

SMART GRID СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ SMART GRID SYSTEM AND TECHNOLOGY

УДК 621.317

О.М. Мороз, д-р техн. наук, проф.
М.М. Черемісін, канд.техн.наук, проф
О.А. Савченко, канд.техн.наук, доц
С.А. Попадченко, магістр
С.В. Дюбко, магістр

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ SMART GRID ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ

В статті розглядається питання використання технологій Smart Grid для підвищення надійності електропостачання споживачів. Розглянуті основні проблеми, які існують на даний час в електроенергетичній галузі. Досліджено ефективність впровадження автоматизованої системи контролю аварійних режимів повітряних ліній з врахуванням метеопараметрів та зроблений аналіз основних можливостей даної системи. Запропоновано модель прогнозування ожеледно-паморозових відкладень на повітряних лініях.

Ключові слова: інтелектуальні мережі, гнучкі системи передавання електроенергії, автоматизована система, нейронна мережа.

Висока вартість органічних видів палива, обмеженість їх ресурсів та постійне зростання попиту на електричну енергію (за прогнозами на 2,2% щорічно) спонукає до пошуку вирішення питань ефективного енерговикористання та енергозабезпечення і розвитку альтернативних джерел електроенергії. На сьогодні енергія є одним із першочергових факторів існування суспільства, що в свою чергу потребує розвитку «енергетичного мислення» у світі, в тому числі і в Україні.

Основними проблемами електроенергетичної галузі України є значна зношеність обладнання електромережевого комплексу, а також відомча роз'єднаність в цій сфері. Підвищення надійності систем електропостачання неможливе без реформування електроенергетики та впровадження сучасних технологій. Однією з таких технологій є технологія концепції Smart Grid, що дозволяє ефективно використовувати різні джерела генерації, в тому числі енергію сонця та вітру, зменшити втрати при передачі електричної енергії, зробити мережі гнучкими [3].

Модернізація і розвиток електроенергетичної галузі України пов'язані з вирішенням питань керування режимами роботи в енергосистемі, створенню більш ефективних засобів транс-портування і розподілення електроенергії, що потребує застосування нових технологій. Найбільш перспективним на сьогоднішній день є реалізація проектів гнучких систем передавання електроенергії змінного струму (FACTS – Flexible Alternating Current Transmission Systems) і створення платформи Smart Grid [2]. Згідно [2] термін Smart Grid визначає електричні мережі як інтелектуальні електромережі які використовують швидкозростаючий комплекс сучасних технологій, технологічних процесів, улаштувань та додатків, за допомогою яких створюються електронні комунікації нового покоління.

Для скорочення витрат енергії та збереження довкілля вже реалізований ряд проектів з впровадження інтелектуальних мереж у різних країнах світу. В концепції Smart Grid значна увага приділяється питанню безпроводного обміну інформацією, що дозволяє прогнозувати генерацію електроенергії, визначати її доступність, ефективно використовувати та керувати її споживанням.

Концептуальні визначення інтелектуальної мережі вказують на важливу роль її в подальшому технологічному, економічному та екологічному розвитку суспільства. Крім вирішення задач зниження навантаження на навколишнє середовище, зменшення енергетичного дефіциту за рахунок використання поновлюваних джерел енергії, підвищення якості та надійності роботи енергосистеми в концепції ще є ще один дуже важливий аспект: Smart Grid є каталізатором економічного підйому.

Одним із основних показників, який необхідний для модернізації і подальшого розвитку енергосистем з метою підвищення ефективності управління режимами їх роботи на базі платформи

Smart Grid є контроль поточних параметрів поточного стану повітряних ліній (ПЛ) з ура-хуванням

метеоданих [6]. Використання метеоданих дозволяє проводити моніторинг параметрів навколишнього середовища в районі розміщення ПЛ і, відповідно, контролювати їх поточний стан, що дозволить оптимізувати використання їх реальної пропускної здатності, контролювати рівень технологічних втрат, виконувати оцінку граничних значень довгострокових і коротко-строкових струмів навантаження, регулювати перетоки потужності на повітряних лініях, а та-кож давати оцінку погодним умовам у відповідних районах для аварійних бригад.

Тому моніторинг аварійних параметрів ПЛ і метеоумов у місцях їх експлуатації, збір і зберігання статистичних даних, прогнозна оцінка технічного стану ПЛ є актуальними завданнями на сучасному етапі.

Оперативний спеціалізований технічний і метеорологічний моніторинг можливо здійснити шляхом впровадження автоматизованої системи контролю аварійних режимів повітряних ліній і метеопараметрів у заданих точках електричних мереж, яка розроблена кафедрою Електропостачання та енергетичного менеджменту ХНТУСГ ім. Петра Василенка і ТОВ «НЕТ» і впроваджена в електричні мережі АК «Харківобленерго».

Можливості системи:

- сигналізація про аварійний стан лінії;
- визначення безконтактним способом в реальному режимі часу аварійних станів (міжфазне коротке замикання і відсутність напруги) в точках установки датчиків на лінії;
- визначення перевищення заданих критичних значень метеорологічних параметрів (температура і відносна вологість) в точках установки датчиків на лінії;
- збір і зберігання в базі даних інформації про стан ділянок ПО напругою 6-10 кВ.

Автоматизована система побудована за ієрархічним принципом і має мікроконтролер нижнього рівня (автоматизовані блоки виносні (БВ)), що встановлені на об'єктах електричних мереж (опорах ліній електропередачі і т.п.), блоки диспетчерські (БД), призначені для встановлення на диспетчерських пунктах (підстанціях) енергосистеми.

Між пристроями нижнього рівня БВ і БД забезпечений бездротовий стільниковий зв'язок для збору первинної технічної й метеорологічної інформації.

Зібрана інформація зберігається на персональному комп'ютері (ПК), до якого підключений блок БД. Програмне забезпечення ПК нижнього рівня формує базу даних зібраної інформації, яка використовується для оперативного керування ділянкою електричної мережі і є сполучною ланкою з іншими ієрархічними рівнями системи керування енергетичного об'єкта.

Концепція побудови автоматизованої системи базується на використанні стільникового зв'язку стандарту GSM для передачі інформації між пристроями нижнього рівня й диспетчерськими станціями енергосистеми. При цьому автоматично забезпечується наскрізна адресація всіх вузлів мережі за рахунок присвоєння абонентських номерів стільниковому зв'язку. Це дає можливість доступу до первинної інформації на будь-якому рівні ієрархії системи керування, а також можливість дублювання каналів приймання інформації.

Для технічного забезпечення передачі інформації використовуються GSM-модеми стільникового зв'язку, що вбудовані в блоки БВ і блоки БД. Враховуючи, що GSM-модеми, мають більшу чутливість прийому, ніж мобільні телефони, і виносну антену, то дальність зв'язку в буде більшою.

Для контролю ожеледної ситуації на ПЛ до даної системи вмикаються датчики маси проводу та швидкості вітру, що забезпечує оперативний персонал електропостачальної організації інформацією про утворення ожеледі на ПЛ.

Особливої уваги потребує реалізація функції системи контролю утворення ожеледі, яка полягає у короткостроковому та довгостроковому прогнозі ожеледно-паморозевих відкладень на ПЛ [5]. Головним параметром, який підлягає прогнозуванню, є вага проводу, вкритого ожеледдю.

Ця функція може бути реалізована на основі нейромережевого моделювання, яке базується на числовому аналізі експериментальних даних, що описують реальні періоди зледеніння ПЛ і супутні цьому погодні та інші умови. Вищезгаданий підхід має високу гнучкість, здатність обробляти нечітку недостовірну інформацію, адаптуватися до мінливих умов функціонування, здатністю до самовдосконалення. Всі ці властивості є корисними при побудові систем прогнозування ожеледного навантаження, так як тут доводиться мати справу з різного роду невизначеністю, нестаціонарністю та іншими складнощами.

Основою для моделювання є дані автоматизованої системи контролю аварійних режимів повітряних ліній і метеопараметрів у заданих точках електричних мереж.

Задача прогнозування полягає в створенні на основі архівних даних спостережень математичної моделі вигляду

$$M(k+h)=F(M(k), \dots, M(k-d), M_{\max}(k), \dots, M_{\max}(k-d), T(k), \dots, T(k-d), H(k), \dots, H(k-d)), \quad (1)$$

де k – номер поточної години;
 h – інтервал прогнозування, прийнятий рівним 2 годинам;
 d – порядок моделі, що відповідає глибині використання архівних даних;
 $M(k), M_{\max}(k)$ – відповідно середня та максимальна вага проводу для години k ;
 $T(k), H(k)$ – відповідно температура та відносна вологість повітря, які впливають на процес утворення ожеледі, для години k ;

$F(\bullet)$ – перетворення, яке повинно бути знайдене.

Дана задача може бути вирішена з використанням нейронної мережі на основі гібридних нейроподібних елементів, рис. 1 [7].

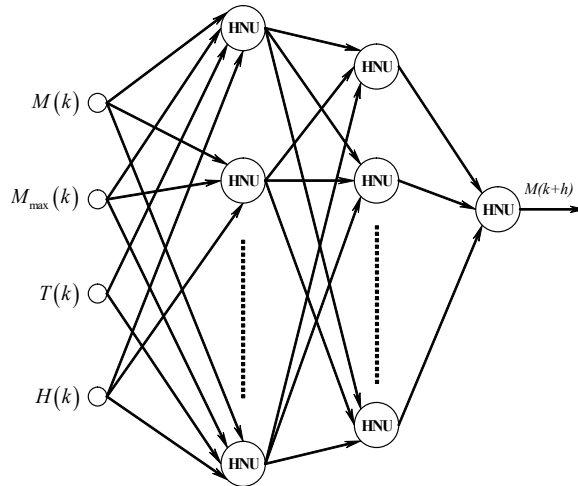


Рисунок 1 – Нейронної мережі на основі гібридних нейроподібних елементів

Вхідними сигналами мережі є поточні значення прогнозованої змінної $M(k)$ та інших величин $M_{\max}(k), T(k), H(k)$, які контролюються датчиками та передаються каналом зв'язку на диспетчерський пункт. Подавати на вхід попередні вимірювання немає необхідності, оскільки вони формуються автоматично всередині гібридних нейроподібних елементів HNU. Структура гібридного нейроподібного елемента наведена на рис. 2.

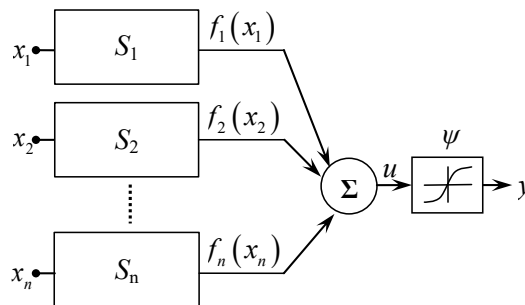


Рисунок 2 – Структура гібридного нейроподібного елемента

Вхідні сигнали $x_i (i=1, \dots, n)$ перетворюються з допомогою синапсів різних типів S_i в сигнали $f_i(x_i)$, які потім об'єднуються в сигнал внутрішньої активації $u = \sum_{i=1}^n f_i(x_i)$. Вихідний сигнал нейроподібного елемента формується з допомогою нелінійної активуючої функції

$$y = \psi(u) = \psi\left(\sum_{i=1}^n f_i(x_i)\right), \quad (1)$$

де в якості $\psi(u)$ використовується сигмовидна функція або гіперболічний тангенс.

Висновки. Організація моніторингу параметрів поточного стану ПЛ з урахуванням метеоданих в режимі реального часу дозволить підвищити ефективність автоматизації і управління режимами роботи енергосистем на базі платформи Smart Grid.

Застосування автоматизованої системи контролю аварійних режимів повітряних ліній і метеопараметрів у заданих точках електричних мереж із реалізацією функції прогнозування утворення ожеледно-паморозевих відкладень забезпечує обслуговуючий персонал електромереж інформацією про стан повітряних ліній електропередавання в режимі реального часу, а також дає можливість завчасної підготовки до проведення відповідних заходів для боротьби з прогнозованою ожеледдю, що в свою чергу підвищує надійність роботи електричних мереж та ефективність систем електропостачання споживачів

Список використаної літератури

1. European Smart Grids Technology Platform. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006.
2. Дорофеев В. В., Макаров А. А. Активно-адаптивная сеть – новое качество ЕЭС России // Энергоэксперт. – 2009. – № 4 – С.15.
3. Попадченко С. А. Ефективність електропостачання споживачів в умовах Smart Grid // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка Випуск 153 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України» – Харків: ХНТУСГ, 2014. – С.17 – 19.
4. Толшаков А. В. SMART GRID: развитие, практика, проблемы // Энергонадзор, 2014, № 1 – С. 53., № 2 – С.54.
5. Савченко О. А., Дюбко С. В. Перспективні шляхи вдосконалення автоматизованих систем контролю утворення ожеледі на ПЛ // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка Випуск 175 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України» – Харків: ХНТУСГ, 2016. – С.20 – 22.
6. Черемисин Н. М., Зубко В. М., Холод А. В., Черкашина В. В., Рудь Т. С. Повышение эффективности АСУ ТП подстанций за счет мониторинга параметров воздушных линий и окружающей среды на базе платформы Smart Grid // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка Випуск 129 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України» – Харків: ХНТУСГ, 2012. – С.14 – 16.
7. Черемисин Н. М., Попов С. В., Савченко О. А., Шкуро К. О., Пархоменко О. В. Эффективность мониторинга воздушных линий электропередавания в ожеледных районах // Наукові праці Донецького національного технічного університету, № 2 (15) 2013. – Донецьк: ДНТУ, 2013. – С. 261 – 264.

УДК 621.317

А.Н. Мороз, д-р техн. наук, проф.
Н.М. Черемисин, канд.техн.наук, проф
А.А. Савченко, канд.техн.наук, доц
С.А. Попадченко, магістр
С.В. Дюбко, магістр

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенка ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ SMART GRID ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В статье рассматривается вопрос технологии Smart Grid в эффективности электроснабжения потребителей на современном этапе. Рассмотрены основные проблемы, которые существуют в настоящее время в электроэнергетической отрасли. Исследована эффективность внедрения автоматизированной системы контроля аварийных режимов воздушных линий и метеопараметров и сделан анализ основных возможностей данной системы. Предложена модель прогнозирования гололедно-изморозевых отложений на воздушных линиях.

Ключевые слова. Интеллектуальные сети, гибкие системы передачи электроэнергии, автоматизированная система, нейронная сеть.

O. Moroz, Dr. Eng. Sc., Prof.
N. Cheremisin, Cand. Sc. (Eng.), Prof.
O. Savchenko, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof.
S. Popadchenko, Msc.
S. Diubko, Msc.

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture

USING SMART GRID'S TECHNOLOGIES FOR INCREASING EFFICIENCY OF CONSUMERS' ELECTRIC SUPPLY

The article considers the issue of Smart Grid technology in the efficiency of consumers' electric supply. The main problems that currently exist in the energy sector are considered. The effectiveness of the implementation of an automated monitoring system for emergency modes of overhead lines and meteorological parameters was studied and made an analysis of the main capabilities of this system. A model for predicting icyfrost deposition on power lines is proposed.

Key words: intelligent networks, flexible power transmission systems, automated system, neural network.

References

1. European Smart Grids Technology Platform. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006.
2. Dorofeev V. V., Makarov A. A. Active-adaptive network – a new quality of the U E S of Russia // *Energexpert*. – 2009. – № 4 – 15 p. (Rus).
3. Popadchenko S. A. Efficiency of a power supply to consumers in the Smart Grid // *Visnik KHNTUSG im. Petra Vasilenka*. An issue is 153. «Problems energy providing and energysavings in APK of Ukraine» – Kharkov: KHNTUSG, 2014. – 17– 19 p. (Ukr).
4. Tolshakov A.V. SMART GRID: Development, practice, problems // *Enerhonadzor*, 2014, № 1 – С. 53., № 2 – 54 p. (Rus).
5. Savchenko O. A., Diubko S. V. Perspective ways of improvement of automated control systems of the formation ice on power lines // *Visnik KHNTUSG im. Petra Vasilenka*. An issue is 175. «Problems energy providing and energy-savings in APK of Ukraine» – Kharkov: KHNTUSG, 2016. – P. 20– 22. (Ukr).
6. Cheremisin N. M., Zubko V. M., Kholod A. V., Cherkashina V. V., Rud T. S. Increase of efficiency of ACS TS due to monitoring of parameters of overhead lines and environment on the basis of Smart Grid // *Visnik KHNTUSG im. Petra Vasilenka*. An issue is 129 «Problems energy providing and energysavings in APK of Ukraine» – Kharkov: KHNTUSG, 2012. – P.14-16 (Rus).
7. Cheremisin N. M., Popov S. V., Savchenko O. A., Shkuro K. A., Parhomenko O. V. Efficiency of monitoring of overhead power lines in icestorm regions // *Naukovi praci DNTU*, – № 2 (15) – 2013. – Donetsk: DNTU, 2013. – P. 261– 264. (Ukr).

Надійшла 10.04.2017

Received 10.04.2017