

Лабораторна робота №6

**Оптимізація моделі на основі шаблонів  
для короткострокового прогнозування кількості транзакцій у  
роздрібних магазинах одягу**

Мета роботи

Вивчення математичної моделі на основі шаблонів,  
оптимізація моделі за різними критеріями

6.1 Інформаційний матеріал

Слово «оптимальний» у перекладі з грецької *optimus* означає «найкращий», тому оптимізація у широкому значенні означає пошук найкращого варіанта з множини різних альтернатив.

Для пошуку найкращого варіанта деякої системи необхідно задати для неї критерій якості та визначити, за допомогою яких параметрів на нього можна впливати. Вибраний критерій якості є функцією змінних параметрів, яку необхідно мінімізувати або максимізувати. Оптимізація у вузькому значенні полягає у мінімізації або максимізації функції за наявності чи відсутності обмежень.

Оптимізація може здійснюватись різними засобами – як за допомогою простої арифметики, так і за допомогою складних аналітичних та чисельних процедур. Існує безліч методів оптимізації, найпотужнішими з яких є чисельні методи, які найповніше використовують можливості сучасної обчислювальної техніки.

Запити людської діяльності ставлять безліч задач оптимізації різних типів, і навіть для різних задач однакового типу немає єдиного універсального методу рішення.

Розглянемо декілька оптимізаційних задач на прикладі побудови короткострокових прогнозних моделей часових рядів.

Моделювання часових рядів є активною областю досліджень. Багато галузей, таких як бізнес, енергетика, наука, медицина і т. д., використовують моделювання часових рядів для прогнозування майбутніх значень, щоб потім використовувати їх для прийняття рішень.

У сучасному світі часові ряди зі складною сезонною закономірністю - звичайне явище. Наприклад, погодинне або щоденне споживання електроенергії, кількість транзакцій, що здійснюються покупцями, швидкість надходження дзвінків у кол-центри і т. д. не мають періодичної сезонності, а містять динамічну сезонність. Враховуючи цей факт, є доречним розробка простої та ефективної моделі часового ряду з використанням шаблонів для отримання короткострокового прогнозу, а також розробка методики побудови шаблону та його адаптивного настроювання.

#### 6.1.1 Постановка задачі

Нехай є статистичні дані про сумарну кількість транзакцій на годину по всіх касах деяких магазинів, задані часовими рядами за певний період часу з частотою 1 год. Необхідно розробити й оптимізувати модель для прогнозування кількості транзакцій на наступну годину з метою планування зайнятості кас та/або касових працівників.

## 6.1.2 Аналіз вихідних даних

Статистика касових транзакцій магазинів представлена набором даних з 2019-10-11 19:00 до 2020-01-28 22:00 з кроком 1 годину та охоплює транзакції 778 магазинів. Погодинну динаміку транзакцій на прикладі статистики одного такого магазину (№19) представлено на рис. 1. Оскільки більшість магазинів мають аналогічні часові ряди транзакцій, всі подальші висновки ілюструватимуться даними для цього магазину.

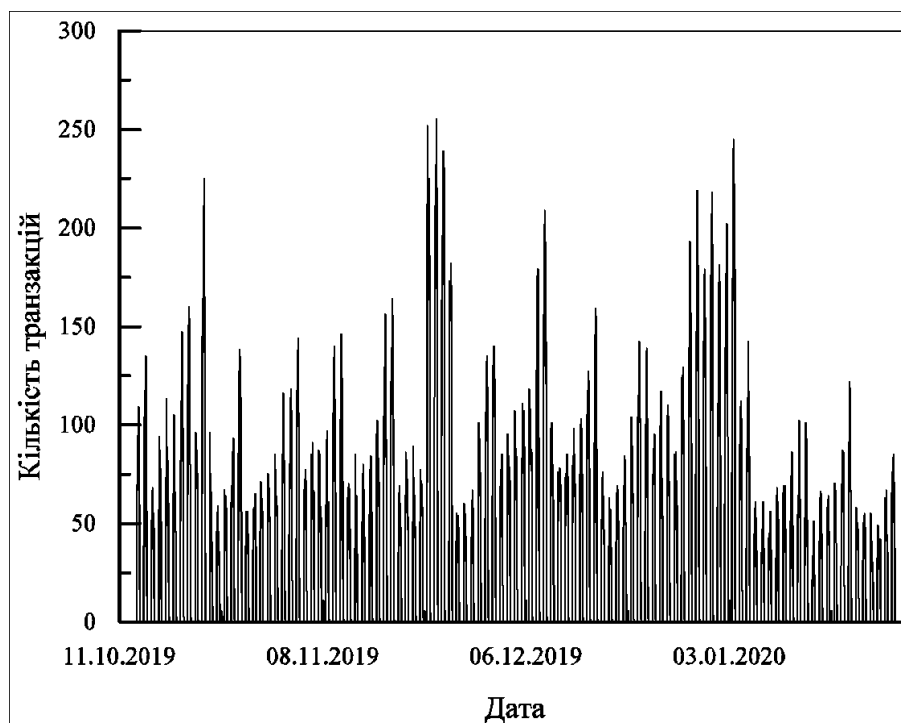


Рис. 1. Погодинна динаміка транзакцій магазину №19

Аналіз загальної кількості транзакцій на годину за кожним магазином показав, що графіки (режими) роботи магазинів мережі різні. Тому всі дані по окремих магазинах представлені в єдиному форматі: вказані з кроком в 1 годину, години роботи суміщені з годинами на добу: 0, 1 ... 23. Графічне представлення потоку транзакцій на добу (24 години) за досліджуваний період для обраного магазину зображено на рис. 2 (добовий потік покупців).

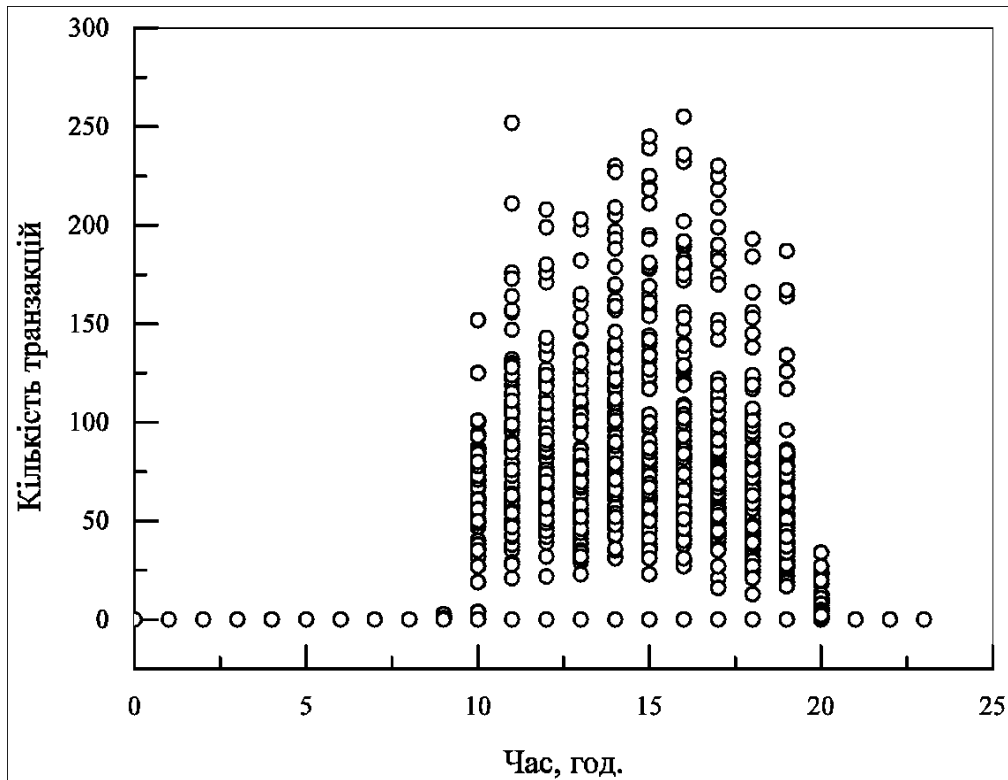


Рис. 2. Денний потік покупців за досліджуваний період

Графічне представлення потоку транзакцій на тиждень (7×24 години) за досліджуваний період цього ж магазину зображено на рис. 3 (тижневий потік покупців).

На рис. 4 представлений графік автокореляційної функції (АКФ) транзакцій магазину за період, що досліджується. З аналізу корелограми АКФ видно, що часовий ряд транзакцій містить явну циклічну компоненту з періодом  $k = 24$ .

З даних рис. 1-4 випливає, що

- ряди транзакцій магазину - періодичні, обмежені за амплітудою, характеризуються посиленням амплітуди у періоди "Чорної п'ятниці" та "Нового року";
- очевидні два періоди - добовий та тижневий (рис. 3-4);
- динаміка транзакцій за днями неоднакова.

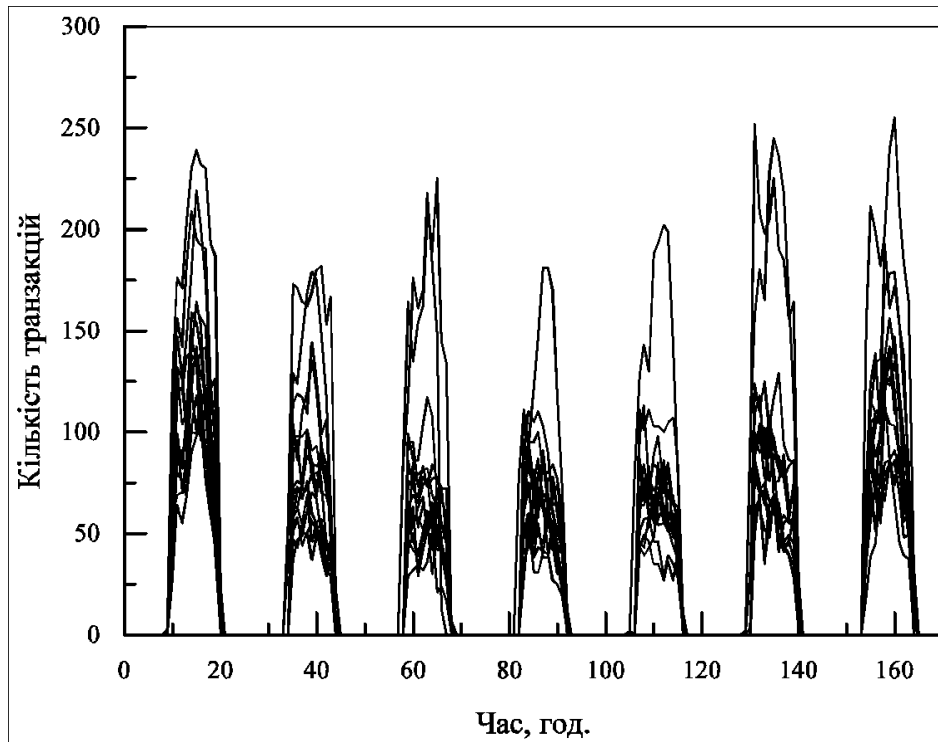


Рис. 3. Тижневий потік покупців за досліджуваний період.

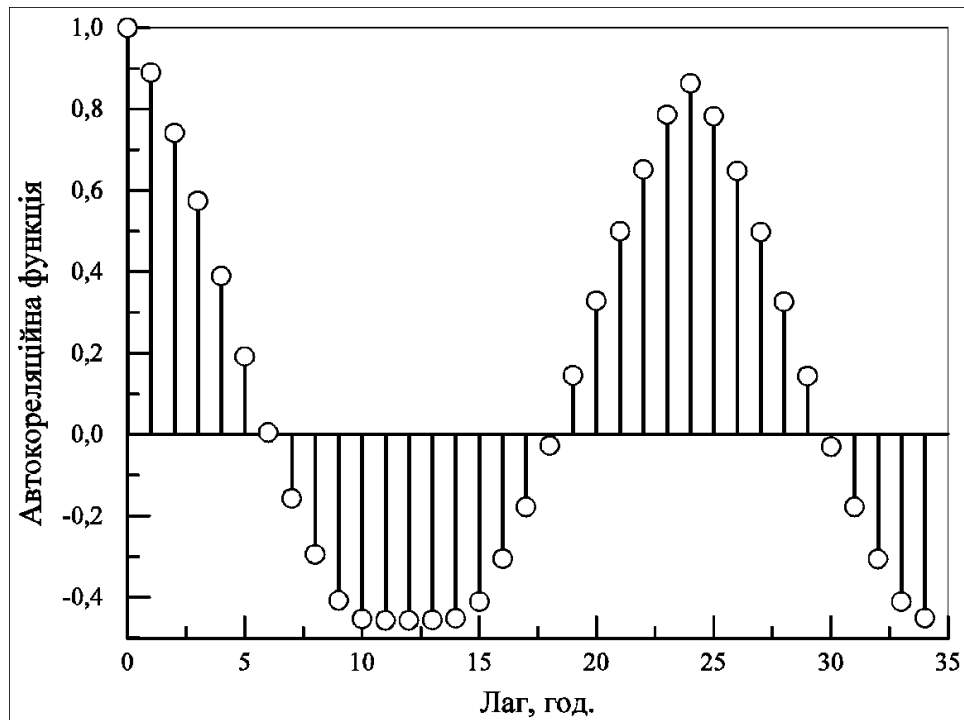


Рис. 4. Графік АКФ транзакцій за досліджуваний період.

Враховуючи перелічені властивості динаміки транзакцій, використовуватимемо ідею максимальної подібності для побудови моделі короткострокового прогнозування значень транзакцій. У такій моделі, на основі шаблонів, передбачається, що якщо в деякий момент часу в минулому потік транзакцій виглядав певним чином, то в майбутньому така поведінка (така послідовність) повториться (з точністю до лінійного перетворення) у зв'язку з тим, що часовий ряд транзакцій є послідовністю вибірок або шаблонів.

Подробиці щодо побудови моделі представлено за посиланням:

<https://doaj.org/article/82088a649e944c5dae7b8291642089af>

а також у файлі "Galuzza\_Pattern.pdf".

## 6.2 Програма виконання роботи

1. Використовуючи дані певного магазину, що надані викладачем за варіантом, навести повну характеристику даних, побудувати графіки, подібні тим, що представлені на рис. 1-4, виконати аналіз отриманих результатів, зробити попередні висновки.
2. Побудувати за даними (за виключенням останнього тижня) шаблони й модель на основі шаблонів, використовуючи методику, запропоновану за посиланням:  
<https://doaj.org/article/82088a649e944c5dae7b8291642089af>  
 а також у даному файлі "Galuzza\_Pattern.pdf".
3. Отримати прогнозні значення за моделлю на останній тиждень даних, порівняти з фактичними даними, зробити висновки.
4. Запропонувати критерій якості моделі. Вказати, яким чином цей критерій можна оптимізувати з метою підвищення якості прогнозування.

5. Виконати оптимізацію побудованої моделі, використовуючи в якості оптимізаційної змінної обмежену передісторію (змінну кількість тижнів) для побудови шаблонів моделі. Отримати прогнознi значення за оптимізованою моделлю на останній тиждень даних, порівняти з фактичними даними; зробити висновки.
6. Виконати оптимізацію побудованої моделі, використовуючи в якості оптимізаційної змінної обмежену передісторію (змінну кількість тижнів) для адаптивного обчислення коефіцієнта. Отримати прогнознi значення за оптимізованою моделлю на останній тиждень даних, порівняти з фактичними даними; зробити висновки.
7. Виконати оптимізацію побудованої моделі, використовуючи в якості шаблону найбільш схожий з попередніх днів. Отримати прогнознi значення за оптимізованою моделлю на останній тиждень даних, порівняти з фактичними даними; зробити висновки.
8. Порівняти якість прогнозування отриманих моделей в пп. 5-7,
9. За результатами оптимізації надати рекомендації щодо побудови оптимальної прогнозної моделі.
10. Усі результати, отримані в ході виконання роботи, занести до звіту. Зробити висновки.