

УДК 004.89



М.М. Зацеркляний, А.Л. Єрохін, А.С. Бабій, О.П. Турута
Харківський національний університет внутрішніх справ,
м. Харків, Україна, azerokhin@ukr.net

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ СЕЗОННИХ КОЛИВАНЬ З ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЧІТКОГО ЗГЛАДЖУВАННЯ НА БАЗІ F-ПЕРЕТВОРЕННЯ

У статті на основі методики виявлення сезонної складової запропонована модифікація підходу до виявлення тренда, яка полягає у використанні методу згладжування на базі нечіткого перетворення (F-перетворення). За основу покладена адитивна модель подання динамічного ряду. У методі попередньо виділяється тренд, а потім сезонний компонент. Тренд виділяється за допомогою нечіткого згладжування.

МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ, СЕЗОННІ КОЛИВАННЯ, ЗГЛАДЖУВАННЯ ДИНАМІЧНОГО РЯДУ

Вступ

Використання сучасних методів та засобів штучного інтелекту для ефективного вирішення практичних задач кримінології є надзвичайно важливим. У 1988 році в рамках ООН створена інформаційна система в області боротьби зі злочинністю та розміщена в мережі Internet. Міжнародні конгреси ООН із попередження злочинності і поведінки з правопорушниками рекомендують державам вжити заходи щодо комп'ютеризації кримінального правосуддя. Ці рекомендації затверджені й Генеральною Асамблеєю ООН. Подальший розвиток інформатизації правозастосовної діяльності передбачений у резолюції 1993/34 Економічної і Соціальної Ради ООН.

Для виконання названої резолюції Секретаріат ООН приступив до вивчення питання про розвиток і поширення інформаційної мережі та створення міжнародного інформаційно-аналітичного центру з досить широкими функціями. Кінцевою метою роботи такого центру стане зміцнення потенціалу національних держав у питаннях одержання, збереження, опрацювання, аналізу та поширення електронної інформації із області попередження злочинності і кримінального правосуддя.

Добре розроблене законодавство та система заходів попередження при їх невиконанні не забезпечують необхідного рівня законності. Для цього потрібний комплекс умов організаційного характеру — контроль, нагляд, перевірка виконання тощо, де є можливості для широкого застосування інформаційних технологій.

Забезпечення структур управління, до яких належать і органи внутрішніх справ, належною інформацією — умова ефективної діяльності. Вимоги відбору необхідної інформації відносяться до всіх її форм, але в першу чергу — до статистичної, що є джерелом відомостей, які суттєво впливають на управлінський процес.

Досить часто фактор сезонності є достатньо важливим під час прийняття рішення про проведення профілактичних заходів або протидії злочинності. У випадку, якщо суспільне явище має багато чин-

ників, або носить комплексний характер, необхідні статистичні методи виявлення сезонності.

1. Аналіз літератури

Питанням аналізу та прогнозування злочинності, застосування методів штучного інтелекту для задач кримінології присвячені роботи [1-6]. Методи прогнозування можуть ґрунтуватися на штучних нейронних мережах, причому нейронні мережі в таких задачах виступають в якості універсального апроксиматора даних [2-6], тобто у процесі навчання підбираються функціональні коефіцієнти, а розрахунок значення апроксимаційної функції для заданих входних даних відбувається на етапі функціонування.

Методи прогнозування можуть ґрунтуватися й на нечітких множинах. Основні принципи функціонування та підходи до застосування нечітких множин для прогнозування розглянуті в [7]. Підходи, що спираються на моделі виведення Мамдані-Заде [8] і TSK [9], дозволяють описати досліджуване явище у вигляді нелінійної функції входних змінних x_i ($i = 1, 2, \dots, N$) і параметрів нечіткої системи. В [10] відзначено, що ці підходи дають можливість апроксимувати з довільною точністю довільну нелінійну функцію багатьох змінних сумою нечітких функцій однієї змінної.

В роботах [11,12] було розглянуто застосування методу нечіткого згладжування на основі F-перетворень для аналізу даних, в тому числі для виявлення трендової складової. В роботі [13] було розглянуто застосування методики Четверякова для аналізу сезонних коливань динамічного ряду.

В даній статті пропонується модифікація методики визначення сезонних коливань злочинності шляхом застосування нечіткого згладжування на етапі виявлення тренду.

2. Огляд методів аналізу та прогнозування числових рядів

Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє суттєво впливати на недопущення

посадових правопорушень, адже фіксація факту перевищення влади чи службових повноважень у процесі припинення злочинів чи інших неправових дій працівників дозволяє вести серйозну профілактичну роботу з кадрами. Створення умов для розгляду кожного факту правопорушення з боку працівника правоохоронного блоку є основою для притягнення його до юридичної відповідальності за свої дії.

Вимоги відбору необхідної інформації відносяться до всіх її форм, але в першу чергу — до статистичної. Неповне відображення стану злочинності в статистичних обліках, незважаючи на наявність інформації про невраховані злочини (латентну злочинність), пов'язано з випадками навмисного приховування злочинів від обліку, які зустрічаються на практиці.

Негативний ефект від приховування злочинів проявляється двояко: воно робить інформацію необ'єктивною і тим самим перешкоджає забезпеченню її повноти про стан злочинності, а також є тяжким порушенням законності.

Отже, значну роль в реалізації “Комплексної цільової програми боротьби зі злочинністю” відіграє система інформаційного забезпечення, яка здійснює інформаційну підтримку органів внутрішніх справ у розкритті, розслідуванні та попередженні злочинів, у процесі встановлення та розшуку злочинців, надає багатоцільову статистичну, аналітичну та довідкову інформацію. Тому в останні роки в Україні спостерігається інтенсивне впровадження сучасних інформаційних технологій, і особливо методів і засобів штучного інтелекту, у діяльність правоохоронних органів. Інформація, зафіксована на основі офіційного обліку або шляхом спеціально організованого дослідження у статистичних картках, журналах обліку, базах даних, комп'ютерних інформаційних системах, в анкетах опитування громадян, при вивченні кримінальних, адміністративних, цивільних справ та інших матеріалів, є розрізненими “горами даних” про одиниці досліджуваної сукупності. Ця інформація стає дієвим засобом боротьби зі злочинністю тільки у випадку її аналітичного опрацювання, розвиток якого на сьогодні не є задовільним.

Основний вид ресурсу в організаційних системах, до яких належать органи внутрішніх справ, — люди, які забезпечують виконання задач, що стоять перед цією системою.

Прогнозування кадрових ресурсів, зокрема потреби різних служб і підрозділів органів внутрішніх справ у фахівцях відповідної кваліфікації, завжди було однією з найважливіших управлінських задач у системі МВС. Особливу актуальність ця проблема здобуває зараз в умовах децентралізації управління, підвищення самостійності низових органів у розв'язуванні організаційно-штатних задач.

Крім кримінологічних прогнозів при обґрунтуванні потреби органів внутрішніх справ у ка-

драх необхідно враховувати сучасні соціально-економічні, політичні і демографічні процеси, оскільки вони не тільки визначають кримінальну обстановку в країні, а й значно впливають на умови комплектування ОВС.

Таким чином, в основі розрахунку потреби в кадрах знаходиться комплекс прогнозних оцінок різних факторів, які впливають як на стан злочинності, так і на умови комплектування ОВС кваліфікованими кадрами.

Питаннями оцінювання злочинності займалися вчені різних країн світу протягом останніх декількох століть.

Вивчення структурних показників у часі дає можливість виявити реальні тенденції складових частин юридично значущих явищ, спираючись на які можна розв'язувати і прогностичні проблеми. Важливе значення при аналізі злочинності має її інтенсивність. Інтенсивність злочинності є складним якісно-кількісним параметром кримінологічної обстановки в країні, регіоні, районі чи населеному пункті, який вказує на рівень злочинних проявів, темпи їх зростання чи міру суспільної небезпеки (ваги).

Проблеми математичного моделювання нестаціонарних процесів, до яких відносяться соціальні процеси, в тому числі злочинність, стають все більш актуальними завдяки можливості розвитку комп'ютерних інформаційних технологій, зокрема систем підтримки прийняття рішень (СППР), які інтегрують у собі сучасні методи взаємодії комп'ютер—особа, що приймає рішення, моделі та методи прийняття рішень, методи прогнозування та менеджменту процесів різної природи.

Оцінювання злочинності неможливо проводити без врахування економічного, соціального, демографічного стану громади.

Прийняття рішень при оцінюванні злочинності, необхідно відрізняти від прийняття рішень при протидії злочинності. Оцінювання є одним з етапів протидії злочинності.

Під оцінюванням злочинності розуміється порівняння рівнів зареєстрованої злочинності серед громад, подібних за економічними, соціальними та демографічними показниками, та вибір адекватної моделі розвитку злочинності для подальшого прийняття рішень, пов'язаних з протидією злочинності для даної групи підрозділів або зменшенню рівнів латентності.

Створюючи СППР як сукупність процедур з обробки даних та суджень, що допомагають керівнику в прийнятті рішень, що ґрунтуються на використанні моделей, будемо враховувати наступні специфічні риси:

- можливість вироблення варіантів рішення в спеціальних, неочікуваних для ОПР ситуаціях;
- можливість моделей, що застосовуються в системах, адаптуватися до конкретної, специфічної реальності в результаті діалогу з користувачем;

— можливість системи інтерактивного генерування моделей.

Все це поєднується із зручним поданням результатів обчислень альтернативних варіантів прийняття рішень, адаптивним дружнім інтерфейсом, базою знань і даних.

Головною особливістю інформаційної технології підтримки ухвалення рішень є якісно новий метод організації взаємодії людини і комп'ютера. Вироблення рішень, що є основною метою цієї технології, відбувається в результаті ітераційного процесу, в якому беруть участь:

— система підтримки ухвалення рішень у ролі обчислювальної ланки і об'єкту управління;

— людина як управляюча ланка, що задає вхідні дані і оцінює одержаний результат обчислень на комп'ютері.

Завершення ітераційного процесу відбувається за вказівкою людини. В цьому випадку можна говорити про здатність інформаційної системи спільно з користувачем створювати нову інформацію для ухвалення рішень.

На сьогоднішній день в теорії ухвалення рішень широко відомі такі методи:

1. *Методи теорії корисності*. Теорія корисності носить аксиометричний характер. Згідно з цими методами, якщо переваги людей відносно певних ігор задовольняють ряду аксіом, то їх поведінка може розглядатися як максимізація очікуваної корисності. Д. Седвіж розробив аксиоматичну теорію, яка дозволяє одночасно вимірювати корисність і суб'єктивну ймовірність. Це знайшло відображення в моделі суб'єктивної очікуваної корисності, де ймовірність визначається як міра впевненості в здійсненні тієї чи іншої події. Модель знайшла широке використання серед економістів і розглядається ними як обґрунтований засіб вибору якнайкращих рішень.

Суть методу дерев рішень полягає в розбитті задачі на ряд підзадач, а ті, в свою чергу, на інші підзадачі, і так далі. В результаті основна задача подається у вигляді дерева рішень. В частині вершин дерева рішень вибір здійснюється безпосередньо особою, що приймає рішення, в іншій частині — на основі суб'єктивної ймовірності настання подій. Метод дерев рішень дозволяє особі, що приймає рішення, визначити оптимальну послідовність дій (стратегію) з урахуванням особистих оцінок і переваг.

В основу багатокритерійної теорії корисності (МТП) покладається припущення, що варіанти рішень мають оцінки за багатьма критеріями. Причому при виконанні умови строгої умовної незалежності по корисності, функція корисності має або аддитивний, або мультиплікативний вигляд.

2. *Методи теорії перспектив* (ТП). Перспект — це гра з результатами ймовірності. В методах теорії перспектив враховується 3 поведінкові ефекти:

— ефект визначеності — тенденція надавати більшу вагу детермінованим результатам;

— ефект віддзеркалення — до вимірювання переваг при переході від вигравів до втрат;

— ефект ізоляції — тенденція до спрощення вибору шляхом виключення загальних компонентів варіантів рішення.

Методи теорії перспектив мають аксіоматичні основи. Недоліком є те, що даний метод не знімає усіх проблем, які виникають при вивченні поведінки людей в задачах вибору рішень.

3. *Методи ELECTRE*. В методах ELECTRE пропонується конструктивний підхід до вироблення рішень, в рамках якого методи, моделі і концепції розглядаються як допоміжні засоби практичного аналізу ситуації. Ці засоби дозволяють з'ясувати цілі ухвалення рішень і краще зрозуміти переваги особи, що приймає рішення. Недоліком методів ELECTRE є те, що вони є допоміжними засобами, а не способом вироблення кращого рішення як при аксіоматичному підході.

4. *Метод аналізу ієрархій*. В цьому методі використовується дерево критеріїв, в якому загальні критерії діляться на критерії окремого характеру. Для кожної групи критеріїв визначаються коефіцієнти важливості. Альтернативи також порівнюються між собою за окремими критеріями з метою визначення кожної з них. Засобом визначення коефіцієнтів важливості критеріїв або критерійної цінності альтернатив є попарне порівняння. Результат порівняння оцінюється за бальною шкалою. На основі таких порівнянь обчислюються коефіцієнти важливості критеріїв, оцінки альтернатив і знаходиться загальна оцінка як зважена сума оцінок критеріїв.

5. *Евристичні методи*. До евристичних методів відносяться такі методи:

— метод зваженої суми оцінок критеріїв. Кожній альтернативі дається числова (бальна) оцінка за кожним із критеріїв. Критеріям приписується кількісна вага, що характеризує їх порівняльну важливість. Вага множиться на критерійні оцінки, одержані числа сумуються — так визначається цінність альтернативи. Далі вибирається альтернатива з найбільшим показником цінності;

— метод компенсації. Даний метод використовується при попарному порівнянні альтернатив.

3. Розробка методу виявлення сезонних коливань

Сезонні коливання властиві абсолютній більшості юридично значущих явищ. Сезонність зв'язується, як правило, зі зміною природно-кліматичних умов у рамках обмеженого проміжку часу — річного періоду. Найбільш яскраво цей зв'язок видно там, де досліджувані процеси прямо пов'язані з природними особливостями тієї чи іншої пори року. Проте сезонні коливання формуються не тільки під впливом природно-кліматичних чинників, а й, нехай меншою мірою, під впливом інших особливостей досліджуваної системи.

Не в усіх випадках сезонність є наслідком дії некерованих або майже некерованих факторів. Частіше вони піддаються регулюванню. Та навіть і в тих випадках, коли прямий вплив на процеси, які викликають сезонні коливання, неможливий, необхідно враховувати їх дію при вдосконалюванні відповідних процесів і процесів управління. Для цілеспрямованого впливу на сезонність необхідно вміти вимірювати та аналізувати сезонність, уміти передбачати розвиток процесів, залежних від сезонних коливань.

Розглядаємо часовий ряд:

$$x_i = U_i + V_i + \varepsilon_i, i = 1, \dots, N, \quad (1)$$

де U_i – тренд; V_i – сезонний компонент, ε_i – випадковий компонент, N – число рівнів спостереження.

Щодо U_i передбачається, що це деяка гладка функція, міра гладкості якої заздалегідь невідома. Під мірою гладкості тренда розуміється мінімальний ступінь полінома, який адекватно згладжує компонент U_i . Сезонний компонент V_i має період T_0 : $V_{i+T_0} = V_i$ ($T_0=12$ для ряду місячних даних; $T_0=4$ – для ряду квартальних даних).

Крім того, відомо, що $N=mT_0$, m – ціле число. Очевидно, коли T_0 – число місяців або кварталів у році, то m – число років, поданих у часовому ряді $\{x_{ij}\}$. Початкові дані часового ряду можна подати у вигляді матриці $\{x_{ij}\}$ розміру $[m \times T_0]$. У цьому випадку вираз (1) записується так:

$$x_{i,j} = U_{i,j} + V_{i,j} + \varepsilon_{i,j}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, T_0}. \quad (2)$$

Аналіз сезонності полягає у дослідженні сезонних коливань та у дослідженні того зовнішнього циклічного механізму, який їх зумовлює. Для дослідження сезонних коливань поза зв'язком із причинами, які їх породжують, необхідно відфільтрувати із часового ряду $\{x_{ij}\}$ сезонний компонент V_i і проаналізувати його динаміку.

В методах фільтрації попередньо виділяється тренд, а потім сезонний компонент. Тренд у чистому вигляді необхідний і для аналізу динаміки сезонної хвилі.

Розглянемо насамперед деякі теоретичні питання виявлення і фільтрації сезонного компонента динамічного ряду. Як і раніше, будемо розглядати динамічні ряди, породжувані аддитивним випадковим процесом (1).

Основна ідея ітераційних процедур виявлення тренду динамічного ряду полягає в багатократному застосуванні ковзної середньої:

$$\begin{aligned} \bar{x}_i &= \frac{x_{i-T_0/2} + x_{i-T_0/2+1} + \dots + x_i + \dots + x_{i+T_0/2+1} + x_{i+T_0/2}}{T_0} = \\ &= \frac{\sum_{\tau=-p}^p \alpha_\tau x_{i+\tau}}{T_0} \end{aligned} \quad (3)$$

і оцінці сезонного компонента на кожній ітерації.

При переході від однієї ітерації до іншої може відбуватися зміна довжини ділянки ковзання T_0 і закону зміни вагових коефіцієнтів α_τ .

Для виявлення тренду в динамічних рядах злочинності пропонується модифікація, а саме: використовувати нечітке згладжування динамічного ряду на основі нечіткого перетворення (F-перетворення).

Цей метод реалізується наступним алгоритмом [10, 11]:

1. Для виявлення тренду скористаємося підходом, описаним в [14], що базується на використанні нечіткого згладжування динамічного ряду на основі нечіткого перетворення (F-перетворення).

Нехай існує функція f , значення якої відомі в точках $x_1 \dots x_N \in w$.

Розділимо динамічний ряд (w – інтервал динамічного ряду) на множину рівновіддалених вузлів

$$t_k = v_L + h(k-1), k = 1, \dots, n,$$

де $N > n, h = \frac{v_R - v_L}{n-1}$. Визначимо n базисних функцій

$A_1 \dots A_n$, що покривають весь інтервал динамічного ряду та відповідають таким умовам:

1. A_k – неперервна,
2. A_k – монотонно зростає на $[t_{k-1}, t_k]$ і монотонно спадає на $[t_k, t_{k+1}]$,
3. $A_k : w \rightarrow [0, 1], A_k(t_k) = 1$,
4. $A_k(t) = 0$, якщо $t \notin (t_{k-1}, t_{k+1})$, де вважаємо, що $t_0 = t_1 = v_L, t_{n+1} = t_n = v_R$,
5. $\sum A_k(t) = 1$ для всіх $t \in w$.

Для даного випадку скористаємося базисною функцією

$$A_k(t) = \begin{cases} \frac{t - t_{k-1}}{t_k - t_{k-1}}, & \text{якщо: } t_{k-1} \leq t \leq t_k \\ \frac{t_{k+1} - t}{t_{k+1} - t_k}, & \text{якщо: } t_k \leq t \leq t_{k+1} \\ 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases} \quad (4)$$

Розділимо інтервал w на n нечітких областей. Використовуючи базисні функції, ми перетворимо дану функцію f в кортеж з n дійсних чисел $[U_1, \dots, U_n]$, що визначені

$$U_k = \frac{\sum f(t_i) A_k(t_i)}{\sum A_k(t_i)}, k = 1, \dots, n \quad (5)$$

F – компоненти (U_k) представляють собою тренд динамічного ряду. Для отримання значень тренду в точках, де відсутні значення F-компонентів після згладження, скористаємося в даному випадку лінійною інтерполяцією між двома найближчими точками з відомими значеннями:

Нехай відомі значення U_{d0} та U_{d1} . Тоді відшукуване значення $U_i^{(1)}$, де $d0 < i < d1$ можна знайти за такою формулою:

$$U_i^{(1)} = U_{d0} + \frac{U_{d1} - U_{d0}}{d1 - d0} (i - d0).$$

У результаті дістаємо попередню оцінку тренду $U_i^{(1)}$ і відхилення емпіричного ряду від вирівняного $l_i' = l_i = x_i - U_i^{(1)}$, або $l_{ij}' = x_{ij} - U_{ij}^{(1)}$, ($i = \overline{1, m}; j = \overline{1, T_0}$).

2. Для кожного року i обчислюється σ_i – середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{T_0} l_{ij}'^2 - \left(\sum_{j=1}^{T_0} l_{ij}' \right)^2}{T_0 - 1}}, \quad (6)$$

на яке діляться окремі місячні (квартальні) відхилення відповідного року:

$$\bar{l}_{ij} = \frac{l_{ij}'}{\sigma_i}. \quad (7)$$

3. З нормованих таким чином відхилень обчислюється в першому наближенні середня сезонна хвиля:

$$V_j^{(1)} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{l}_{ij}}{m}. \quad (8)$$

4. Середня сезонна хвиля множиться на середнє квадратичне відхилення кожного року і віднімається від рівнів початкового емпіричного ряду:

$$\bar{x}_{ij} = x_{ij} - V_j^{(1)} \cdot \sigma_i. \quad (9)$$

Утворений таким чином ряд позбавлений сезонної хвилі, одержаної у першому наближенні.

5. Цей ряд знову піддається нечіткому згладжуванню на основі F-перетворення (для місячних даних по п'яти або семи точках у залежності від інтенсивності дрібних коливань і тривалості більш значних). В результаті одержується нова оцінка тренду $U_i^{(2)}$.

6. Відхилення початкового емпіричного ряду $\{x_i\}$ від ряду $\{U_i^{(2)}\}$, одержаного в п. 5,

$$l_i^{(2)} = x_i - U_i^{(2)} \quad (10)$$

знову піддаються аналогічному опрацюванню згідно з пунктами 2 і 3 для виявлення наступного наближення середньої сезонної хвилі.

Висновки

В роботі проведено аналіз підходів, які присвячені аналізу та прогнозуванню злочинності та застосуванню систем і засобів штучного інтелекту до задач кримінології.

В роботі отримав подальшого розвитку метод виявлення сезонної складової. На основі розглянутої методики запропоновано модифікацію підходу до виявлення тренду, а саме використання методу згладжування на базі нечіткого перетворення (F-перетворення), що дозволяє зменшити вплив аномальних рівнів.

Розроблений метод в подальшому може використовуватися для оцінювання сезонності соціальних явищ.

Застосування саме нечіткої моделі для згладжування ряду дозволяє зменшити вплив аномальних рівнів, пов'язаних з короткостроковим впливом невідомого фактору.

Список літератури: 1. Яковлев, С.В. Анализ и прогнозирование показателей наркологической статистики в Украине и в Харьковской области [текст] / С.В. Яковлев, Ю.В. Гнусов // Молодёжь и наркотики (социология наркотизма). – Харьков: Торсинг, 2000. – С.194–221. 2. Ерохин, А.Л. Использование нейросетевых методов для прогнозирования временных рядов [текст] / А.Л. Ерохин, Ю.В. Гнусов // Искусственный интеллект. – 2002. – №4. – С.686–691. 3. Specht, D. A General Regression Neural Network. IEEE Trans. on Neural Networks, Nov. 1991, №2/6, P.568–576. 4. Burrascano, P. Learning Vector Quantization for the Probabilistic Neural Network. IEEE Trans. on Neural Networks, July 1991, 2, P.458–461. 5. Caudill, M. The Kohonen Model. Neural Network Primer. AI Expert, 1990. – P.25–31. 6. Hong D.H. Fuzzy linear regression analysis for fuzzy input-output data using shape preventing operations, Fuzzy Sets and Systems, vol. 27, pp. 275–289, 1988. 7. Zade L.A. Fuzzy sets // Information and Control, 1965. – P.338–353. 8. Takagi T., Sugeno M. Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control // IEEE Trans. SMC, 1985. – P.116–132. 9. Widrow, B., Hoff M. E. “Adaptive switching circuits,” 1960 IRE WESCON Convention Record, New York IRE, pp. 96–104, 1960. 10. Widrow, B., Sterns S.D. Adaptive Signal Processing, New York: Prentice-Hall, 1985. 11. Perfilieva, I., Novak, V., Pavliska, V., Dvorak, A. and Stepnicka, M. “Analysis and Prediction of Time Series Using Fuzzy Transform”, Proc. IEEE World Congress on Computational Intelligence, Hong Kong, 2008, pp.3875–3879. 12. Perfilieva, I., Valasek, R. “Fuzzy Transforms in Removing Noise” in: Computational Intelligence, Theory and Applications (Advances in Soft Computing), Edited by B. Reusch, Berlin: Springer, pp.221–230, 2005. 13. Зацеркляний, М.М. Автоматизація аналізу сезонних коливань рівня злочинності [текст] / М.М. Зацеркляний, А.С. Бабій // Право і безпека. – 2005, №4'3. 14. Романов, А.А. Преобразования для прогноза компоненты векторного тренда и числового представления временного ряда [текст] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т.12, №4(2), 2010. – С. 492–497.

Надійшла до редколегії 14.06.2011

УДК 004.89

Разработка метода выявления сезонных колебаний с применением нечеткого сглаживания на базе F-преобразования / Н.М. Зацеркляний, А.Л. Ерохин, А.С. Бабий, А.П. Турута // Бионика интеллекта: научн.-техн. журнал. – 2011. – № 3 (77). – С. 90–93.

В статье на основе методики выявления сезонной составляющей предложена модификация подхода к выявлению тренда, а именно использование метода сглаживания на базе нечеткого преобразования (F-преобразование).

Библиогр.: 14 назв.

UDC 004.89

Developing a method to identify seasonal variations using fuzzy transform / M.M. Zacerklyaniy A.L. Yerokhin, A.S. Babiy, O.P. Turuta // Bionics of Intelligense: Sci. Mag. – 2011. – № 3 (77). – P. 90–93.

The paper-based methodology for the identification of the seasonal component proposed modification approach to identify a trend, namely to use a smoothing technique based on fuzzy transformation (F-transformation)

Ref.: 14 items.