

**Висновки.** 1. Математичне моделювання є необхідним елементом досліджень під час розроблення нового устаткування для прогресивних дугових процесів зварювання.  
2. Розроблена авторами математична модель дозволяє одержати передавальні функції та матричні передавальні функції для вивчення стійкості систем, які містять зворотні зв'язки.

1. Дилтай У. Сварка и соединение – ключевые технологии третьего тысячелетия // Автоматическая сварка. – 2008. – № 11. – С. 101–107. 2. Математическая модель процесса сварки МАГ / Т. Оджи, Ф. Миясака, Т. Ямамото, И. Тсуджи // Автоматическая сварка. – 2006. – № 3. – С. 14–18. 3. Цыбулькин Г.А. Стабилизация скорости плавления электрода при роботизированной дуговой сварке // Автоматическая сварка. – 2008. – № 12. – С. 13–16. 4. Гецкин О.Б., Ерофеев В.А., Полосков С.И. Моделирование процесса переноса электродного металла при сварке с короткими замыканиями // Автоматическая сварка. – 2009. – № 2. – С. 16–21. 5. Сидорец В.Н., Жерносеков А.М. Численное моделирование системы источник питания – дуга с плавящимся электродом // Автоматическая сварка. – 2004. – № 12. – С. 10–16. 6. Жерносеков А.М. Влияние колебания напряжения сети на процесс импульсно-дуговой сварки // Автоматическая сварка. – 2008. – № 2. – С. 48–49.

УДК 621.313

І.П. Заболотний, Д.О. Мішлаков, Л.М. Шаповалов  
ДВНЗ “Донецький національний технічний університет”

## АНАЛІЗ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ В ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ WEB-ТЕХНОЛОГІЙ

© Заболотний І.П., Мішлаков Д.О., Шаповалов Л.М., 2009

**Подано дослідження використання web-технології для створення підсистеми аналізу аварійних ситуацій в електроенергетичних системах (ЕЕС) за даними цифрових реєстраторів та пристроїв телемеханіки. Підсистема аналізу є фрагментом системи підтримки процесу прийняття рішень персоналом ЕЕС.**

**There are research of the use web-technology is given for creation subsystem of analysis emergencies situations in the electroenergy systems (ES) from data of digital recorders. A subsystem of analysis is the fragment of the system of support decision-making process by the personnel of ES.**

**Постановка проблеми.** Одним з напрямів удосконалення систем керування ЕЕС є побудова систем підтримки прийняття рішень персоналом електроенергетичних об'єктів, якісно новий рівень яких залежить від розв'язання задачі аналізу аварійних ситуацій.

У системах керування електроенергетичними об'єктами можна виділити два напрями в автоматизації аналізу аварійних ситуацій:

- під'єднання цифрових реєстраторів до загальної системи збору інформації, що реалізується на підставі Scada-систем з подальшим веденням журналів аварійних ситуацій;
- створення програмно-апаратних комплексів реєстрації і аналізу аварійних ситуацій на основі обчислювальних мереж.

Необхідність поєднання даних від різних реєстраторів, інших пристроїв, в яких є інформаційні блоки для фіксації аварій, обробки значних обсягів інформації і її синхронізації істотно ускладнює задачу аналізу аварійної ситуації, що призводить до спрощень в існуючих методах аналізу. Варто відзначити, що інформація про особливості перебігу аварії, реакції на збурення пристроїв керування, захисту та про стан електроенергетичного об'єкта необхідна персоналу різних служб і різного рівня керування.

Незаперечною перевагою web-технології є те, що користувач може одержати швидкий і зручний доступ до інформації, до того ж не встановлюючи ніякого додаткового програмного забезпечення. Ядро програмного продукту здійснює більшу частину операцій безпосередньо на сервері, а результат відображає в браузері комп'ютера клієнта. Такий підхід відрізняється не тільки зручністю для користувача, але й істотно знижує вимоги до його ПЕОМ, а також до переліку програмних засобів, встановлених на ньому.

**Аналіз останніх досягнень та публікацій.** На нинішньому етапі розвитку енергетики розв'язують задачу переважно за допомогою інформаційної технології у вигляді аналізу користувачем хронологічної послідовності подій з можливістю фільтрації інформації за деякими чинниками, що є недостатнім для побудови ефективної системи підтримки процесу ухвалення рішень у складних ситуаціях з урахуванням сучасних умов функціонування електроенергетичних об'єктів [1–2].

У [3] наведено інформацію про програмно-апаратний комплекс, в якому використовуються модельна і експертна технології для аналізу аварійних ситуацій в ЕЕС, що забезпечує якісно новий рівень підтримки процесу прийняття рішень персоналом. Але інструментарій програмних засобів не дає змоги адаптувати комплекс до особливостей технологічних задач різних служб різного рівня ієрархії керування ЕЕС, управляти рівнем автоматизації залежно від ступеня реалізації інформаційної технології в системі керування конкретним електроенергетичним об'єктом.

Сьогодні більшість електроенергетичних підприємств уже мають доступ до мережі Internet і свої локальні мережі. Але web-технології, переважно, використовуються для ведення заявок на виконання переключень та виконання ремонтних робіт. У таких умовах розробка програмно-технічних комплексів (ПТК), які би реалізовували можливості сучасних web-технологій, спираючись при цьому на інформацію глобальних баз даних серверів, є актуальною задачею.

**Задача досліджень.** Виконаний аналіз вказує на необхідність удосконалення системи аналізу аварійних ситуацій в напрямку розробки механізмів щодо створення єдиної інформаційної моделі енергетичного об'єкта, адаптації програмних засобів до вимог персоналу різних служб, спрощення інтерфейсу користувача на основі сучасних мережевих технологій, зокрема з використанням технології "клієнт-сервер" для отримання віддаленої інформації.

Метою роботи є:

1) розробка методів адаптації програмного забезпечення до особливостей технологічних процедур конкретної служби:

а) формування повідомлень оперативному персоналу, відповідним нормативним документам по перемиканням і необхідних для підтримки процесу ухвалення персоналом рішень:

- про режим, що наступив, у вигляді значень активної і реактивної потужностей, струмів в елементах, рівнях напруги на шинах в післяаварійному режимі, про результати зіставлення з параметрами попереднього режиму і допустимими величинами параметрів;
- про вид РЗ (основна або резервна), що відімкнула пошкодження;
- про оперативне управління присіданням і особливості управління;

б) формування повідомлень персоналу служби релейного захисту у вигляді оцінки функціонування пристроїв з аналізом відхилень в роботі за їх наявності;

в) формування повідомлень персоналу служби лінії про місце пошкодження: лінія, проліт, під'їзди та забезпеченням можливості уточнення місця КЗ на лінії шляхом зміни умов функціонування лінії (стану троса, відгалужень, ліній в коридорі тощо);

2) розвиток методу побудови інформаційної моделі електроенергетичного об'єкта у вигляді відкритої системи, що дає змогу управляти описом інформаційних потоків без зміни структури даних;

3) спрощення інтерфейсу користувачів на основі використання web-технології.

**Виклад основного матеріалу.** Інформаційний потік елемента електроенергетичного об'єкта складається з множин таблиць та графічних зображень. У роботі використаний підхід побудови структури опису інформаційної моделі класів елементів, який засновано на використанні агрегації і узагальнення (рис. 1). Узагальнена структура інформаційної моделі дозволяє організувати ієрархію класів та інформаційних об'єктів у класі. Узагальнена структура реалізується за допомогою відношення для збереження ідентифікаторів таблиць, що описують властивості елементів електроенергетичного об'єкта (рис. 2). Такий підхід дозволяє визначити множини інформаційних моделей елементів без зміни програмного коду.

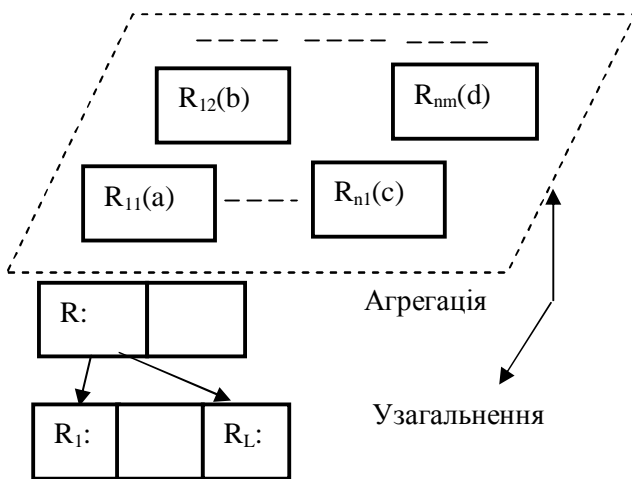


Рис. 1. Графічна модель узагальнення реляційних відносин

Class_id	Object_id	-----
Class1	Object1	-----
Class1	Object2	-----
-----	-----	-----
ClassM	Object1	-----
ClassM	Object2	-----
ClassM	-----	-----
ClassM	Objectn	-----

Рис. 2. Відношення для збереження ідентифікаторів таблиць елементів

В інструментарії програмних засобів щодо аналізу аварійних ситуацій реалізовано технологію ведення інформації клієнт-сервер. Програмне забезпечення серверної частини реалізує такі функції:

а) обробку інформації від цифрових реєстраторів і представлення її в базі даних на серверах в двох таблицях. Перша таблиця містить загальну інформацію про аварію (місце зберігання осцилограми, місце установки реєстратора, об'єкт спостереження, код настройки реєстратора, пошкоджений елемент, вид і місце КЗ, факт наявності дискретних сигналів. У другій таблиці зберігається дискретна інформація від пристроїв релейного захисту і автоматики, систем управління вимикачами, допоміжних систем;

б) керування оновленням таблиць при реєстрації нової ситуації;

в) представлення інформації на web-сервері для програмного забезпечення клієнта;

г) запуск процедур щодо:

- отримання значень параметрів аварійного режиму (струми, напруги тощо);
- встановлення відповідностей “повідомлень реєстратора” за каналами та “технологічних повідомлень” джерел сигналів, що під'єднані до каналів реєстратора.

При цьому використовуються таблиця з інформацією про канали реєстратора і таблиця технологічних повідомлень, які пов'язані ключами-атрибутами.

Інтерфейс користувача відображається у форматі HTML в Internet браузері клієнта. Користувач може працювати практично на будь-якому комп'ютері. Необхідною вимогою є лише під'єднання до мережі й наявність браузера, що підтримує HTML формат (наприклад, програма перегляду Internet Explorer).

Для роботи користувач в Інтернет-браузері переходить на необхідну HTML сторінку та за допомогою інтерфейсу формує запит, який надходить мережею до серверу. Web-сервер, отримавши клієнтський запит, активує відповідний скрипт (сценарій). Серверні сценарії формують відповідь користувачу у вигляді динамічної HTML-сторінки, яка відображується в браузері клієнтського ПЕОМ. Передача запиту та відповіді виконується за протоколами TCP/IP (рис. 3).

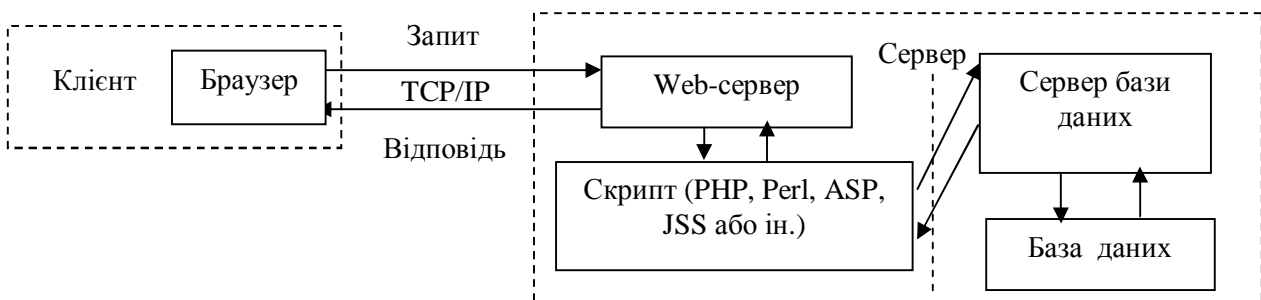


Рис. 3. Схема реалізації технології клієнт-сервер

Основними функціями безпосередньо модуля аналізу інформації про аварійні ситуації є:

- формування запитів до БД сервера найпростішими для не підготовленого користувача засобами з виключенням неправильно заданих форматів, неправильно заповнених даних тощо;
- пошук інформації відповідно до запиту в БД, модифікація або видалення даних;
- повернення результату обробки запиту в HTML форматі для відображення в Internet браузері користувача;
- розмежування доступу й забезпечення безпеки даних (аутентифікація користувача).

Структурно-функціональна схема модуля наведена на рис. 4, а на рис. 5 наведено структурну схему інформаційної моделі підсистеми аналізу аварійних ситуацій.

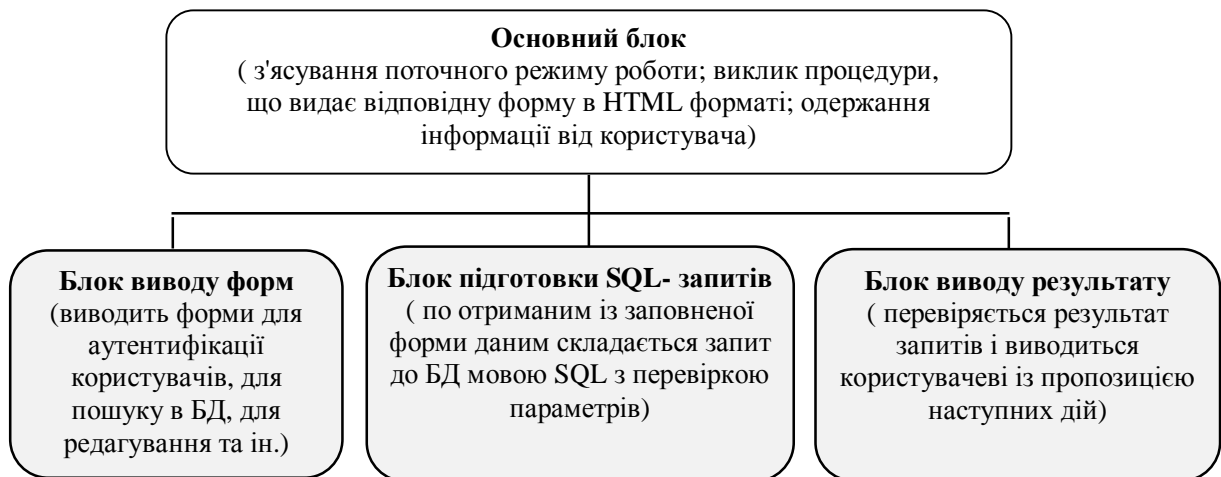


Рис. 4. Структурно-функціональна схема модуля обробки інформації



Рис. 5. Структурна схема інформаційних об'єктів підсистеми аналізу аварійних ситуацій

**Висновки.** 1. Запропонована в роботі узагальнена модель реляційних відносин дає змогу оперативно управляти адаптацією інформаційних моделей електроенергетичного об'єкта.

2. Розроблені методи щодо технології обробки інформації реєстраторів реалізовано в інструментальних програмних засобах для аналізу аварійних ситуацій.

1. Kezunovic M., Rikalo I. *Detect and Classify Faults Using Neural Nets.* – *IEEE Computer Applications in Power*, October 1996. – P. 58–64. 2. Kezunovic M., Fromen C.W. *An Expert System for Transmission Substation Event Analysis* // *IEEE Transactions on Power Delivery*, October 1993. – Vol. 8, No. 4. – P. 121–128. 3. Заболотный И.П., Сазонов В.В. *Экспертная система анализа аварийных ситуаций в электрических системах* // *Збірник наукових праць Донецького національного технічного університету. Серія. Електротехніка і енергетика. Вип. 50.* – Донецьк: ДонНТУ, 2002. – С. 165–171.

УДК 621.311.1.018.3

В.О. Комар, А.Л. Поліщук

Вінницький національний технічний університет

Вінницькі міські електричні мережі

## КРИТЕРІАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ

© Комар В.О., Поліщук А.Л., 2009

Наведено аналіз параметрів, які мають враховуватись у критерії якості функціонування розподільних мереж. Пропонується метод його визначення, який ґрунтується на поєднанні теорії марковських процесів та критеріального методу.

**In the article the analysis of properties to be considered in criterion of function quality of distribution networks is carried out. The method of its determination which is based on integration of Markov processes theory and criterial method is offered.**

**Вступ.** Від надійності та якості електропостачання промисловості та населення безпосередньо залежить економічний розвиток держави. Обмеження фінансування розвитку, відновлення та модернізації розподільних мереж України стало причиною зростання коефіцієнта їх дефектності, який досягнув 13 % [1], і постачання електроенергією доволі часто стає ненадійним і незадовільним щодо якості електроенергії.

Недостатній об'єм фінансових ресурсів електропостачальних компаній вимагає раціонального розподілу коштів з метою підтримання критерію дефектності на якомога нижчому рівні. Тому необхідно визначати оптимальне співвідношення між витратами на забезпечення відповідного рівня надійності та витрат зумовлених недовідпуском та незадовільною якістю електричної енергії. Крім цього неможливість виконання відновлювальних робіт протягом короткого терміну часу потребує розв'язування задачі забезпечення, на час ремонту, надійним і якісним електропостачанням споживачів за іншими схемами. Оскільки таких варіантів може бути декілька, тому необхідно виконати їх аналіз і вибрати кращий за надійністю і якістю електропостачання. Розв'язати поставлені задачі можна, використовуючи критерій якості функціонування розподільних мереж.

**Метою цієї статті** є розроблення методу визначення критерію якості функціонування розподільних мереж.

**Характеристика об'єкта дослідження.** Електрична мережа являє собою комплекс електрообладнання та пристроїв, які призначені для передачі й розподілу електричної енергії. Сучасні електричні мережі за своєю структурою, організацією експлуатації і принципами управління належать до складних технічних комплексів (систем). Під час прийняття рішення щодо управління такою системою важливими є оцінка її функціональної готовності або якості функціонування.