

*Стасюк О. І., доктор технічних наук, професор,
лауреат Державної премії в галузі науки і техніки
(Державний університет інфраструктури і
технологій)*

УДК 681.325

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ І МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИНХРОННИХ ВЕКТОРНИХ ВИМІРІВ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Аналіз останніх досліджень і публікацій в сфері інтелектуальної енергетики показав, що створення сучасних комп'ютерних систем і мереж управління електропостачанням шляхом проведення, в реальному часі, всережимного моніторингу сукупності параметрів перехідних режимів базується на використанні синхронізованих векторних вимірювань [1]. В системах керування і оптимізації електропостачання в електроенергетиці технологія розподілених синхронізованих векторних вимірювань (WAMS – Wide Area Measurement System) є новим напрямком наукових досліджень. Завдяки використанню функціонально – орієнтованих мікропроцесорних пристроїв PMU (Phasor Measurement Unit) в системі WAMS, відкривається можливість проводити синхронні виміри комплексу параметрів в різних сегментах розподіленої мережі електропостачання, а також вимірювати кути фаз напруги і струму з прив'язкою до єдиного астрономічного часу [1,2]. Розробка і впровадження подібної технології стало можливим завдяки широкому використанню системи GPS супутникової навігації, що дозволяє синхронізувати вимірювальні пристрої з точністю до сотень наносекунд. Комплекс первинних параметрів, таких як миттєві значення амплітуд і фаз відповідно напруг і струмів зареєстрованих в один момент часу в різних сегментах енергосистеми, значення швидкості зміни фазових кутів між двома вузлами електричної мережі і ряд інших параметрів дає якісно новий рівень знань про властивості енергомережі і особливості динамічних процесів, що протікають в системі, а також проводити пряме спостереження динамічних характеристик електромереж [2].

В докладі приводяться результати аналіз перспективних технологій синхронних векторних вимірювань, в системі реєстрації первинної інформації енергосистем. Показано, що ключовою проблемою оптимізації електроспоживання і створення енергозберігаючих технологій стала потреба в визначенні повної інформативності первинних багатоаспектних інформаційних даних про стан технологічних процесів і режимів які протікають в системі електропостачання. Для визначення всієї повноти інформативності даних, отриманих в результаті проведення синхронної реєстрації

перехідних, аномальних і динамічних режимів, розроблено математичні моделі, синтезовані на основі математичного апарату диференціальних перетворень, що відкривають можливість, аналітичним шляхом, обчислювати для кожного миттєвого значення перехідного процесу сукупності Т-дискрет, еквівалентних відповідним похідним і, на їх базі, визначати всю повноту інформативності недетермінованих первинних даних, що відображають аномальні режими складних енергетичних систем. Заборонено комп'ютерно – орієнтовані методи інтелектуалізації технологій синхронних векторних вимірів шляхом представлення первинної інформації у вигляді Т-спектрів і використання їх для визначення окремих гармонічних складових кожного параметру перехідного процесу енергосистеми, а також для проведення, в області диференціальних зображень, спектрального аналізу і обчислення спектральної щільності, як основи формування і накопичування нових знань, що відображають особливості функціонування електромереж.

Література

1. Stasiuk A. I. Mathematical Models of Computer Intellectualization of Technologies for Synchronous Phasor Measurements of Parameters of Electric Networks// Stasiuk A. I., Goncharova L. L. New Means Cybernetics, Informatics, Computers Engineering And Systems Analysis. Springer Science+Business Media New York 2016. Volume 52, Issue 5, pp 825 -830.
<http://link.springer.com/article/10.1007/s10559-016-9883-5>.
2. Stasiuk A. I. Differential Mathematical Models to Investigate the Computer Network Architecture of an All-mode System of Control over a Distance of Railways// Stasiuk A. I., Goncharova L. L. New Means Cybernetics, Informatics, Computers Engineering And Systems Analysis. Springer Science+Business Media New York 2017. Volume 53, Issue 1, pp 157 -164.
<http://link.springer.com/article/10.1007/s10559-016-9883-5>

*Гончарова Л. Л., кандидат технічних наук,
доцент (Державний університет
інфраструктури і технологій)*

УДК 004.9

МОДЕЛІ ОЦІНКИ РІВНЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ

Постійний ріст інтенсивності кібератак в кіберпросторі, що призводять до великих матеріальних втрат, є логічним результатом прогресу еволюції створення і впровадження сучасних інформаційно-інтелектуальних та мережевих технологій [1]. В сфері кібернетичної безпеки поява складних кібератак,

комплексна архітектура яких базується на великій розмірності кіберпростору і широкому діапазоні можливостей різних напрямків передачі інформації, набула загрозливий характер для критичної інфраструктури великих корпорацій, важливих промислових об'єктів і державних установ [2]. Головними тенденціями розвитку загроз кібербезпеки є постійне збільшення не тільки інтенсивності кібератак, а й нарощення їх складності шляхом багатоступінного впливу на кіберпростір. Пошук перспективних напрямків розв'язання комплексної проблеми організації ефективної системи забезпечення безпеки стимулювало появу нових, створених на загальносистемних позиціях, концептуальних підходів і наукових досліджень в сфері організації кібербезпеки підвищеної стійкості [1, 2].

В доповіді приводиться аналіз проблеми кібербезпеки в розподілених комп'ютерних середовищах орієнтованих для керування складними енергетичними об'єктами. Показано, що розв'язання проблеми захисту комп'ютерної інформації передбачає рішення комплексу взаємообумовлених задач з врахуванням особливостей топології кіберпростору та ряду характеристик пов'язаних з організацією взаємозв'язків та особливостей передачі інформації. Запропоновано, у вигляді графа, логічну структуру розподіленого комп'ютерного середовища, що адекватно відображає топологію організації електричної системи електропостачання на рівні тягових підстанцій. На основі теорії диференціальних рівнянь Пухова розроблена диференціальна математична модель кібербезпеки комп'ютерного середовища динамічного керування електропостачанням яка представлена у вигляді сукупності алгебричних залежностей система диференціальних Т-рівнянь, що відкрило можливість визначення в аналітичному величин ймовірностей вузлів графа моделі кібератак на інформаційні ресурси локальної обчислювальної мережі тягової підстанції. Формалізовано критерій кібербезпеки, запропоновано принцип мінімаксу для мінімізації функціоналу у випадках найгіршого сполучення інтенсивності потоків кібератак і захисних дій.

Література

- 1 Стасюк О.І. Математична модель кібербезпеки комп'ютерно мережі керування електропостачанням тягових підстанцій// Стасюк О.І., Гришук Р.В., Гончарова Л.Л. Кибернетика и системный анализ, ISSN 0023-1274. Київ-2017. Том 53, № 3 – С 67 - 79. <http://www.kibernetika.org>, , <http://www.kiberne>.
- 2 Стасюк О.І. Математичні моделі і методи аналізу комп'ютерних мереж керування електропостачанням тяговими підстанціями залізниць// Стасюк О.І., Гончарова Л.Л. Проблемы управления и автоматизации, ISSN 0572-2691. Киев-2017, № 1 – С 93-101. <http://inform.icybcluster.org.ua>.

Трубчанінова К. А., Ковтун І. В. (УкрДУЗТ)

НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ ТА ЗБІЛЬШЕННЯ КАНАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ

В даний час виробники телекомунікаційного обладнання застосовують різні способи підвищення спектральної ефективності систем зв'язку і збільшення каналної швидкості. У статті розглядаються тенденції і перспективи використання різних підходів досягнення зазначеної мети.

Довгий час в оптичних мережах телекомунікацій вдалося збільшувати пропускну здатність при збереженні дальності передачі інформації. Важливу роль при цьому відігравав розвиток технологій завадостійкого кодування (FEC). За останні роки змінилося три покоління каналоутворюючого обладнання (від 2,5G - до 10G, 40G, 100G) з обов'язковим переходом на більш розвинену технологію FEC (HD FEC, Super FEC, Soft FEC). Одним з найостанніших досягнень в збільшенні продуктивності волоконо-оптичних систем зв'язку стали магістральні системи 100G з форматом модуляції DP-QPSK [1].

Однак постійне зростання трафіку на національному, регіональних і міських рівнях вимагає подальшого розвитку систем передачі, причому не обов'язково за рахунок підвищення продуктивності. Сьогодні в розвитку DWDM-обладнання для міських і регіональних мереж зв'язку на перший план виходять дві взаємопов'язані потреби:

- збільшення спектральної ефективності (зростання швидкості при тій же зайнятій спектральній смузі), навіть і з зниження максимально досяжної дальності, - для підвищення економічної ефективності використання доступного спектра;
- збільшення каналної швидкості (зокрема, надання клієнту інтерфейсів 400 Гбіт / с, 1 Тбіт / с) - в зв'язку з потенційною стандартизацією і впровадженням клієнтських каналів 400G Ethernet і 1TEthernet.

Збільшення спектральної ефективності досягається головним чином за рахунок переходу до більш складним форматам модуляції - 8QAM, 16QAM, 64QAM. При тій же максимальній амплітуді сигналу ускладнення формату модуляції веде до більш щільному розташуванню станів сигналу. Чим ближче один до одного різні стани, які повинен розрізнити приймач, тим менше допустимий рівень шуму в лінії (отже, менше і допустима дальність передачі). Таким чином, підвищення формату модуляції веде до суттєвого обмеження дальності, що, не є істотним недоліком для мереж міського та регіонального масштабів. На практиці для використання в