

УДК 004.891:629.735

С.В. Голуб<sup>1</sup>, О.Г. Мельник<sup>2</sup>, Р.П. Мельник<sup>2</sup><sup>1</sup>Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси<sup>2</sup>Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля, Черкаси

## ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ АВАРІЙНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ

У статті розглянуто основні методи прогнозування несправностей електромережі житлових будинків. Запропоновано для прогнозування передумов виникнення пожеж у житлових будинках застосовувати метод групового врахування аргументів.

**Ключові слова:** житловий сектор, прогнозування, класифікація, метод групового врахування аргументів.

### Вступ

**Актуальність проблеми.** Від справності електромережі житлових будинків залежить безпека мешканців та збереження їх матеріальних цінностей. Несправність електропроводки – одна з найчастіших причин виникнення пожеж. Крім того, від стану електропроводки не в останню чергу залежить комфорт мешканців будинку, квартири. Сучасна людина звикла до того, що техніка полегшує побут і робить життя більш приємним. На сьогодні навряд чи знайдеться будинок без телевізора, комп'ютера, пральної машини, мікрохвильової печі та інших електроприладів.

Люди не схильні обмежувати комфорт свого побуту, а ось електропроводка в абсолютній більшості будинків, спроектованих в минулому столітті, не розрахована на навантаження від сучасних електроприладів. Перевантаження мережі в кращому випадку відімкне електрику, а в гіршому – може негативно відобразитися на стані побутової електротехніки, а також призвести до загорання.

Для запобігання і прогнозування аварійного стану електромережі, а в результаті – виникнення пожеж, і отримання науково-обґрунтованих результатів щодо майбутніх подій, пропонується використовувати інформаційне моделювання.

**Аналіз останніх досліджень.** Проблемам пожежної небезпеки побутових електромереж присвячені наукові доробки В.І. Гудима, О.М. Ковалю, М.М. Семерака, Ю.І. Рудика [3, 4]. Але моделювання виникнення пожеж з причини перевантаження електромережі не було предметом спеціального вивчення, що й робить тему дослідження актуальною.

**Формулювання мети статті (завдання).** Метою даної роботи є дослідження методів та засобів прогнозування характеристик електромережі житлової квартири з метою розпізнавання її аварійного стану.

### Виклад основного матеріалу

В умовах інформаційного росту суспільства різко зростають вимоги до ефективності прийняття і реаліза-

ції оперативних і стратегічних рішень на всіх рівнях – державному, відомчому, регіональному та місцевому. Зокрема, ефективність прийняття оперативних рішень, у першу чергу, залежить не так від кількості наявної інформації, як від її якості та глибини її підготовки, опрацювання, узагальнення і подання у належній формі. Це свідчить про актуальність розроблення систем збору, передачі, аналізу, візуалізації та документування статистичної інформації, а також використання її для оцінювання, моделювання та оперативного прогнозування надзвичайних ситуацій. Істотними складовими частинами типової системи моніторингу є підсистеми взаємодії з базами даних, візуалізації, експертного і статистичного аналізу, моделювання, прогнозування та документування. Предметом моніторингу є стан електромережі житлових будинків.

Задачі спостереження і моніторингу не тотожні, хоча перша з них є необхідним етапом другої. Тобто моніторинг обов'язково включає спостереження, але його завдання значно ширші, оскільки в ході моніторингу на основі фактичних даних про зміну в часі певних показників контрольованих процесів повинні проводитися: оцінювання поточного стану процесів; аналіз поточних даних; оперативне прогнозування тенденцій розвитку процесів; візуалізація результатів моніторингу.

Оперативне прогнозування є важливою функцією системи моніторингу несправностей в електромережі, оскільки саме результати прогнозування мають вирішальне значення для обґрунтованого прийняття управлінських рішень. Ставиться задача ідентифікації функціональної залежності наступних значень енергоспоживання від її попередніх значень на даних, попереднього проміжку часу та екстраполяції цієї залежності на майбутній проміжок часу. Необхідно дослідити динаміку модельованих процесів під впливом зовнішніх факторів (нормативне прогнозування) [2].

Традиційно аналіз часових рядів проводиться дедуктивними методами регресійного аналізу. Від вивчення загальних закономірностей переходять до побудови моделей конкретних явищ та процесів.

При застосуванні цих методів значною проблемою є розв'язання задачі функціонально-структурної ідентифікації, яка містить два етапи:

1) визначення вигляду функціональної залежності – моделі (евристично – на основі інтуїції та досвіду дослідника, який ґрунтується на апріорній інформації про об'єкт дослідження). Часто цей етап називають визначенням загальної структури (лінійна чи нелінійна регресія, поліном, ряд Фур'є чи щось інше);

2) визначення частинної структури моделі – виявлення переліку факторів, що будуть використані як параметри моделювання.

Основною проблемою, яка виникає при застосуванні традиційних дедуктивних методів є суб'єктивність цього процесу. Побудова адекватної моделі залежить від кваліфікації “модельєра”. Такі методи не можуть бути застосовані в інформаційній системі для широкого кола користувачів [1].

Знизити вплив суб'єктивності можливо за рахунок застосування індуктивного підходу до моделювання виникнення пожежі в електромережах житлових будинків, який ґрунтується на принципі “від конкретного до загального”, тобто від одержання емпіричних даних про поведінку конкретних явищ та процесів до побудови моделей із застосуванням спеціальних інформаційних технологій “видобування” знань із даних. Цей підхід реалізує метод групового урахування аргументів (МГУА) [5], який фактично є методом пошуку закономірностей (математичного опису закономірних причинно-наслідкових зв'язків між елементами досліджуваних процесів) з автоматичним вибором вигляду функціональної структури і параметрів моделі на основі інформації, яка міститься в короткій вибірці статистичних даних. В його основу покладено принципи неостаточності прийняття рішення, зовнішнього доповнення, самоорганізації та послідовної селекції ускладнювальних структур моделей [5]. На рис. 1 подана схема багаторядного алгоритму МГУА.

В процесі моделювання виникнення пожежі в житловому секторі внаслідок несправностей електромережі користуватимемося одним із стандартних типів закономірностей – класифікацією, оскільки за допомогою неї можна виявити ознаки, що характеризують групу, до якої відноситься той або інший об'єкт.

Класифікацію несправностей електромережі проводимо за ознаками:

1. Напруга.
2. Характеристики зв'язку між показниками.
3. Інші.

У роботі пропонується наступна класифікація станів електромережі:

1) нормальний стан електромережі – електроенергія знаходиться в певних нормованих рамках і має певні параметри (напруга, частота, форма сигналу), тому для її нормальної роботи потрібна електрична енергія з певними параметрами;

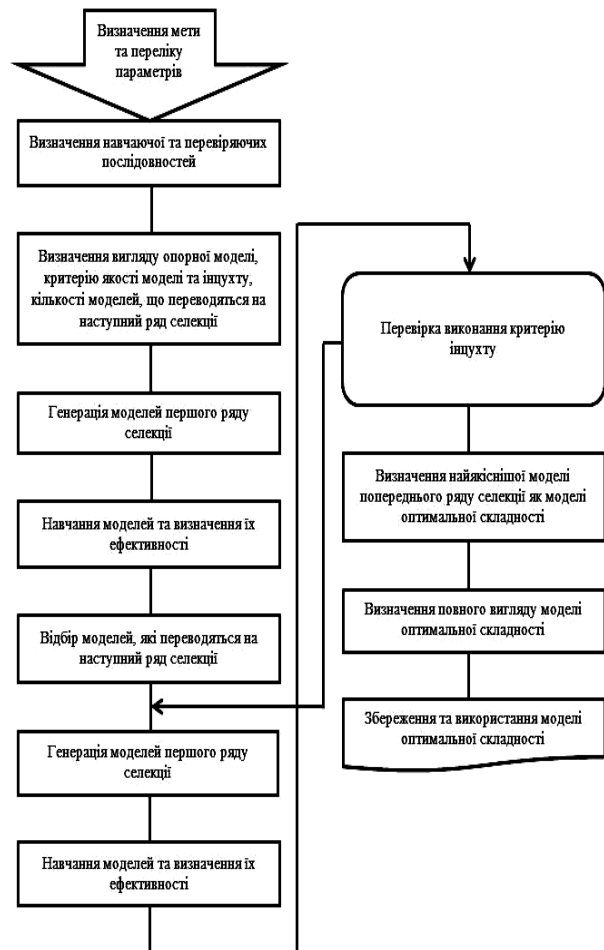


Рис. 1. Багаторядний алгоритм МГУА

2) передаварійний стан – стан електромережі, коли відбувається її навантаження, що перевищує допустимі норми, без прояву критичних пошкоджень;

3) аварійний стан – режим, який характеризується параметрами, що виходять за межі вимог технічних регламентів, і які ведуть до загрози пошкодження устаткування і обмеження подачі електричної і теплової енергії в значному об'ємі.

Планується визначити ознаки для кожного стану та технології їх розпізнавання.

Електромережа житлових будинків на мікрорівні моніторингу вважається складною системою, яка містить множину підсистем як технічних об'єктів, так і процесів, обумовлених фізико-хімічними взаємодіями і дією чинників довкілля.

На основі вхідного масиву даних необхідно спрогнозувати стан електромережі для випадку, коли впливи зовнішніх факторів будуть незмінними. Іншими словами необхідно визначити, яким буде стан електромережі через певний час, якщо режим її експлуатації залишиться теперішній. Для цього необхідно спрогнозувати значення характеристик електромережі, основною з яких є енергоспоживання.

Для визначення можливості застосування МГУА [5] для розв'язання поставлених задач в даних умовах був проведений модельний експеримент.

Таблиця 1

Елементи масивів вхідних X та вихідних Y, Z, K даних

Показник	Змінна
1. Енергоспоживання квартири № 1 впродовж останньої доби, ВА	x1
2. Енергоспоживання квартири № 2 впродовж останньої доби, ВА	x2
3. Енергоспоживання квартири № 3 впродовж останньої доби, ВА	x3
4. Енергоспоживання квартири № 4 впродовж останньої доби, ВА	x4
5. Енергоспоживання квартири № 5 впродовж останньої доби, ВА	x5
6. Енергоспоживання квартири № 1 впродовж попередньої доби, ВА	x6
7. Енергоспоживання квартири № 2 впродовж попередньої доби, ВА	x7
8. Енергоспоживання квартири № 3 впродовж попередньої доби, ВА	x8
9. Енергоспоживання квартири № 4 впродовж попередньої доби, ВА	x9
10. Енергоспоживання квартири № 5 впродовж попередньої доби, ВА	x10
11. Енергоспоживання квартири № 1 дві доби назад, ВА	x11
12. Енергоспоживання квартири № 2 дві доби назад, ВА	x12
13. Енергоспоживання квартири № 3 дві доби назад, ВА	x13
14. Енергоспоживання квартири № 4 дві доби назад, ВА	x14
15. Енергоспоживання квартири № 5 дві доби назад, ВА	x15
16. Енергоспоживання квартири № 1 впродовж наступної доби, ВА	y1
17. Енергоспоживання квартири № 2 впродовж наступної доби, ВА	y2
18. Енергоспоживання квартири № 3 впродовж наступної доби, ВА	y3
19. Енергоспоживання квартири № 4 впродовж наступної доби, ВА	y4
20. Енергоспоживання квартири № 5 впродовж наступної доби, ВА	y5
21. Енергоспоживання квартири № 1 впродовж другої доби, ВА	z1
22. Енергоспоживання квартири № 2 впродовж другої доби, ВА	z2
23. Енергоспоживання квартири № 3 впродовж другої доби, ВА	z3
24. Енергоспоживання квартири № 4 впродовж другої доби, ВА	z4
25. Енергоспоживання квартири № 5 впродовж другої доби, ВА	z5
26. Енергоспоживання квартири № 1 впродовж третьої доби, ВА	k1
27. Енергоспоживання квартири № 2 впродовж третьої доби, ВА	k2
28. Енергоспоживання квартири № 3 впродовж третьої доби, ВА	k3
29. Енергоспоживання квартири № 4 впродовж третьої доби, ВА	k4
30. Енергоспоживання квартири № 5 впродовж третьої доби, ВА	k5

Прогнозувалось навантаження електромережі окремої квартири за результатами спостережень впродовж останніх двох тижнів за електроспоживанням даної та сусідніх квартир.

В табл. 1 подані показники масиву вхідних та вихідних даних.

Масив вхідних даних

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_{15}\}$$

містить показники енергоспоживання квартир протягом останніх трьох діб. Масив вихідних даних

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_5\}$$

містить результати прогнозування енергоспоживання квартир впродовж першої наступної доби. Масив вихідних даних

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_5\}$$

містить результати прогнозування енергоспоживання квартир впродовж другої наступної доби. Масив вихідних даних

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_5\}$$

містить результати прогнозування енергоспоживання квартир впродовж третьої наступної доби.

В табл. 2 подані результати експерименту.

Результати експерименту, подані в табл. 2, дозволяють зробити висновки про те, що вхідний масив даних X містить достатній перелік елементів, який дозволяє синтезувати адекватні прогнозні моделі за багаторядним алгоритмом МГУА [5]. Середнє значення похибки прогнозування збільшується із зростанням прогнозного періоду. При тривалості прогнозного періоду 3 кроки похибка прогнозування зростає на 1,4 %, при цьому вона залишається прийнятною.

Таким чином, виявлено, що, застосовуючи поліноміальні алгоритми МГУА для синтезу прогнозних моделей, можливо забезпечити інформацією процес класифікації станів електромереж житлових приміщень.

Таблиця 2

Характеристики результатів прогнозування

Змінна	Похибка прогнозування, %	Середнє значення похибки прогноз., %
y1	2,46	1,17
y2	0,65	
y3	2,16	
y4	0,23	
y5	0,36	
z1	3,03	1,53
z2	0,86	
z3	1,99	
z4	0,36	
z5	1,38	
k1	6,48	2,56
k2	1,00	
k3	2,29	
k4	2,09	
k5	0,95	

**Висновки**

З метою розробки технології моніторингу безпечності експлуатації електромереж житлових приміщень досліджені особливості процесу оперативного прогнозування показників енергоспоживання житлової квартири. Виявлено, що застосування індуктивних методів моделювання, зокрема багаторядного алгоритму МГУА, дозволяє синтезувати прогнозні моделі достатньої точності за умови, що масив вхідних даних містить характеристики енергоспоживання сусідніх квартир впродовж трьох останніх діб. Прогнозний період складає три доби. В умовах експерименту середня похибка прогнозування енергоспоживання впродовж трьох діб склала 1,2 – 2,56%.

**Список літератури**

1. Голуб С.В. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища: монографія /

С.В. Голуб. – Черкаси: Вид. від ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. – 220 с.

2. Принятие решений в системах мониторинга / Т.Г. Емельяненко, А.В. Зберовский, А.Ф. Приставка, Б.Е. Собко. – Днепропетровск: РИК НГУ, 2005. – 224 с.

3. Исследование физических характеристик бытовых электросетей / В.И. Гудым, Ю.И. Рудык, О.М. Коваль, А.В. Самборский // Чрезвычайные ситуации: Предупреждение и ликвидация. Сборник тезисов докладов IV международного научно-практ. конф. Том 1. – Минск, 2007. – С. 288-291.

4. Коваль О.М. Технічні засоби підвищення рівня пожежної безпеки побутових електромереж / О.М. Коваль // Пожежна безпека: Зб. наук. пр. – Львів: ЛДУ БЖД, 2007. – № 10. – С. 134-139.

5. Ивахненко А.Г. Обзор задач, решаемых по алгоритмам Метода Группового Учета Аргументов (МГУА) [Электронный ресурс] / А.Г. Ивахненко, Г.А. Ивахненко. – Режим доступа до ресурсу: <http://gmdh.net>.

Надійшла до редколегії 18.08.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.М. Рудницький, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси.

**ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
КАК МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОСЕТИ**

С.В. Голуб, О.Г. Мельник, Р.П. Мельник

*В статье рассмотрены основные методы прогнозирования неисправностей электросети жилых домов. Предложено для прогнозирования предпосылок возникновения пожаров в жилых домах применять метод группового учета аргументов.*

**Ключевые слова:** жилищный сектор, прогнозирование, классификация, метод группового учета аргументов.

**INFORMATIVE DESIGN  
AS A METHOD OF THE PROGNOSTICATION OF THE EMERGENCY STATE OF ELECTRIC SYSTEM**

S.V. Golub, O.G. Melnyk, R.P. Melnyk

*The basic methods of the prognostication of disrepairs of the electric system of dwelling-houses are considered in the article. It is suggested for prognostication of pre-conditions of origin of fires in dwelling-houses to apply the method of group account of arguments.*

**Keywords:** dwelling sector, design, prognostication, classification, method of group account of arguments.