УДК 004.942 : 343.92

А.С. Бабій, М.М. Зацеркляний

*Харківський національний університет внутрішніх справ*

# АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ЗЛОЧИННОСТІ

*Запропонована робота присвячена застосуванню інформаційних технологій для обробки кримінологічних даних, розглянуті підходи до виявлення та аналізу тенденцій злочинності, подані приклади використання запропонованої методики.*

***інформаційні технології для обробки кримінологічних даних***

## Вступ

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку суспільства, враховуючи задачі, що стоять перед правоохоронною системою держави, одним із пріоритетних напрямків є профілактика злочинності. Профілактика - це діяльність, спрямована в майбутнє з метою застереження скоєння злочинів[1].

Злочинність є складним соціальним явищем, тому найкращих результатів надає комплексне використання методів, що протидіють скоєнню злочинів.

Прийняття рішень з профілактики злочинності ґрунтується на інформації, яка отримується з аналітичних підрозділів ОВС та інших джерел. Досить часто брак інформації, або неправильна її обробка та подання змушують керівника приймати рішення, що ґрунтуються скоріше на інтуїції, ніж на матеріальних даних. В деяких випадках, наприклад в умовах невизначеності, коли інформації про явище майже не існує, або відомості є недостовірними, такий підхід є виправданим. Однак, необхідно зауважити, що інтуїтивне прийняття рішень, як правило суттєво зменшує ефективність роботи системи в цілому, особливо у випадках реалізації довгострокових програм.

**Аналіз літератури.** В багатьох випадках інформація, яка необхідна для прийняття рішення із профілактики злочинності існує і доступна, але потребує додаткової обробки для одержання відомостей, потрібних для аналізу конкретної ситуації [1]. Одним із важливих елементів аналізу злочинності є визначення аналітичної функції, яка описує тенденцію (тренд) розвитку цього явища з деяким наближенням і ґрунтується на статистичних даних, на даних про зареєстровані злочини[2, 3]. Таким чином одержана функція може застосовуватися для прогнозування злочинності або для аналізу існуючої ситуації в конкретному регіоні в конкретний момент часу [5].

Досить часто дослідник виділяє вид такої функції інтуїтивно, використовуючи графічне подання інформації, але для значних масивів інформації така робота вимагає значних витрат або й зовсім не можлива.

**Мета статті.** В даній роботі пропонується простий метод визначення функції тренда, іншими словами кривої зростання, який ґрунтується на аналізі експериментальних даних.

Розглянемо динамічний ряд злочинності $\{Y_t\}, t = \overline{1,T}$ (кількість зареєстрованих злочинів, що змінюється із часом) породжуваний адитивним випадковим процесом. Кожний рівень ряду можна подати у такому вигляді:

$$Y_t = U_t + V_t + \varepsilon_t, t = \overline{1,T}, \qquad (1)$$

де $U_t$ – трендова складова; $V_t$ – сезонна компонента; $\varepsilon_t$ – випадкова компонента; T – кількість спостережень [2].

Застосування кривої зростання для аналізу злочинності базується на таких припущеннях:

– існує тренд;

– загальні умови, що характеризують розвиток явища в минулому, залишаться без змін на період прогнозування.

До кривих зростання, які найчастіше використовуються для опису трендової складової відносяться поліноміальні, експоненціальні і *S*-подібні криві зростання.

Для поліноміальних кривих можна відзначити такі властивості:

– від полінома високого степеня можна шляхом розрахунку послідовних приростів перейти до полінома більш низького степеня;

– значення приростів для полінома будь-якого степеня не залежать від значень самої функції.

– Отже, поліноміальні криві зростання можуть використовуватися для апроксимації процесів, у яких наступний розвиток не залежить від досягнутого рівня.

Відзначимо ще деякі властивості поліноміальних кривих зростання.

Для полінома першого степеня $f(x) = a_0 + a_1 x$ перші прирости

$$u_t^{(1)} = f(x_t) - f(x_{t-1}), t = 2, 3, 4 \ldots n$$

 

є сталою величиною, тобто вони характеризують сталий закон зростання [4].

Перші прирости для полінома другого степеня $f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$ мають лінійну залежність від часу і ряд із перших приростів $u_2^{(1)}, u_3^{(1)}, ...., u_n^{(1)}$ на графіку зображується прямою лінією. Другі прирости

$$u_t^{(2)} = u_t^{(1)} - u_{t-1}^{(1)}, \ t = 3, 4, ..., n$$

для полінома другого степеня є сталими.

Для полінома третього степеня

$$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3$$

перші прирости є поліномами другого степеня, другі прирости будуть лінійними функціями часу, а треті прирости, які розраховуються за формулою

$$u_t^{(3)} = u_t^{(2)} - u_{t-1}^{(2)}, \ t = 4, 5, ..., n$$

є сталими величинами.

Експоненціальні криві зростання використовуються в тих випадках, коли подальший розвиток деякого процесу залежить від досягнутого рівня, наприклад, приріст залежить від значення функції.

Є поширеними процеси, які спочатку зростають повільно, потім прискорюються, а потім знову уповільнюють своє зростання, прямуючи до певної межі[2]. Для моделювання таких процесів використовуються *S*-подібні криві зростання, серед яких можна виділити криву Гомперца і логістичну криву[3].

Отже, до експонентних кривих зростання відносяться:

– проста експонента. Її рівняння має вигляд $f(x) = ab^x$, де a і b – додатні числа, при цьому, якщо b більше за одиницю, то функція зростає зі зростанням часу x, якщо b менша за одиницю – функція спадає;

– модифікована експонента. Її рівняння має вигляд $f(x) = ab^x + k$, де сталі величини: a менша нуля, b додатна і менша за одиницю, а константа k є асимптотою цієї функції;

– крива Гомперца. Її рівняння таке: $f(x) = ka^{b^x}$, де a, b – додатні параметри, причому b менша одиниці; параметр k – асимптота функції;

– логістична крива, або крива Перла-Ріда. Це зростаюча функція, яка найчастіше має вигляд $f(x) = \frac{k}{1 + ae^{-bx}}$, де a і b – додатні параметри; k – граничне значення функції при нескінченному зростанні часу.

Для вибору виду кривої зростання можна використати метод кінцевих різниць (метод Тинтнера [3]). Умовами використання цього методу є:

– рівні часового ряду складаються тільки з двох компонент: тренда і випадкової компоненти;

– тренд є достатньо гладким, тобто його можна апроксимувати поліномом деякого степеня.

Суть використання цього методу полягає в такому:

1. Початковий динамічний ряд попередньо згладжується методом простої ковзної середньої. Наприклад, для інтервалу згладжування T = 3 згладжені рівні розраховуються за формулою

$$\overline{U_t} = \frac{U_{t-1} + U_t + U_{t+1}}{3}, \ t = 2, 3, ..., n, \quad (2)$$

причому для збереження перший і останній рівні згладжуються формулами:

$$\overline{U_1} = \frac{5U_1 + 2U_2 - U_3}{6}; \quad (3)$$

$$\overline{U_n} = \frac{-U_{n-2} + 2U_{n-1} + 5U_n}{6}. \quad (4)$$

2. Обчислюються перші і другі середні прирости:

$$\overline{u_t} = \frac{\overline{U_{t+1}} - \overline{U_{t-1}}}{2}, \ t = 2, 3, \ldots, n-1; \quad (5)$$

$$\overline{u_t^{(2)}} = \frac{\overline{u_t} - \overline{u_{t-1}}}{2}, \ t = 3, \ldots, n-1, \quad (6)$$

а також ряд похідних величин, зв'язаних із обчисленими середніми приростами і згладженими рівнями ряду:

$$\frac{\overline{u_t}}{\overline{U_t}}; \ \log \overline{u_t}; \ \log \frac{\overline{u_t}}{\overline{U_t}}; \ \log \frac{\overline{u_t}}{\overline{U_t^2}}.$$

Відповідно до характеру зміни середніх приростів і похідних показників вибирається вид кривої зростання для початкового динамічного ряду.

Розглянемо динамічний ряд, який характеризує кількість зареєстрованих ДТП за період з 1996 по 2003 рік (у табл. 1 дані приведені в умовних одиницях).

Таблиця 1

Характеристика кількості зареєстрованих ДТП за період з 1996 по 2003 рік

| Міс. Рік | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1996 | 0,176 | 0,172 | 0,152 | 0,231 | 0,338 | 0,341 | 0,472 | 0,490 | 0,486 | 0,507 | 0,403 | 0,286 |
| 1997 | 0,197 | 0,241 | 0,214 | 0,234 | 0,259 | 0,293 | 0,314 | 0,434 | 0,462 | 0,507 | 0,376 | 0,179 |
| 1998 | 0,186 | 0,166 | 0,231 | 0,231 | 0,272 | 0,334 | 0,362 | 0,386 | 0,476 | 0,517 | 0,334 | 0,252 |
| 1999 | 0,162 | 0,197 | 0,241 | 0,303 | 0,359 | 0,366 | 0,307 | 0,417 | 0,355 | 0,455 | 0,324 | 0,266 |
| 2000 | 0,221 | 0,152 | 0,200 | 0,248 | 0,224 | 0,262 | 0,317 | 0,355 | 0,355 | 0,338 | 0,421 | 0,303 |
| 2001 | 0,186 | 0,172 | 0,186 | 0,217 | 0,252 | 0,290 | 0,334 | 0,324 | 0,334 | 0,314 | 0,472 | 0,186 |
| 2002 | 0,124 | 0,190 | 0,221 | 0,193 | 0,203 | 0,207 | 0,238 | 0,276 | 0,238 | 0,424 | 0,400 | 0,245 |
| 2003 | 0,162 | 0,083 | 0,134 | 0,200 | 0,293 | 0,234 | 0,283 | 0,417 | 0,390 | 0,472 | 0,483 | 0,345 |

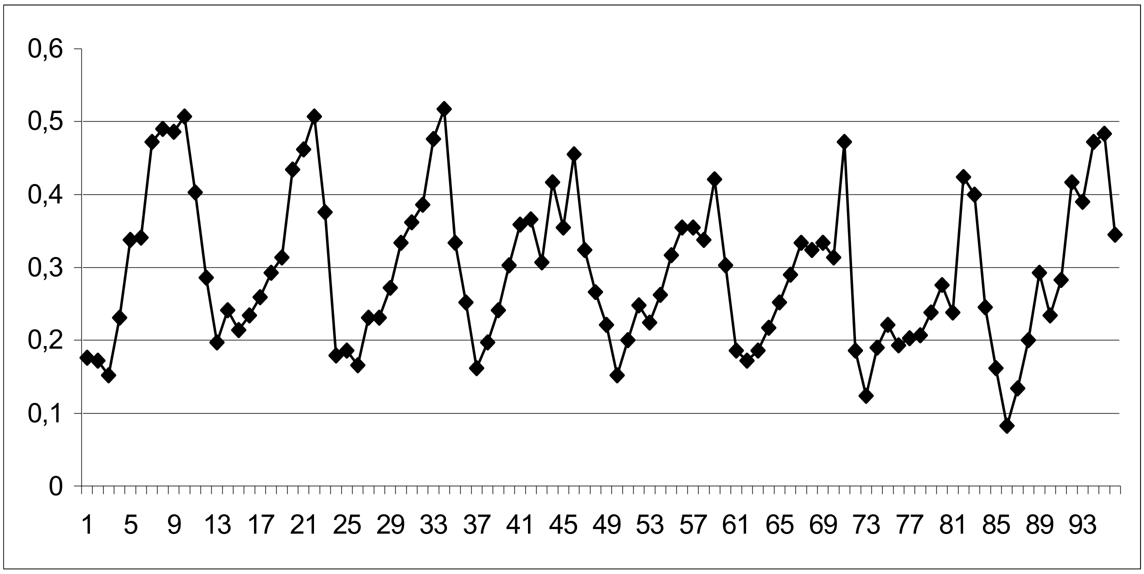


Рис. 1. Графік початкового ряду

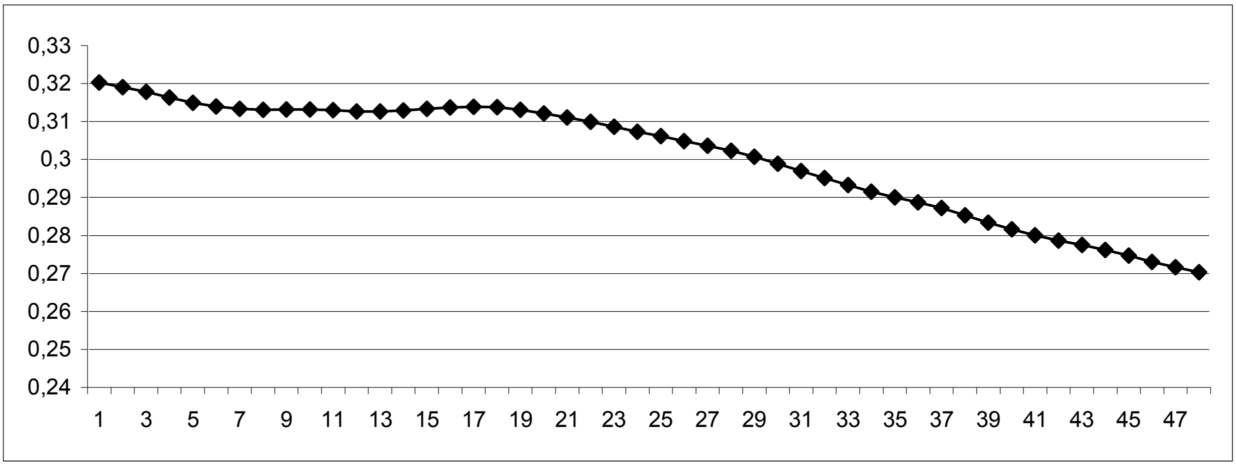


Рис. 2. Трендова складова динамічного ряду

На рис. 1 зображено початковий ряд даних. Для вилучення сезонних коливань був використаний метод Четверикова [5]. Початковий ряд без сезонної хвилі поданий на рис. 2.

Використовуючи метод Тинтнера, отримуємо, що подання тренду достатньо використати лінійну функцію. За допомогою методу найменших квадратів, отримуємо таку функцію:

$$f(x) = -0{,}001x + 0{,}3262 .$$

## Висновки

Вилучення трендової складової є важливим елементом дослідження даних, яке суттєво впливає на подальший аналіз криміналістичних даних. Остаточне рішення про її застосування для аналізу і моделювання явища приймається лише після перевірки адекватності і точності побудованої моделі.

## Список літератури


1. *Иншаков С.М. Криминология: Учеб. пособие. – М.: Юриспруденция, 2000. – 426 с.*
2. *Петров Э.Г., Новожилова М.В. Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах. – Херсон: ОЛДІ-Плюс, 2003. – 380 с.*
3. *Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування. – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.*
4. *Статистичний бюлетень. – К.: Державний комітет статистики України, 2003 – 2005. – 120 с.*
5. *Бабій А.С., Зацеркляний М.М. Автоматизація аналізу сезонних коливань рівня злочинності // Право і безпека. – 2005. – № 3. – С. 37-41.*


*Надійшла до редколегії 21.03.2007*

**Рецензент:** д-р техн. наук, доцент А.Л. Єрохін, Харківський національний університет внутрішніх справ, Харків.