

МЕТОДИ КОМП'ЮТЕРІЗАЦІЇ ТА ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕРЕЖ

Лідія Гончарова

На основі проведеного аналізу сучасного стану тягових мереж і силових електричних об'єктів залізниць показано, що забезпечення високого рівня ефективності електроенергетичного господарства і безпеки руху пов'язано безпосередньо з інтелектуалізацією процедур керування на основі комп'ютерних технологій та забезпечення високого рівня захисту інформаційних даних. Розглянуті сучасні тенденції організації інтелектуальних електричних мереж залізниць. Показані шляхи комп'ютерної інтелектуалізації режимів функціонування тягових мереж. Розглянуті можливості методів організації спеціалізованих локальних обчислювальних мереж для проведення на рівні тягових підстанцій інтелектуалізації процесів електропостачання на тягу. Показані можливості оцінювання рівня захисту інформації в запропонованих комп'ютерних мережах і системах на основі математичних моделей, що базуються на теорії нечітких множин.

Ключові слова: *комп'ютерні мережі, обчислювальні архітектури, захист інформації, теорія нечіткості, безпека інформації.*

Актуальність. Досвід застосування комп'ютерних засобів і інформаційних технологій при рішенні задач технологічного управління в енергетиці показав, що для їхнього ефективного використання потрібні нові знання в сфері створення нових принципів та методів інтелектуалізації процедур керування режимами тягових електричних мереж. Для отримання нових знань в сфері організації комп'ютерно-орієнтованих методів синтезу перспективних інтегрованих комп'ютерних систем і мережевих технологій керування електропостачанням залізниць необхідно провести дослідження спільних властивостей математичних моделей, методів, алгоритмів, задач управління, особливостей сучасних і перспективних мережевих технологій та архітектурних особливостей інформаційно-керуючих комп'ютерних систем керування. На основі проведених досліджень стало очевидним, що головною проблемою при створенні наукових положень формування енергозберігаючих технологій та підвищення безпеки руху залізничного транспорту і надійності його функціонування є розробка сучасних методів оцінки рівня захисту інформаційних ресурсів в комп'ютерних системах та розподілених мережах керування [1, 2].

Постановка проблеми. Електричній галузі в умовах ринку висувається ряд підвищених вимог в процесі виробництва, передачі й споживання електроенергії. Важливою проблемою організації ефективного функціонування систем електропостачання залізниць є забезпечення їх надійності і якості роботи, включаючи організацію економії електричної енергії, що зумовлено зростанням її частки в собівартості продукції [1, 3]. Високий рівень фізичної й моральної зно-

шеності електротехнічного обладнання залізниць сприяє істотному збільшенню витрат електроенергії і створенню ряду екологічних проблем. При такому стані розвиток системних аварій в зв'язку з ненадійністю устаткування й помилками персоналу, як показує досвід багатьох країн, може привести до багатомільйонних економічних втрат. По оцінкам вітчизняних і зарубіжних вчених природним рішенням проблеми забезпечення надійності та якості функціонування, мінімізації електроспоживання і відповідно покращення безпеки руху залізничного транспорту є безпосередньо організація інтелектуальних електроенергетичних тягових мереж залізниць шляхом комп'ютеризації бистроплинних технологічних процесів постачання електроенергії та створення сучасних принципів захисту інформаційних ресурсів в комп'ютерних мережах в процесі оперативного і стратегічного керування електропостачанням в реальному часі.

Мета роботи. Розробка методів комп'ютеризації технологічних процесів постачання електроенергії на тягу залізницям і способів оцінки рівня захисту інформації в локальних комп'ютерних мережах тягових підстанцій.

Шляхи вирішення проблеми. Результати аналізу сучасного стану силових електричних об'єктів, тягових електричних мереж і систем керування ними показали, що сучасні тенденції забезпечення високого рівня ефективності електроенергетичного виробництва безпосередньо пов'язані з розробкою сучасних принципів організації нових архітектурних рішень комп'ютерних систем, а також сучасних методів оцінки рівня захищеності даних для інформатизації та інтелектуалізації процедур керування [1-3].

В зв'язку з тим, що спектр задач пов'язаний з управлінням постачання електроенергії на тягу дуже великий, то, в першу чергу виникає необхідність в розробці методів часової декомпозиції задач керування як основи інтелектуалізації тягових мереж. На базі часової декомпозиції головним питанням є створення методів організації спеціалізованих локальних обчислювальних мереж і методів оцінки та захисту інформаційних ресурсів в процесі проведення безперервного моніторингу і ідентифікації параметрів режимів тягових мереж на рівні тягових підстанцій, дистанцій електропостачання і залізниць в цілому. Також важливим пріоритетом є розробка методів реєстрації первинної інформації і способи оцінки рівня її захищеності на основі застосування математичного апарату нечітких множин.

В основу організації корпоративних систем управління електричними мережами залізниць і, відповідно, локальних мереж управління системами електропостачання на рівні тягових підстанцій шляхом організації безперервного контролю параметрів режимів використовується підхід що базуються на дослідженні спільних властивостей математичних моделей, методів, алгоритмів, особливостей об'єктів функціонування, а також обчислювальних архітектур і мережних технологій включаючи впливу зовнішнього середовища [3]. Оскільки спектр задач керування досить широкий, то в аспекті часової декомпозиції процесу керування на рівні тягових підстанцій вирішується комплекс задач, що рішення в автоматичному режимі пов'язаних, в основному, з технологією оперативного-диспетчерського керування енергетичними системами. Комп'ютеризація цих процесів потребує, як мінімум, повноти інформації, а в деяких випадках певної її надлишковості у відповідних центрах керування. В зв'язку з цим для проведення безперервного моніторингу параметрів режимів силових електричних мереж використовується принцип синхронності і єдності вимірювання первинної інформації як основи вибору процедур оперативного керування і забезпечення функціонування розподілених баз даних. Ядром інформатизації процесу оперативного-диспетчерського керування являється інтегроване середовище первинних даних сформоване з єдиних загальносистемних інформаційних позицій у взаємозв'язку з методами обробки даних. Тягові підстанції кожної залізниці можуть бути опорними, транзитними або тупиковими і представляють нижній рівень системи електропостачання залізничного транспорту. Цей рівень є доміную-

чим з точки зору формування первинної інформації, яка відображає параметри режимів електропостачання, захисту інформації, діагностики, контролю та прогнозу електричного обладнання. Дуже важливим являється також те, що на нижньому рівні формується первинна інформація з єдиних загальносистемних позицій, яка являється основою для її інтелектуальної обробки і формування на базі результатів обчислень управлінських процедур на рівні дистанцій електропостачання або залізниці в цілому. Первинна інформація архівується і згідно з нормативними документами зберігається в необробленому виді необхідний термін. Оскільки проблема комп'ютеризації технологічних процесів на рівні тягових підстанцій пов'язана з організацією комерційного обліку електроенергії, розподілом споживання її (залізницями в основному на тягу), транспортуванням електроенергії іншим споживачам, а в деяких випадках і з генерацією електроенергії, то для забезпечення надійності роботи електричного обладнання необхідно реалізувати постійний моніторинг, діагностику, прогноз технічного стану і ідентифікацію аномальних режимів силового електричного обладнання і електричних мереж тягових підстанцій. В процесі комп'ютеризації пвидкоплинних технологічних процесів нижнього рівня комплекс задач пов'язаних з реєстрацією і відповідним чином формування інтегрованого середовища первинної інформації для організації керуючих впливів і передачі її для подальшого користування на наступних рівнях управління вирішується автоматично, без втручання людини. Моделювання сукупності перерахованих задач які необхідно рішення на рівні тягової підстанції може бути реалізовано на основі синтезу локальної комп'ютерної мережі спеціального призначення схемна реалізація якої наведена на рис. В основу логічної структури локальної мережі тягової підстанції використана фізична топологія «зірка». В якості мережних вузлів використовується сервер локальної мережі на який положено комплекс функцій управління роботою компонентів і сегментів мережі, а також формування єдиного інтегрованого середовища первинної інформації включаючи ряд процедур ведення бази аварійних і комерційних даних. В зв'язку з тим, що на нижньому рівні комп'ютеризації технологічних процесів, що протікають в електроенергетичних системах в процесі їх моніторингу можуть накопичуватися великі об'єми первинної інформації, то сервер має бути захищений комплексом апаратно-

програмних засобі від несанкціонованого доступу. Крім того, для своєчасної передачі інформації на більш високі рівні керування, сервер локальної мережі має працювати через маршрутизатор віддаленого офісу який з'єднує локальну мережу з мережею регіональною або з корпоративною центральною. Такі маршрутизатори орієнтовані на масового споживача, підтримують інтерфейси локальних мереж і низькошвидкісні протоколи. Загальна продуктивність таких маршрутизаторів складає декілька десятків тисяч протоколів в секунду.

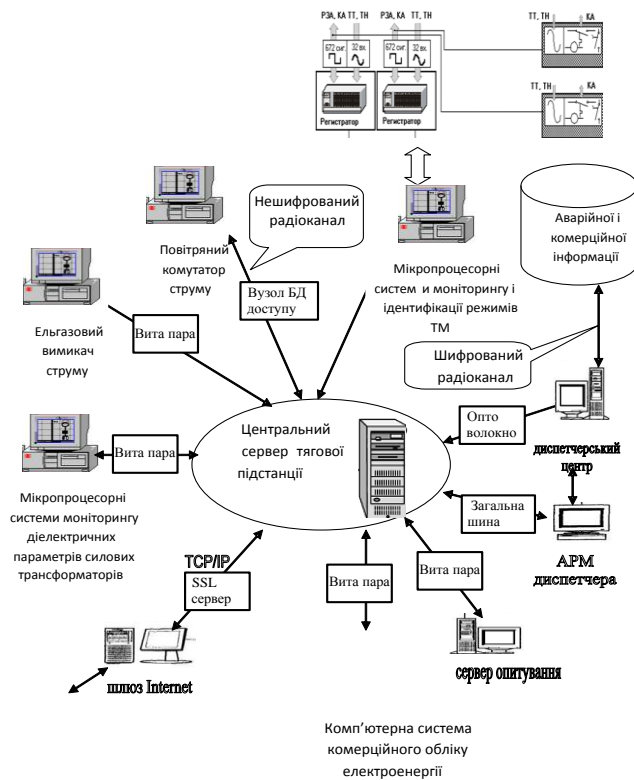


Рис. Базова структура локальної мережі тягової підстанції

В локальній мережі тягової підстанції спеціального призначення в якості мережних вузлів використовується: мікропроцесорна система моніторингу і ідентифікації режимів силового електричного обладнання і тягових мереж; система моніторингу і визначення запасу ресурсу високовольтних комутаторів струму; мікропроцесорна структура моніторингу діелектричних параметрів високовольтних силових трансформаторів; мікропроцесорний комплекс моніторингу і визначення запасу ресурсу сучасних високовольтних елегазових вимикачів. Для організації роботи локальної мережі тягової підстанції та оперативного обміну первинною інформацією використовується сервер опитування і шлюз Internet, що дозволяє дублювати обмін інформацією між сегментами корпоративної мережі. З метою оператив-

ного керування в якості мережного термінального вузла включається автоматизоване робоче місце диспетчера. При необхідності може бути також організовано автоматизоване робоче місце технолога, звітних документів та ін. При достатньо повній комп'ютеризації технологічних процесів на тягових підстанціях в локальну мережу управління включається в якості мережевого сегменту комп'ютерна система комерційного обліку електроенергії по тарифам диференційованим за зонами доби, як по окремих фідерах так і по тяговій підстанції в цілому, а при необхідності виконується технологічний облік. Для розвантаження локальної мережі від трафіку передачі інформації можна використовувати мікросегментацію, що робиться шляхом об'єднання однорідних термінальних вузлів, наприклад, автоматизованих робочих місць у локальній мережі нижнього рівня з топологією «спільна шина». Типи каналів передачі даних вибираються за умовою необхідної швидкості обміну даними, умовленої пропускної спроможності, вартості, надійності і зручності експлуатації. Для локальних мереж, у яких реєструються і обробляються великі об'єми інформації, доцільно використовувати високошвидкісні оптоволоконні лінії, а для вузлів, які не потребують високої швидкості передачі даних, пропонується витя пару або коаксіал. Відзначимо, що логічна топологія локальної мережі тягової підстанції може гнучко мінятися у залежності від того який клас задач необхідно розв'язувати в кожному момент часу, що також залежить від стану мережі, а також об'єму трафіку, який циркулює в ній. Широкі можливості в плані зміни логічної топології мережі без зміни фізичної з'являються завдяки застосуванню магістральних маршрутизаторів або програмних комутаторів. На цьому рівні виконується також організація первинної інформації з загальносистемних позицій на базі якої, при необхідності, формується експрес і повна аварійна та комерційної інформація, а також реалізується можливість передачі первинних даних на всі рівні керування корпоративною мережею.

Для надійного функціонування локальної мережі тягової підстанції дуже важливим є організація поточного контролю базових характеристик безпеки інформації при її реєстрації, обробці і передачі. У зв'язку з цим важливим є побудова моделей оцінки рівня захищеності інформації в розподілених комп'ютерних мережах, формування яких базується на експертних оцінках та теорії нечіткості. Один із базових підходів до таких оцінок може ґрунтуватися на низці етапів

[4], на першому з яких, за оцінками експертів, визначаються коефіцієнти важливості P_j , $j = \overline{1, n}$ j -го компонента відповідно до експертного запиту. Після визначення коефіцієнтів важливості P_j , виконується їх нормалізація на основі виразу

$$PN_i = P_i / (\sum_{i=1}^n P_i) \text{ за умови, що } (\sum_{i=1}^n PN_i) = 1. \text{ Для}$$

формування еталонів застосуємо лінгвістичну змінну «Рівень захищеності інформації режиму електричної мережі», базова терм-множина якої може бути задана, наприклад, п'ятьма нечіткими термами $T = \{T_1, T_2, T_3, T_4, T_5\}$ з відповідними назвами «низький», «нижче середнього», «середній», «вищий середнього» та «високий».

Реалізуємо відображення діапазону зміни X_i , $i = \overline{1, L}$ ($L=5$ – число термів) на універсальну множину $U=[0,4]$ і представимо функцію належності μ_i , $i = \overline{1, L}$ як:

$$\mu_i = \frac{1}{1 + (X_i - i + 1)^2}.$$

Сформуємо нечітке число \tilde{Z}_t , $t = \overline{1, N}$, якому ставиться у відповідність одне із еталонних. Значення нечіткого числа відповідно до j -го компонента $j = \overline{1, n}$, може бути визначене за допомогою виразу

$$\tilde{L}_j = (\sum_{\tilde{t}=1}^N \tilde{Z}_t) / N,$$

де \sum_{\sim} – нечітка сума, яка, наприклад, може бути

реалізована за допомогою методу лінійної апроксимації за локальними максимумами.

Загальна оцінка рівня безпеки інформації параметрів режимів електричних мереж у розподіленій комп'ютерній системі може бути визначена за формулою:

$$\tilde{LS} = \sum_{\tilde{j}=1}^n (PN_i * \tilde{L}_j).$$

Значення \tilde{LS} порівнюється з еталонним нечітким числом, відповідно до їхнього класу за допомогою одного з методів порівняння нечітких чисел, наприклад, визначення α -рівневої відстані. Критерієм відповідності вчисленого значення \tilde{LS} одному з еталонних нечітких чисел буде мінімальне значення α -рівневої відстані, що і буде визначати рівень захищеності оцінюваної інформації режимів електричних мереж.

Відобразимо діапазон $[\underline{X}_j, \overline{X}_j]$ ($\underline{X}_j = 0$, $\overline{X}_j = N_j$) зміни параметра X_j^* , $j = \overline{1, n}$ (число ба- лів для кожного з компонентів) на універсальну множину $U=[0, L-1]$. Значення $X_j^* \in \underline{X}_j, \overline{X}_j$ перераховується у відповідний елемент $U_j^* \in [0, L-1]$ за виразом:

$$U_j^* = (L-1) \frac{X_j^* - \underline{X}_j}{\overline{X}_j - \underline{X}_j}.$$

Функції належності $\mu_i^j(U_j^*)$, $i = \overline{1, L}$ нечіткого терма з i -м номером визначаються як:

$$\mu_i^j(U_j^*) = \left[\frac{1}{1 + (Y_i - i + 1)^2} \right]^{PN_j \cdot n},$$

де PN_j , $j = \overline{1, n}$ – коефіцієнти важливості, які обчислюються на основі оцінок експертів, відповідно для всіх компонентів запиту.

На остаточному етапі показник рівня захищеності інформації, який відображає режими електричних мереж у розподіленій комп'ютерній системі може бути визначений на основі логічного виразу:

$$\mu_s(X_j^*) = \bigvee_{i=1}^L \bigwedge_{j=1}^n \mu_i^j,$$

де $i = \overline{1, L}$ – номер терма з терм-множини T , а $j = \overline{1, n}$ – номер компонента.

Висновок. Проведено аналіз сучасного стану тягових мереж і силових електричних об'єктів залізниць показав, що перспективні тенденції забезпечення високого рівня ефективності електроенергетичного господарства пов'язані безпосередньо з інтелектуалізацією процедур керування на основі сучасних комп'ютерних систем і організацією високого рівня захищеності інформаційних ресурсів.

На основі проведених досліджень спільних властивостей математичних моделей, методів, алгоритмів, особливостей об'єктів функціонування, обчислювальних архітектур і існуючих методів оцінки захисту інформації запропоновано методи організації спеціалізованих локальних обчислювальних мереж для проведення на рівні тягових підстанцій інтелектуалізації процесів електропостачання на тягу, шляхом проведення безперервного моніторингу та ідентифікації режимів електричних мереж, та проведення інтелектуального обліку з можливістю саморегуляції і самови- дновлення в реальному часі.

Розглянуті способи оцінки рівня захисту інформації в запропонованих комп'ютерних мережах і системах на основі математичних моделей, що базуються на теорії нечітких множин.

ЛІТЕРАТУРА

- [1]. Стогній Б.С. Основи моніторингу в електроенергетиці. Про поняття моніторингу/ Стогній Б.С., Сопель М.Ф.; Технічна електродинаміка 2013, №1 – С. 62-69.
- [2]. Стогній Б.С. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні / Стогній Б.С., Кириленко О.В., Праховник А.В., Денисюк С.П. ; Технічна електродинаміка 2012, №5 – С. 52-66.
- [3]. Гончарова Л.А. Методи організації комп'ютерної мережі моніторингу параметрів режимів систем електропостачання/ Максимчук В.Ф., Стасюк О.І.; Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, науково-технічний журнал, № 2, 2012 – С.35 – 40.
- [4]. Корченко А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах [Текст] : Теория и практические решения / А.Г. Корченко. – К. : МК-Пресс, 2006. – 320 с.

REFERENCES

- [1]. Stognii B. The monitoring in electric power. On the concept of monitoring / B. Stognii, M. Sopol // Tehnichna elektrodinamika. – 2013, №1. – Pp. 62-69. (Ukr).
- [2]. Stognii B. The evolution of intelligent power network and their prospects in Ukraine / B. Stognii, O. Kyrylenko, A. Prahovnik, S. Denysiuk // Tehnichna elektrodinamika. – 2012, №5. – Pp. 52-66. (Ukr).
- [3]. Goncharova L. Techniques of computer network organizing for parameters monitoring of power supply systems modes / L. Goncharova, V. Maximchuk, O. Stasyuk // Informatsiynokeruyuchi sistemy na zaliznichnomu transporti, Naukovo-tehnichnyi Zhurnal. – 2012, № 2. – Pp. 35-40. (Ukr).
- [4]. Korchenko A.G. The development of information protection systems based on the fuzzy sets, The theory and practical solutions, Kiev, 2006, 320 p.

МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ И ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

На основе проведенного анализа современного состояния тяговых сетей и силовых электрических объектов железных дорог показано, что обеспечение высокого уровня эффективности электроэнергетического хозяйства и безопасности движения связано непосредственно с интеллектуализацией процедур управления на основе компьютерных технологий и

обеспечения высокого уровня защиты информационных данных. Рассмотрены современные тенденции организации интеллектуальных электрических сетей железных дорог. Показаны пути компьютерной интеллектуализации режимов функционирования тяговых сетей. Рассмотрены возможности методов организации специализированных локальных вычислительных сетей для проведения на уровне тяговых подстанций интеллектуализации процессов электроснабжения на тягу. Показаны возможности оценки уровня защиты информации в предложенных компьютерных сетях и системах на основе математических моделей, основанных на теории нечетких множеств.

Ключевые слова: компьютерные сети, вычислительные архитектуры, защита информации, теория нечеткости, безопасность информации.

COMPUTERIZATION METHODS AND ASSESSMENT OF INFORMATION INTELLIGENT LEVEL OF ELECTRICITY GRID

Based on the analysis of the current state of a power network and power railways objects, it is shown that ensuring of a high level of efficiency of the electricity sector and traffic safety is connected directly to providing high level of information data protection and to intellectualization of management procedures based on computer technology. Modern organization trends of railways intelligent electric networks are examined. The methods of computer intellectualization of operation modes of a power network are indicated. The possible methods of specialized local area networks organizing for intellectualization of processes of power supply for traction at the level traction substations are considered. The possibilities of information security level assessment in computer networks and systems using mathematical models based on the theory of fuzzy sets are reviewed.

Keywords: computer networks, computer architecture, information security, fuzzy theory, information security.

Гончарова Лідія Леонідівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології транспорту», Державного економіко-технологічного університету транспорту. E-mail: ktarael@rambler.ru.

Гончарова Лидия Леонидовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии транспорта», Государственного экономико-технологического университета транспорта.

Goncharova Lydia, Docent of «Automation and Computer Integrated Transport Technologies» department of State Economic and Technological University of Transport.