішення. З цих позицій, інтелектуальні властивості комп'ютерного середовища проявляються як реакція на нову інформацію у вигляді формування нових правил дій, що базуються на існуючому формалізмі і неформальному підході для забезпечення безперервного накопичення знань і розподілу їх між комп'ютерним середовищем і людиною. На сьогоднішній день, стан наукових досліджень в сфері розробки теоретичних і концептуальних основ архітектурно - структурної організації в предметній області організації розподілених комп'ютерних систем і мереж дозволяє зробити висновок, що існує актуальна наукова проблема створення сучасного інструментарію з інтелектуальними властивостями з врахуванням сучасних досягнень в області синтезу нечітких математичних моделей, методів і комп'ютерно – орієнтованих алгоритмів [3, 7].

© О.І. Стасюк, Л.Л. Гончарова, 2016

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх досліджень і публікацій, а також стану і тенденцій розвитку розподілених комп'ютерних систем і мереж в світі сучасних і перспективних інформаційних та нанотехнологій показав, що їх бурний розвиток стимулював один із потужних напрямків, який називається інтелектуальна обробка інформації [4]. Постійний ріст складності сучасних обчислювальних систем і розподілених комп'ютерних мереж, потреба в високій продуктивності обробки інформації, та забезпечення високого рівня надійності і відмовостійкості роботи в реальних умовах керування розподіленими енергетичними комплексами, при значному числі вхідних інформаційних потоків стохастичного характеру, потребує організації, в реальному часі, паралельної обробки первинних даних формалізованими і не детермінованими методами, що в сукупності визначає парадигму використання інтелектуальної обробки первинної інформації з метою раціонального керування процесами функціонування силових енергетичних об'єктів, а при необхідності - поновлювати роботозданість шляхом реконфігурації топології. Цей факт, по суті, визначає особливості сучасних інноваційних підходів і методів синтезу високоефективних комп'ютерних систем і мереж з інтелектуальною обробкою інформації в реальному часі. В проведених авторами дослідженнях, а також в останніх публікаціях, акцентується увага на те, що сукупність процедур для інтелектуалізації обробки інформації базується на стрімкому розвитку сучасних інформаційних технологіях, які набувають особливого значення для ефективного рішення двох головних проблем. По перше, це отримання, в реальному часі, об'єктивної і багатоаспектної інформації про стан комплексу технологічних процесів, що протікають в складному енергетичному об'єкті, а також дані про напрямок розвитку кожного технологічного процесу. В зв'язку з цим, оперативний синтез знань, отриманих на основі інтелектуальної обробки даних, дає абсолютно нову якість в сфері керування і дозволяє реалізувати прогноз і передбачати негативний розвиток явищ і процесів. По-друге, використання перспективних методів інтелектуальної обробки інформації відкриває можливість суттєво збільшити надійність, якість і безпеку функціонування складних енергетичних систем, включаючи процедури прийняття оперативних і стратегічних рішень.

Відокремлення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми.

Стан наукових досліджень в предметній області, яка розглядається, пов'язаний з комп'ютерною інтелектуалізацією процесів складних енергетичних об'єктів і систем, дозволяє зробити висновок, що процедури інтелектуальної обробки інформації

базуються на моделі інформаційної інтелектуальної системи, комп'ютерних засобах і відповідній структури бази знань, в основі яких використовуються або синтезуються сучасні методи отримання і представлення знань, а також методи і критерії оцінки ефективності функціонування інтелектуальної комп'ютерної мережі. Теоретичну основу дослідження в області інтелектуалізації швидкоплинних технологічних процесів складає, як правило, математичний апарат теорії нечітких множин для синтезу алгоритмів обробки погано формалізованої інформації, а також оперування нею. Використання подібних нечітких математичних моделей і алгоритмів інтелектуалізують процеси пошуку і вибору керуючих впливів і суттєво покращують інформативність прийняття рішень. В той же час, мало дослідженою частиною загальної проблеми інтелектуалізації є те, що при створенні комп'ютерного інтелектуального середовища для управління, в реальному часі, енергосистемою не достатньо уваги приділяється створенню унікальних електронних комп'ютерних компонентів для більш глибокого дослідження і визначення інформативності первинних даних при реєстрації динамічних, перехідних і аномальних процесів функціонування енергетичних об'єктів. Розробка нових принципів організації і методів синтезу інтелектуального обчислювального середовища на основі високоінформативних первинних даних передбачає взаємоув'язку переваг оптимізації, енергозбереження і гнучкості управлінських рішень в нечітких моделях адекватних неповноті отриманої інформації і багатоманітному стану енергетичної системи. Обробка як кількісної, так і погано формалізованої якісної первинної інформації реалізується з єдиних загальносистемних позицій. Використання евристичних моделей і сучасного комп'ютерного інструментарію стає важливим інтелектуальним інструментом інноваційного перетворення складних енергетичних систем.

Мета роботи

Метою роботи є розробка загальних принципів комп'ютерної інтелектуалізації обробки інформації, що формують теоретичну основу синтезу методів організації інформаційно - інтелектуального комп'ютерного середовища оптимізації і керування складними електротехнічними об'єктами і комплексами електропостачання залізниць на основі електронних комп'ютерних сегментів глибокого дослідження та покращення рівня інформативності стохастичних недетермінованих вхідних потоків первинних даних, які поступають в процесі функціонування енергооб'єктів для формування евристичних моделей синтезу нових знань.

Основний матеріал дослідження

Сучасні складні електротехнічні об'єкти і системи, до яких відносяться мережі електропостачання залізниць, характеризуються значною кількістю різномірних функціонально взаємозалежних компонентів і сегментів енергетичного середовища, високим рівнем динамічності та складністю протікання швидкоплинних технологічних процесів при генерації, постачанні і споживанні електроенергії. Досягнення та збереження стійкості електричних систем, в процесі постачання електроенергії на тягу, в високо збудженому зовнішньому середовищі, та проведення процедур мінімізації електроспоживання з використанням сучасних енергозберігаючих технологій, при значному рівні існуючих перешкод, може бути підтримано тільки завдяки застосуванням комп'ютерних технологій, що відкривають можливість реалізувати як тенденційний аналіз і оцінку наслідків впливу зовнішніх і внутрішніх завад, так і реалізацію стратегії виконання критеріїв оптимізації електропостачання. Дякуючи сучасним комп'ютерним засобам керування стійкістю електропостачання, з точки зору оптимального функціонування електромережі, відкривається можливість визначати, формувати і насичувати цінними новими знаннями про властивості поведінки енергосистеми при нормальних і аномальних режимах її функціонування в процесі раптової появи різко ростучих загроз, а також заздалегідь реагувати на них шляхом маневрування сукупністю своїх ресурсів. Дуже часто пошук оперативних і стратегічних управлінських рішень в нестационарному середовищі електропостачання проводиться в умовах великої неповноти інформації. Рівень неповноти первинних інформаційних даних, в деяких випадках, може бути настільки великим, що в таких ситуаціях для пошуку нестандартних управлінських рішень і осмислення їх, спеціалісти часто покладаються на свій досвід і інтуїцію більш, ніж на результати рішень, отриманих шляхом моделювання жорстко формалізованих математичних моделей. Для придання математичним моделям, а також комп'ютерно-орієнтованим методам і алгоритмам здатності сприйняття погано формалізованої інформації і оперування нею, розроблено ряд математичних апаратів, наприклад, теорії нечітких множин. Використання подібних комп'ютерно-орієнтованих методів і алгоритмів «інтелектуалізує» процес пошуку і вибору керуючих рішень, що обґрунтовує концепцію стійкості системі енергопостачання в плані оптимального функціонування і максимального енергозбереження. Таким чином, на сьогоднішній день, з'явився перспективний потужний напрямок, який прийнято називати – інтелектуальна обробка інформації [5]. В науково – технічній літературі термін «Інтелектуальна обробка даних» немає чіткого визначення, але є ряд

описів пов'язаних, як правило, з тою предметною сферою, в якій проводяться дослідження. У зв'язку з цим, принципи організації комп'ютерних систем, які включають процедури інтелектуалізації обробки інформації і функціонують на основі бази знань для виявлення, отримання, концептуалізації і представлення знань, реалізуються з врахуванням особливостей предметної області. В той же час, особливістю обробки даних в комп'ютерному середовищі, орієнтованому на керування швидкоплинними технологічними процесами постачання і споживання електроенергії, домінуючою є первинна інформація, що поступає у вигляді аналогових, дискретних і цифрових сигналів із виходів відповідних датчиків, що розташовані в різних сегментах енергомережі та системи захисту. Неповнота отриманих первинних даних при цьому залежить як від способів реєстрації первинної інформації, так і від синхронізації вимірів, що дуже важливо при управлінні розподіленими енергетичними системами, а також від формування і організації первинних даних з єдиних інформаційних позицій у вигляді єдиного середовища. Тому, для організації інтелектуальної обробки інформації як основи формування і накопичення нових знань, дуже важливим фактором є рішення сукупності задач, що дозволяють суттєво підвищити рівень інформативності в отриманих первинних даних. З'являється потреба в проведенні більш глибокого дослідження стохастичних процесів функціонування енергосистеми для створення методів читання первинних даних і синтезу і, на їх базі, сучасних мікропроцесорних засобів реєстрації первинної інформації, що адекватно відображає об'єкт функціонування.

В зв'язку з різноманітністю тлумачень терміну «інтелектуальна обробка даних», в рамках нинішньої роботи під терміном «комп'ютерна інтелектуалізація мереж електропостачання залізниць» будемо розуміти сукупність принципів і методів синтезу інтелектуально – комп'ютерного середовища на основі мікропроцесорних сегментів дослідження і визначення всієї глибини інформативності стохастичних первинних даних функціонування енергосистем як бази формування нових знань в залізничній енергетиці для оптимізації енергоспоживання і створення сучасних енергозберігаючих технологій. Первинна інформація, отримана за допомогою нових сучасних методів і комп'ютерних засобів, володіє високим ступенем інформативності про об'єкт керування, що відкриває можливість визначення як сукупності нових параметрів для оптимізації процедур електропостачання так і отримання та формування нових знань про процеси, що протікають в залізничних енергосистемах. Завдяки підвищеній інформативності первинних даних, відкривається можливість по новому розв'язувати проблему отримання нових знань,

шляхом синтезу нового класу математичних моделей і, відповідно, рішення сукупності задач підвищеної математичної складності і розмірності, що неможливо було б реалізувати традиційними методами реєстрації і обробки первинної інформації. Тому процес формування нових знань на основі процедур збільшення інформативності первинної інформації і, на її базі, створення нового класу математичних моделей і методів для рішення задач підвищеної складності та розмірності будемо називати інтелектуальною обробкою інформації. При такому підході організація інтелектуально – комп'ютерного середовища для оптимізації процесів електроспоживання та енергозбереження в залізничній енергетиці, з точки зору формування нових знань, є домінуючою, тому, що вона базується на сучасних методах збільшення інформативності первинних даних про об'єкти керування і є основою створення нових математичних моделей і методів обчислень на відміну від процедур інтелектуалізації вибору управлінських рішень на основі бази знань для забезпечення стійкості енергосистеми в розумінні максимального енергозбереження. Результати проведених досліджень, а також аналіз властивостей і характеристик в предметній області, до якої відноситься залізнична електроенергетика, показали, що інтелектуальним інструментом на фоні інноваційних і інвестиційних перетворень систем електропотрачання, а також організації їх життєздатності з точки зору оптимального функціонування, що базується на використанні сучасних технологій енергозбереження, є організація інтелектуально – комп'ютерного середовища як основи створення інтелектуальних, самонавчаючихся, адаптивних мереж електропостачання на тягу.

Організація архітектури інтелектуально – комп'ютерного середовища може бути здійснення на основі розробленої сукупності взаємозалежних принципів, як показано на рис. 1. Основоположним принципом синтезу інтелектуально – комп'ютерного середовища є загальносистемний принцип інтелектуалізації швидкоплинних технологічних процесів постачання електроенергії залізницям. Суть цього принципу полягає в забезпеченні формування теоретичних основ для дослідження в області інтелектуалізації таким чином, щоб інтелектуальні властивості розподіленого комп'ютерного середовища або системи проявлялись як реакція, яка адекватна ситуації на внутрішні і зовнішні збудження залізничної енергосистеми. Наступним, дуже важливим, є принцип єдиного загальносистемного виміру первинної інформації залізничної електроенергетики, оскільки він є базовим при отриманні високоінформативних первинних даних, що відображають збуджені режими функціонування системи електропостачання. Загальний підхід до організації виміру з метою

збільшення інформативності первинних даних можна реалізувати на основі застосування перетворень Тейлора, представлених у вигляді відповідної пари перетворень, що, наприклад, для напруги живлення залізниць може бути записано у вигляді [5, 8]

$$u_j(k) = \frac{H^k}{k!} \left[\frac{d^k u(t)}{dt^k} \right]_{t=0} \approx u_j(t) = \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{t}{H} \right)^k u_j(k) \quad (1)$$

де $u_j(t)$ - значення напруги, представлене у вигляді оригіналу;

$u_j(k)$ - диференційне зображення оригіналу напруги, що представляє собою дискретну функцію цілочислового аргументу $k = 0, 1, 2, \dots$;

H - масштабна постійна, що має ту ж розмірність, що й аргумент t і вибирається, як правило в діапазоні $0 \leq t \leq H$, на якому розглядається функція оригінал;

$\overline{\&}$ - символ відповідності між оригіналом $u_j(t)$ і диференціальним зображенням $u_j(k)$, $k = 0, 1, 2, \dots$

У виразі (1) математична залежність ліворуч від символу $\overline{\&}$ називається «пряме диференційне перетворення», що дозволяє по функції оригіналу $u_j(t)$ одержати Т - зображення $u_j(k)$, а праворуч - зворотне диференційне перетворення, що дозволяє за значенням дискрет $u_j(k)$, $k = 0, 1, 2, \dots$ одержати значення напруги – оригіналу $u_j(t)$. Відмітимо, що отримане значення напруги-оригіналу $u_j(t)$ представлено, по суті, рядом Тейлора в точці $t = 0$.

Розглянемо особливості використання диференційних перетворень (1) для формування високоінформативної первинної інформації про режими функціонування системи електропостачання. В процесі функціонування складних енергетичних об'єктів, формування Т - зображень набору параметрів на основі їх оригіналів реалізується наступним чином.

В процесі проведення безперервного моніторингу системи електропостачання залізниць одночасно реєструється сукупність параметрів - значень напруг-оригіналів $u_j(t_0), u_j(t_1), u_j(t_2), \dots, u_j(t_n)$, $j = 1, 2, \dots$, визначення струмів, частоти і т. ін. Значення диференційних зображень $u_j(0), u_j(1), u_j(2), \dots, u_j(k)$, $j = 1, 2, \dots$, $k = 0, 1, 2, \dots$ у вигляді дискретних Т-функцій цілочислового аргументу $k = 0, 1, 2, \dots$, що відображають режим функціонування енергосистеми, може бути обчислено шляхом рішення системи рівнянь:

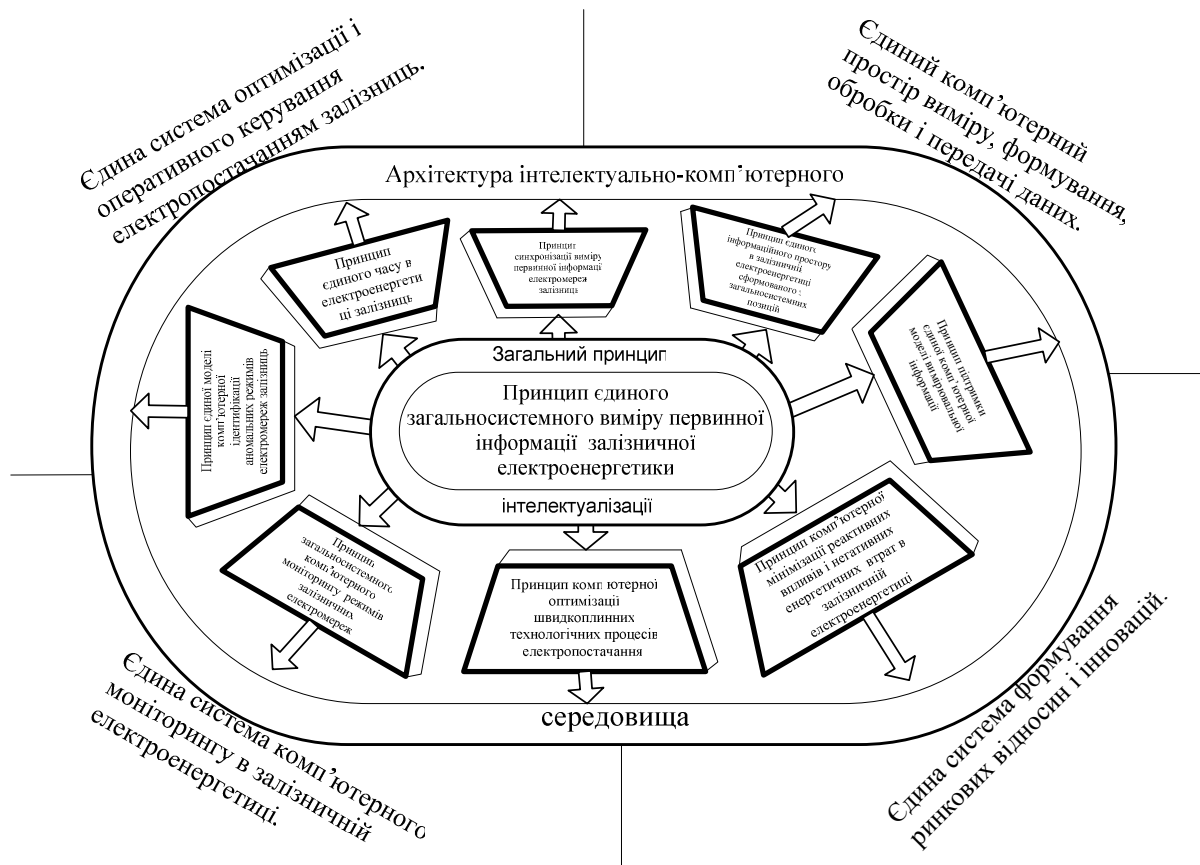


Рис. 1. Організація архітектури інтелектуально-комп'ютерного середовища

$$\Theta \mathbf{U}_j^k = \mathbf{u}_j^k, \quad (2)$$

де $\mathbf{U}_j^k = (u_j(0), u_j(1), u_j(2), \dots, u_j(k))^T, k = n$

вектор диференціальних зображень напруг j -го фідера;

$\mathbf{u}_j^k = [u_j(t_1) u_j(t_2) u_j(t_3) \dots u_j(t_n)]^T$ - вектор напруг оригіналів, компоненти якого представлені в моменти часу t_i ;

Θ - матриця виду:

| | | | | |
|------------|---|---------------------|---|------------------------------------|
| $\Theta =$ | 1 | $\frac{t_1}{H}$ | · | $\left(\frac{t_1}{H}\right)^k$ |
| | 1 | $\frac{t_2}{H}$ | · | $\left(\frac{t_2}{H}\right)^k$ |
| | · | · | · | · |
| | 1 | $\frac{t_{n-1}}{H}$ | · | $\left(\frac{t_{n-1}}{H}\right)^k$ |
| | 1 | 1 | · | 1 |

Рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь (2) дозволить отримати n невідомих T - дискрет $u_j(0), u_j(1), u_j(2), \dots, u_j(k), j = 1, 2, k = 0, 1, 2, \dots$, що відображають значення напруги-оригіналу $u_j(t_0), u_j(t_1), u_j(t_2), \dots, u_j(t_n)$, j -го фідера на інтервалі $(0, H)$. Сукупність T - дискрет $u_j(0), u_j(1), u_j(2), \dots, u_j(k)$, може бути використана для інтелектуальної обробки інформації в області T -зображень, наприклад, для спектрального аналізу, проведення більш глибокого дослідження аномального режиму функціонування режиму енергопостачання, визначення, з більш високою точністю, сукупності якісних та кількісних показників енергосистеми. Крім того, набір T -дискрет використовуються як вхідні величини для проведення подальших обчислень в області зображень за допомогою математичних моделей підвищеної складності і розмірності, а для формування керуючих впливів отримані дискрети $u_j(0), u_j(1), u_j(2), \dots, u_j(k)$, згідно (1)

переводяться в область оригіналів. Відмітимо, що отримані результати можуть бути достатньо ефективно використані при дослідженні процесів функціонування енергетичної системи в діапазоні $0 \leq \tau \leq H$, наприклад, з метою обчислення необхідного набору показників для контролю технічного стану, прогнозу надійності електропостачання в заданому проміжку часу. В інших випадках використовується метод припасування Т - спектрів [8].

В сфері принципу загальносистемного виміру можуть бути використано ряд додаткових принципів, таких як принцип єдиного часу в електроенергетиці, оскільки система електропостачання представляє собою територіально - розподілену, а також принцип синхронізації виміру первинної інформації електромереж залізниць в різних сегментах енергосистеми. Домінуючим також є принцип єдиного інформаційного простору в залізничній електроенергетиці, сформований з загальносистемних позицій, він є основоположним в процесі інтелектуальної обробки різноманітної інформації – технологічної, комерційної, нормативної у вигляді єдиного обчислювального процесу при рішенні задач підвищеної складності і розмірності. При цьому дуже важливими є процедури представлення оброблених інформативних даних, отриманих з різних сегментів територіально - розподіленої системи електропостачання у вигляді інтегрованої інформації, що адекватно відображає процеси електроспоживання, і можуть бути виконані на основі принципу підтримки єдиної комп'ютерної моделі вимірювальної інформації. Процеси оптимізації енергоспоживання можуть бути реалізовані на основі принципу комп'ютерної мінімізації реактивних впливів і негативних енергетичних втрат в залізничній електроенергетиці, принципу комп'ютерної оптимізації швидкоплинних технологічних процесів електропостачання згідно відповідних критеріїв. Принципи комп'ютерної мінімізації і оптимізації в сукупності базуються на принципі загальносистемного комп'ютерного моніторингу режимів залізничних електромереж для одержання, в реальному часі, інформативних первинних даних і принципі єдиної моделі комп'ютерної ідентифікації аномальних режимів електромереж залізниць з метою діагностики стану, прогнозу роботоспроможності енергосистеми та недопуску системних аварійних режимів. На основі розглянутих принципів може бути запропоновано інтегроване інтелектуально - комп'ютерне середовище, яке складається із системи інтелектуального комп'ютерного моніторингу в залізничній електроенергетиці як основи функціонування інтелектуального комп'ютерного простору, де реалізується вимір, формування, обробка, передача і представлення інформації, єдиної інтелектуальної системи оптимізації енергозбереження і оперативного

керування електропостачанням залізниць, а також інтелектуальної єдиної системи формування ринкових відносин, послуг і інноваційної діяльності.

Запропонована сукупність взаємозалежних принципів є основою організації методів синтезу архітектури розподіленого багаторівневого інтелектуально – комп'ютерного середовища керування електропостачанням в залізничній енергетиці, схемна реалізація якого наведена на рис. 2.

Базовим методом синтезу є метод загальносистемних досліджень спільних властивостей топології розподілених залізничних енергосистем, математичних моделей, комп'ютерно-орієнтованих методів, алгоритмів, архітектур обчислювальних систем, сучасних ІТ- технологій і особливостей виготовлення надвеликих інтегральних схем як основи організації інтелектуальної технології оптимізації керування електропостачанням і енергозбереженням. В сфері базового методу основоположним є метод адекватного відображення комп'ютерно-орієнтованих математичних моделей, методів і алгоритмів на архітектуру обчислювального середовища і, відповідно, топологію електросистеми для формування інтелектуальної мережі електропостачання залізниць. На базових підходах пропонується метод системного аналізу і оптимізації електропостачання режимів електричних мереж залізниць, методи застосування нечітких моделей в умовах невизначеності, методи комп'ютерно-орієнтованого математичного моделювання в залізничній енергетиці і методи організації розподілених паралельних обчислень в залізничній електроенергетиці. На наступному етапі використовуються методи багатокритеріального і багатоаспектного вибору оперативного і стратегічного рішення визначення режимів електропостачання залізничних мереж, адаптивні методи формування управлінських рішення на основі диференційних перетворень, методи оптимізації керуючих рішень і процедур оперативного диспетчерського управління електропостачанням. Після цього реалізується сукупність процедур, пов'язаних з комп'ютеризацією і інтелектуалізацією розподілених електричних мереж залізниць. До них відносяться процедури, пов'язані з проведенням системного моніторингу в залізничній енергетиці, комп'ютерної автоматизації технологічних процесів електроспоживання в електроенергетиці, впровадження перспективних ІТ- технологій оптимізації електропостачання, інтелектуалізації процедур комерційного обліку електроспоживання залізниць, інтелектуалізації оперативного диспетчерського управління електричних мереж, комп'ютеризації і інтелектуалізації фінансової, інноваційної і інвестиційної діяльності Укрзалізниця, а також процедури комп'ютерної інтелектуалізації взаємовідносин Укрзалізниця з Енергоринком і суміжними організаціями. І, нарешті, завершальною є

технологія автоматизації бізнес-процесів в залізничній енергетиці, до якої відносяться процедури розширення кількості і якості взаємних послуг з ринком електроенергії, процедури електронного взаєморозрахунку з Енергоринком і обленерго,

процедури комп'ютеризації бізнес - процесів Укрзалізниці, а також комп'ютеризація процесів формування корпоративної рентабельності Укрзалізниці.

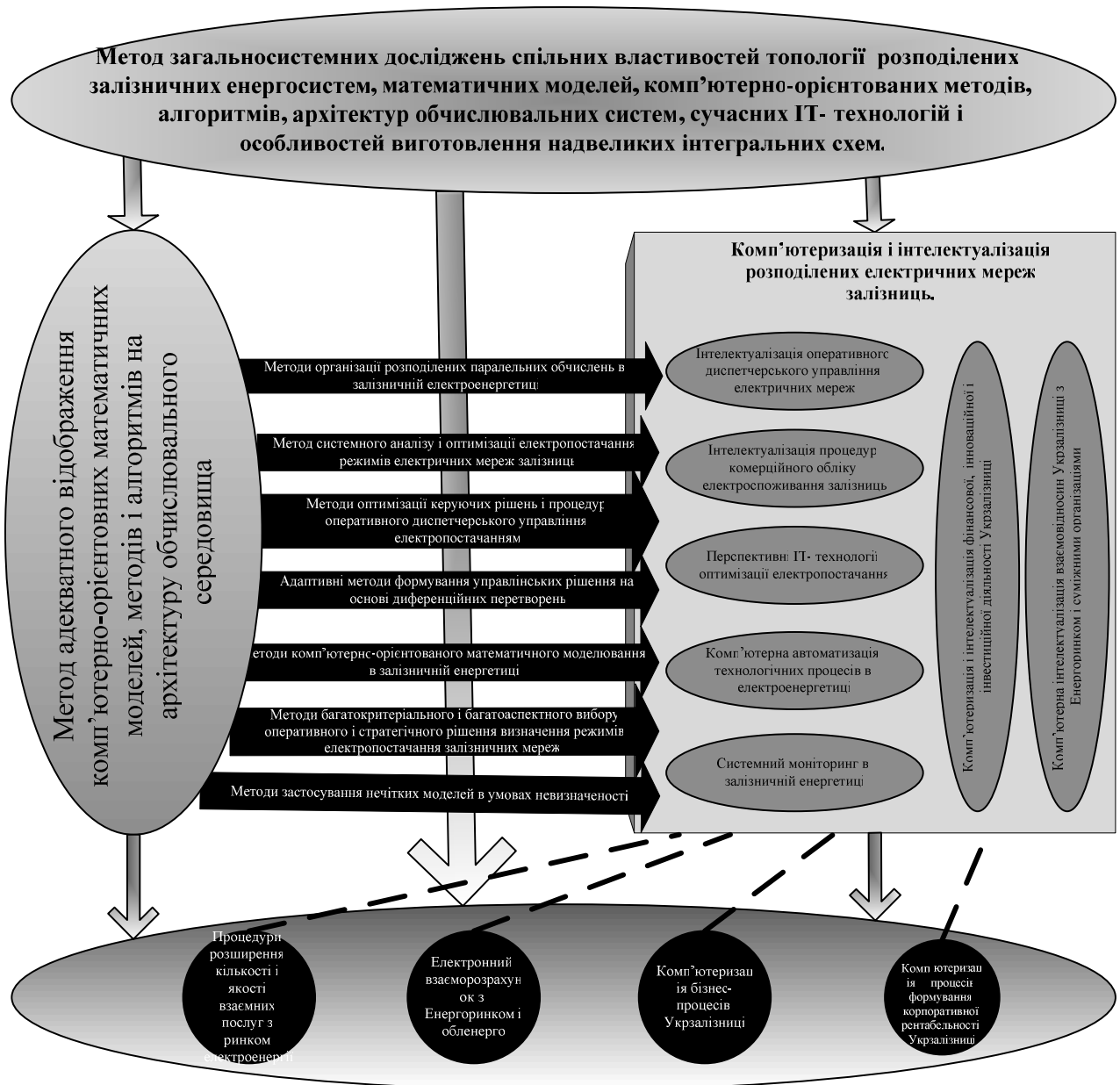


Рис. 2. Методологія синтезу інтелектуально-комп'ютерного середовища

Висновки

1. На основі проведеного аналізу сучасних принципів комп'ютерної інтелектуалізації процесів обробки інформації можна зробити вивід, що існує актуальна наукова проблема створення сучасного інструментарію з інтелектуальними властивостями на

базі перспективних інноваційних підходів і методів синтезу вискоєфективних комп'ютерних систем і мереж з інтелектуальною обробкою даних в реальному часі для оптимізації і керування складними електротехнічними об'єктами і комплексами електропостачання залізниць.

2. Показано, що для вирішення проблеми інтелектуальної обробки інформації в комп'ютерних системах і мережах та формування і накопичення нових знань, домінуючим є проведення більш глибокого дослідження стохастичних процесів функціонування енергосистеми для суттєвого підвищення рівня інформативності в отриманих первинних даних.

3. Проведені дослідження властивостей і характеристик в предметній області, до якої відноситься залізнична електроенергетика, показано, що інтелектуальним інструментом на фоні інноваційних і інвестиційних перетворень систем електропостачання, а також організації їх життєздатності з точки зору оптимального функціонування, може бути інтелектуально – комп'ютерне середовище, синтезоване на основі запропонованої сукупності принципів організації інтелектуальних, самонавчаючихся, адаптивних мереж електропостачання на тягу.

4. Для визначення високого рівня інформативності стохастичних первинних даних функціонування енергосистем, як бази формування нових знань в залізничній енергетиці і оптимізації енергоспоживання та створення сучасних енергозберігаючих технологій, запропоновано методологію використання математичного апарату диференційних перетворень, що дозволяє з високою точністю описувати і досліджувати аномальні і аварійні режими енергосистем.

5. На основі розроблених взаємозалежних принципів запропоновано сукупність методів синтезу архітектури розподіленого багаторівневого інтелектуально – комп'ютерного середовища, базовими з яких є метод досліджень спільних властивостей топології розподілених залізничних і комп'ютерних мереж, математичних моделей, методів, алгоритмів і сучасних ІТ- технологій та метод адекватного відображення комп'ютерно-орієнтованих алгоритмів на архітектуру обчислювального середовища для формування інтелектуальної мережі електропостачання залізниць.

Література

1. Стасюк О.І. Методи організації інтелектуальних електричних мереж залізниць на основі концепції SMART Grid // Гончарова Л.Л., Максимчук В.Ф. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, науково-технічний журнал, Харків – 2014, № 2 –С.29 –37.
2. Стасюк О.І. Підвищення надійності моніторингу допустимості завантажень контрольованих перетинів енергосистем // Стасюк О.І., Буткевич О.Ф., Левконюк А.В. Технічна електродинаміка, Київ – 2014, №2 – С. 56-67.
3. Стасюк О.І. Методи комп'ютерної інтелектуалізації режимів функціонування тягових мереж залізниць// Стасюк О.І., Гончарова Л.Л., Максимчук В.Ф., Голуб Г.М. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, науково-технічний журнал, Харків – 2013, № 5 – С. 29 –36.
4. Стасюк О.І. Методи синтезу розподілених комп'ютерно-інтегрованих мереж і технологій інтелектуалізації, моніторингу та оптимізації режимів електропостачання і енергозбереження залізниць// Стасюк О.І., Гончарова Л.Л., Максимчук В.Ф., Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, науково-технічний журнал, Харків – 2015, № 1 –С. 23 –34.
5. Стасюк О.І. Математичні моделі і методи організації інтелектуальних мереж постачання електроенергії на тягу залізничному транспорту // Стасюк О.І., Гончарова Л.Л., Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, науково-технічний журнал, № 3, 2015 –С.25-31.
6. Щербакова А.В. Интеллектуальная обработка информации в среде WEB-2.0// Щербакова А.В., Нарышкин В.С. Системы обработки информации, Харьковский национальный экономический университет, Харьков, выпуск 2, 2011 –С. 226-229.
7. Журавлев Ю.И. Об интеллектуальных методах обработки информации// Журавлев Ю.И., Открытая кафедра, Отделение математических наук РАН, Московский гуманитарный университет, №2 , 2014 - С 305-309.
8. Пухов Г.Е. Преобразования Тейлора и их применение в электротехнике и электронике./ Пухов Г.Е. Киев «Наукова думка», 1978 г. С. 259.

Стасюк А.И., Гончарова Л.Л. Принципы и методы компьютерной интеллектуализации сетей электроснабжения железных дорог. Приведены результаты анализа состояния научных исследований в сфере современных принципов компьютерной интеллектуализации процессов обработки информации и разработки теоретических и концептуальных основ архитектурно – структурной организации распределенных вычислительных сетей в области железнодорожной энергетики. Обоснована актуальность научной проблемы – создание современного инструментария с интеллектуальными свойствами, ориентированного для управления и оптимизации электроснабжения железных дорог, формирования и накопления знаний. Показано, что доминирующей при формировании новых знаний в железнодорожной энергетике есть необходимость в проведении достаточно глубокого исследования стохастических процессов функционирования энергосистемы с целью существенного повышения уровня информативности. Разработана методология

использования математического аппарата дифференциальных преобразований для исследования глубины информативности процессов энергосистемы. Предложена совокупность взаимосвязанных принципов организации интеллектуально – компьютерной среды как интеллектуального инструмента на фоне инновационных и инвестиционных преобразований систем электроснабжения. На базе предложенных принципов разработана совокупность методов синтеза архитектуры интеллектуально – компьютерной среды, основополагающим из которых есть метод исследования совместных свойств топологий распределенных железнодорожных и компьютерных сетей, математических моделей, методов и алгоритмов.

Ключовые слова: компьютерные сети, принципы, методы, математические модели, интеллектуализация, электроснабжение, компьютерная среда, оптимизация, интеллектуальная обработка информации.

Stasiuk A.I, Goncharova L.L. Principles and methods of computer intellectualization of railway power supply networks. The results of the analysis of the state of scientific research in the field of modern principles of computer intellectualization of information processing and development of theoretical and conceptual bases of architectural - structural organization of distributed computing networks in the field of railway power engineering have been presented. The topicality of scientific problem, namely – the creation of modern toolkit with intellectual properties oriented to control and optimize railway electricity supply, as well as to form and accumulate new knowledge has been grounded. It is shown that the necessity of carrying more in-depth study of stochastic processes of energy system functioning to significantly increase the level of informativeness is dominant in the creation of new knowledge in the railway power engineering. Methodology to use mathematical apparatus of differential transformations for studying informativeness depth of the energy system processes has been developed. A set of interrelated principles of intellectual - computer environment organization as an intellectual instrument on a background of innovation and investment transformation of power supply systems has been proposed. A set of methods for the synthesis of architecture of intelligent - computer environment, with the method of investigation of common properties of the topology of distributed railway and computer networks, mathematical models, methods and algorithms being the fundamental has been developed on the basis of the proposed principles.

Key words: computer networks, principles, methods, mathematical models, intellectualization, power supply, computer environment, optimization, intelligent data processing.

Стасюк Олександр Іонович, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки, завідувач кафедри «Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології транспорту», Державний економіко-технологічний університет транспорту, Київ, Україна.

Гончарова Лідія Леонідівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології транспорту», Державний економіко-технологічний університет транспорту, Київ, Україна.

Stasiuk O. I., Doctor of engineering, professor, head of department "Automation and Computer-Integrated Technologies of Transport", State Economic and Technological University of Transport, laureate of the State Prize of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

Goncharova L. L., Ph.D., Assistant professor of "Automation and Computer-Integrated Technologies of Transport", State Economic and Technological University of Transport, Kyiv, Ukraine.

Рецензент д.т.н., професор Тимченко Л.І. (ДЕТУТ)

Поступила 22.10.2015 р.