



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
та
КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

№2(6) 2006

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

Засновано у 2004 році
Виходить тричі на рік
№ 2(6), 2006

Зареєстрований Державним комітетом інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення України.
Свідоцтво про реєстрацію № 9007, сер. КВ від 27.07.2004 р.

Рекомендовано до друку рішенням Ученої ради ВНТУ, протокол № 12 від 29.06.2006 р.

Міжнародний науково-технічний журнал „Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія” є науковим фаховим виданням України, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата технічних наук (постанова ВАК України №2-05/1 від 19.01.2006 року)

© Вінницький національний технічний університет

Адреса редакції:
Україна, 21021, м.Вінниця,
вул. Хмельницьке шосе, 95
ВНТУ, к. 2121

Тел: +380 (432) 43-78-80
Факс: +380 (432) 46-57-72
E-mail: itce@vstu.vinnica.ua
<http://vstu.vinnica.ua/itce/>

КОНТРОЛЬ ТА УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ

УДК 656(1-21):681.5+658.58

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОБУДОВИ РЕГРЕСІЙНИХ
МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
ТРАМВАЯМИ НА МАРШРУТАХ***Б.І. Мокін, М.П. Боцула, М. П. Розводюк, В.Б. Дудко***Вихідні передумови та постановка задачі дослідження**

З кожним днем в нашій країні загострюється питання мінімізації витрат енергоресурсів. А одним із найбільших споживачів такого виду енергоресурсів як електрична енергія практично кожного великого міста є міський електротранспорт, в тому числі й трамвайний парк. З іншого боку досить гостро стоїть проблема загазованості міст. Тож з часом використання екологічно чистих видів транспорту, серед яких трамвай займає особливе місце, стане домінуючим. Тому потрібно знаходити способи та методи розв'язання задачі щодо зменшення рівня електроспоживання трамваями на маршрутах.

Слід відмітити, що цією проблемою як і в Україні, так і в країнах, що народились на теренах колишнього Радянського Союзу практично уже давно ніхто не займається і лише у Вінницькому національному технічному університеті наукові дослідження в даному напрямку ведуться з 2000-го року. Зокрема, в роботах [1, 2] показано, що одним із чинників, що впливає на кількість спожитої електроенергії трамваями на маршрутах (причому в деяких випадках навіть у два рази) є людський фактор, тобто кваліфікація водія. В цих же роботах розв'язана задача оцінки рівня кваліфікації водія трамвая – побудовані регресійні математичні моделі процесу споживання електроенергії трамваями, що дозволяють врахувати стохастичність даного процесу й сезонність роботи та дають можливість прогнозувати кількість електроенергії, яка буде спожита в наступних місяцях. Однак для працівників депо безпосереднє використання розроблених методики та моделей для кожного з водіїв трамваїв, а їх, наприклад, у Вінницькому підприємстві "Трамвайно-тролейбусне управління" понад 400 осіб, є достатньо громіздким процесом. Тому постає нова задача: розробити підхід до формалізації та автоматизації процесу побудови регресійних математичних моделей споживання електроенергії трамваями на маршрутах. Поставлена задача і є метою даної роботи.

Розробка підходу до формалізації і автоматизації процесу

Для розв'язання поставленої задачі прийнято такі положення щодо формалізації вхідних даних:

- дані повинні фіксуватись за кожен місяць експлуатації по окремо взятому трамваю;
- дані, за якими має будуватись регресійна математична модель, повинні утворювати повний динамічний ряд;
- значення варіант динамічного ряду, що характеризують відповідні часові інтервали, повинні бути представлені у вигляді "01.ММ.YYYY", де ММ – порядковий номер місяця, YYYY – рік.

З оглядом на виконання вимог формалізації даних та відповідно до розробленої математичної моделі [1], підхід до автоматизації зазначеного процесу можна виразити такою послідовністю операцій:

- 1) введення і верифікація даних;
- 2) вибір масиву даних для обробки;
- 3) проведення розрахунку тренду для вибраного масиву динамічних даних;
- 4) визначення значень центрованого ряду та побудова відповідного графіка;
- 5) розрахунок значення дисперсії даних;
- 6) визначення коефіцієнтів автоковаріації, автокореляції, та імпульсу білого шуму;
- 7) побудова авторегресійних математичних моделей та ідентифікація оптимальної.

Для практичної реалізації вказаного підходу потрібно використати програмний продукт, який має відповідати таким основним вимогам:

- низька вартість і широка розповсюдженість;
- простота у використанні, що не потребує глибоких знань в даному середовищі;
- зручність в обробці даних як для поставленої задачі, так і для допоміжних розрахунків, потреба у яких може виникнути, наприклад, для досліджень наукового характеру;
- можливість легкого виводу потрібної інформації на друк;
- візуалізація отриманих результатів;
- конвертація як вхідних, так і розрахункових даних.

Звичайно, практично кожен сучасний математичний пакет прикладних програм в якійсь мірі

підходить для даної мети, за винятком, можливо, перших двох пунктів, причому для більшості підприємств визначною є перша вимога.

Для розробки програмного пакету за основу пропонується використати редактор електронних таблиць Microsoft Excel, його математичні можливості і можливості створення автоматизованого інтерфейсу користувача на базі інтеграції цього середовища з середовищем програмування Microsoft Visual Basic for Application. Головною перевагою даного пакету є те, що на його придбання не потрібно витрачати додаткові кошти, адже кожне підприємство його вже має, оскільки свою документацію веде саме в пакеті програм Microsoft Office, до складу якого входять вище вказані середовища.

Практична реалізація запропонованого підходу

Виходячи із розроблених в роботах [1, 2] регресійних математичних моделей, створено програму "ModelAvtoreg", що дозволяє розв'язати поставлену задачу. Файл програми містить три листи в Microsoft Excel:

- 1)"Початкові дані";
- 2)"Обробка даних";
- 3)"Результат".

Перший лист "Початкові дані" (рис. 1) призначено для введення, накопичення і впорядкування даних спостережень. Елементи листа дозволяють виконувати такі операції:

- вводити дані про кількість спожитої електроенергії трамваєм як за попередні місяці, так і за поточний місяць;
- за необхідністю корегувати введені дані.

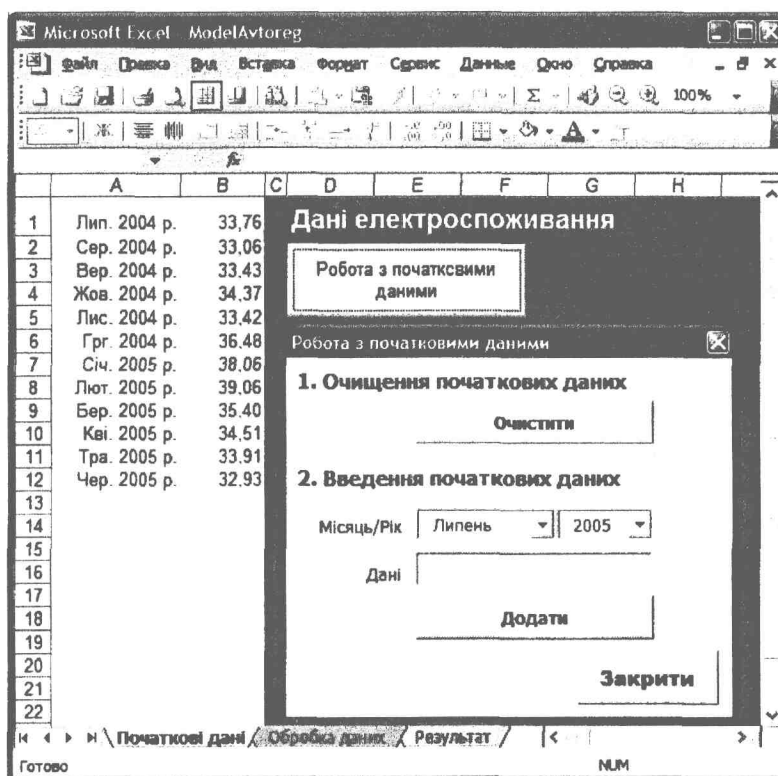


Рис. 1 - Вигляд листа "Початкові дані"

При натисканні на кнопку "Робота з початковими даними" (рис. 1), з'являється вікно з однойменною назвою (рис. 1), в якому автоматично пропонується дата для введення числових даних про кількість спожитої електроенергії за наступний місяць (з оглядом на дату останнього введенного місяця). Якщо по тим чи іншим причинам трамвай протягом даного місяця не був на маршруті, є можливість змінити дату.

Елементи другого листа "Обробка даних" (рис. 2) виконують функції підготовки набору даних до моделювання, обчислення параметрів математичної моделі і відображення вибраних даних та результатів попередньої обробки.

На першому кроці "1. Вибір масиву даних за період" можна вибрати потрібний масив даних для аналізу, задавши відповідний часовий діапазон. При натисканні кнопки "Вибрати":

- а) в колонках В і С (рис. 2) формуються всі числові значення, що відповідають вибраному

часовому проміжку (в колонці С – значення, а в колонці В – відповідні дати). Якщо у вказаному діапазоні присутній пропущений місяць (місяці), то для аналізу вибираються лише значення, що починаються із початкової вибраної дати до останньої перед пропущеним місяцем;

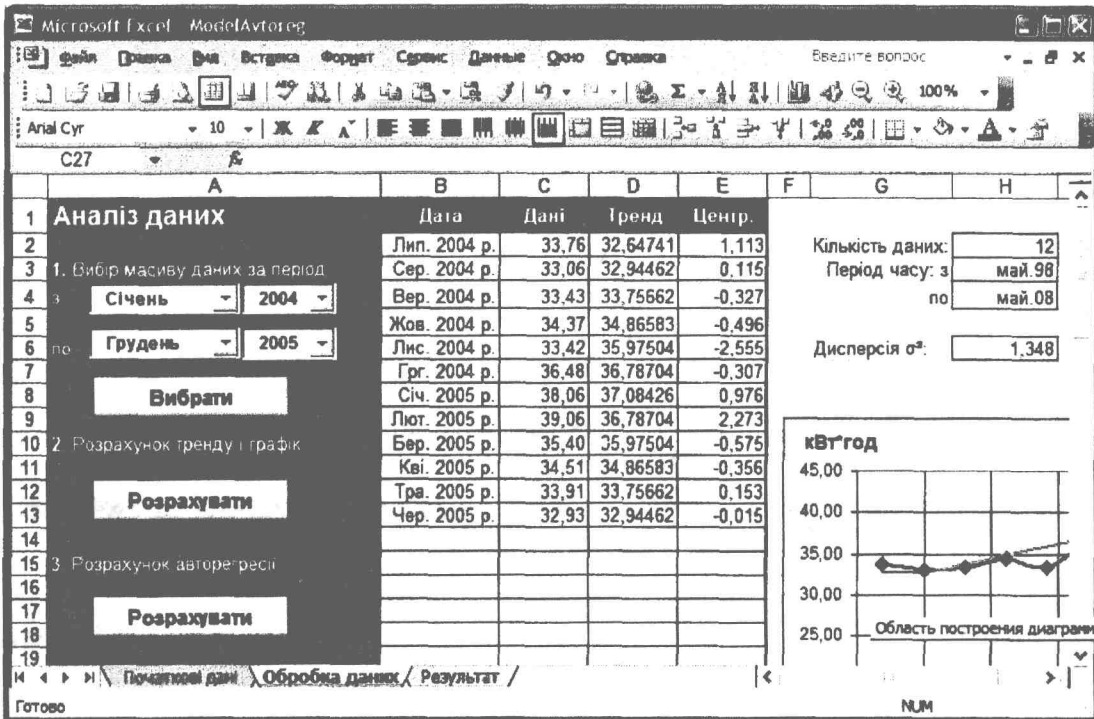


Рис. 2 - Вигляд листа "Обработка данных"

б) у комірці H2 автоматично підраховується кількість вибраних статистичних даних.

На другому кроці "2. Розрахунок тренду, побудова графіку" при натисканні на кнопку "Розрахувати":

- розраховується дисперсія вибірки (результат розміщується в комірці H6);
- розраховується тренд по вибраним даним (результат відображується в колонці D);
- відбувається центрування вибраних даних (результат відображається в колонці E);
- будується графік, що відображає тенденцію споживання електроенергії трамваем протягом заданого часового діапазону та тренд (графік розміщується по праву сторону від центрованого ряду – рис. 2, рис. 3).

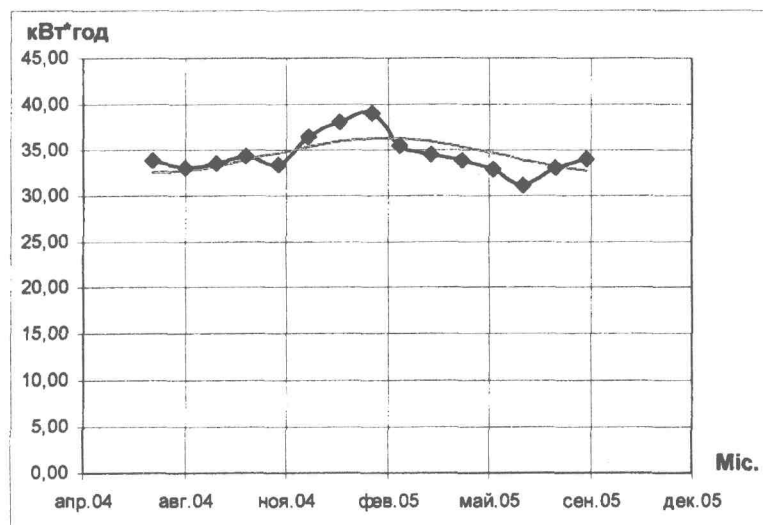


Рис. 3 - Графік, що відображає тенденцію споживання електроенергії трамваем протягом заданого часового діапазону

На третьому кроці "3. Розрахунок авторегресії" при натисканні на відповідну кнопку "Розрахувати" після виконання операцій з'являється повідомлення, зовнішній вигляд якого представлено на рис. 4, та програма автоматично переключається на лист "Результат" (рис. 5), на якому в діапазоні колонок B-W розміщуються регресійні моделі процесу споживання електроенергії, в колонці X – значення дисперсії білого шуму відповідного порядку моделі, а в колонці Y – імпульс самого білого шуму.

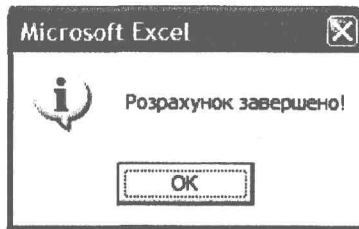


Рис. 4 - Повідомлення, що з'являється в результаті натискання на кнопку "Розрахувати" третього кроку

Третій лист "Результат" (рис. 5) призначено для автоматичної ідентифікації оптимальної регресійної моделі та прогнозування рівня електроспоживання на заданий користувачем термін.

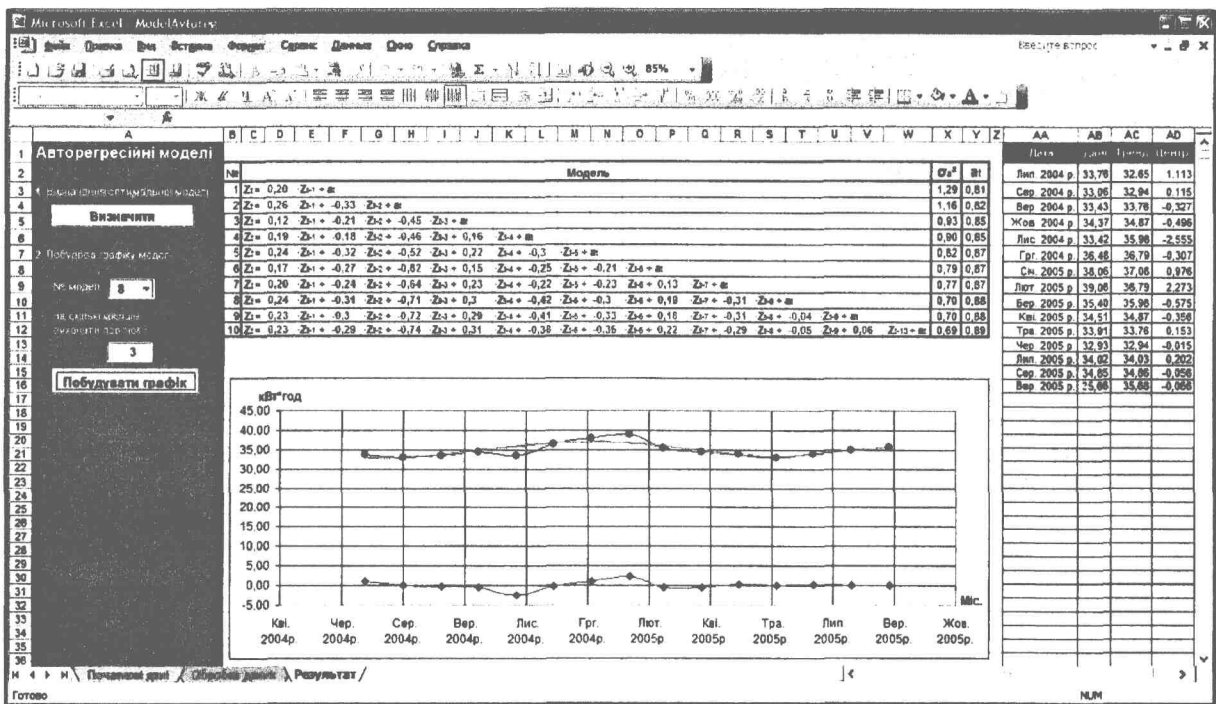


Рис. 5 - Вигляд листа "Результат"

При натисканні на кнопку "Визначити" (рис. 5) програма виконує пошук оптимальної регресійної моделі з виданням результату у вигляді повідомлення (рис. 6) та його внесення в відповідну комірку (№ моделі) й виділяє жовтим кольором саму оптимальну регресійну математичну модель (рис. 5). Крім того, програма дозволяє оператору самостійно вибрати стартовий порядок моделі, який в процесі оптимізації уточнюється.

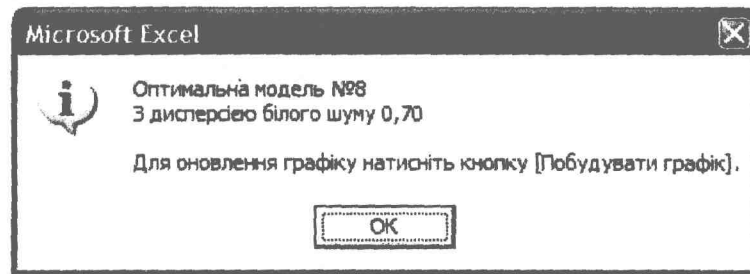


Рис. 6 - Результат пошуку оптимальної моделі

Процес визначення оптимальної регресійної математичної моделі процесу споживання електроенергії трамваєм на маршруті на цьому кроці закінчується. Наступним кроком є процес прогнозування кількості спожитої електроенергії на наступні місяці. Для цього необхідно лише внести потрібне число в комірку з назвою "На скільки місяців виконати прогноз?" (на рис. 5 це "3") та натиснути на кнопку "Побудувати графік".

В результаті відбувається процес прогнозування споживання кількості електроенергії на вибраний період з побудовою відповідного графіку та ідентифікацією числових значень, які вносяться автоматично в комірки колонок AA–AD нижче вибраних даних із заливкою в кольорі (рис. 5).

Висновки

1. Обґрунтовано необхідність створення підходу до автоматизації процесу побудови регресійних математичних моделей споживання електроенергії трамваями на маршрутах.
2. Запропоновано підходи до формалізації та автоматизації процесу побудови регресійних математичних моделей споживання електроенергії трамваями на маршрутах.
3. Для практичної реалізації вибрано програмне середовище на базі Microsoft Excel та Microsoft Visual Basic, що задовольняє ряду критеріям для розв'язання поставленої задачі.
4. Розроблено програму "ModelAvtoreg", що дозволяє отримати:
 - а) оптимальні регресійні математичні моделі процесу споживання електроенергії трамваєм на маршруті з порядком авторегресії, не вищим десяти;
 - б) прогноз рівня споживання електроенергії трамваєм на маршруті (при цьому звичайно зрозуміло, що чим більший інтервал прогнозування, тим суттєвішою буде похибка).

Література

1. Дудко В.Б., Мокін Б.І., Розводюк М.П. Математичні моделі прогнозу споживання електроенергії трамваями на маршрутах // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2002. – № 6. – С. 38–44.
2. Дудко В.Б., Мокін Б.І., Розводюк М.П. Математичні моделі споживання електроенергії трамваями // Коммунальное хозяйство городов (Харьковская государственная академия городского хозяйства): Науч.-техн. сб. Вып. 49. – К.: "Техніка", 2003. – С. 184–189.

Мокін Борис Іванович – д.т.н., професор, директор НДІ ПМБС Вінницького національного технічного університету, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна, тел.: (0432) 59-82-12

Боцула Мирослав Павлович – к.т.н., доцент кафедри математичного моделювання складних систем, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна, тел.: (0432) 59-85-28, E-mail: cde@modul.vstu.vinnica.ua

Розводюк Михайло Петрович – к.т.н., доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна, тел.: (0432) 59-81-65, (0432) 59-82-25, E-mail: rozvodiukmp@vstu.vinnica.ua

Дудко Володимир Борисович – головний інженер трамвайного депо Вінницького підприємства „Трамвайно-тролейбусне управління”, м. Вінниця, 21036, Хмельницьке шосе, 29, тел.: (0432) 35-22-84; факс: (0432) 32-79-82