

УДК 636.09

Козій Б.І., кандидат технічних наук, професор[©]*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
ім. С.З. Гжицького*

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ В СИСТЕМІ АНАЛІЗУ ДАНИХ МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Пропонується інформаційно-аналітична система, яка поєднує систему збору та обробки первинних даних ветеринарного обліку в рамках традиційного автоматизованого робочого місця лікаря ветеринарної медицини із системою метеорологічного моніторингу, що дає можливість проаналізувати вплив факторів навколишнього середовища на виникнення захворювань сільськогосподарських тварин.

Ключові слова: захворювання тварин, метеорологічний моніторинг, база даних.

Відомо, що на виникнення захворювань серед сільськогосподарських тварин впливають фактори навколишнього середовища. Тому бажано мати математичний інструмент для кількісної оцінки такого впливу. Оскільки зв'язок між факторами навколишнього середовища та кількістю захворювань тварин носить ймовірнісний характер, то, очевидно, одержати відповідні математичні моделі такого зв'язку можна на основі статистичної обробки даних ветеринарного обліку в сукупності з даними метеорологічного характеру.

Такі дослідження вимагають опрацювання значного обсягу інформації, яку необхідно нагромаджувати протягом тривалого проміжку часу. Тому їх виконання є можливими лише за допомогою сучасних інформаційних технологій із застосуванням ЕОМ [1, 2].

Запропонована в [2] інформаційно-аналітична система, яка поєднує можливості системи збору та обробки первинних даних ветеринарного обліку в рамках автоматизованого робочого місця (АРМ) лікаря ветеринарної медицини з можливостями системи метеорологічного моніторингу, що проводиться в межах досліджуваного району протягом тривалого проміжку часу, дозволяє, шляхом застосування відповідних математичних методів, одержати кількісну оцінку впливу факторів зовнішнього середовища на виникнення та подальшого перебігу захворювань сільськогосподарських тварин. Такий кореляційно-регресивний аналіз може бути реалізований наступним чином.

При виконанні кореляційного аналізу для обчислення відповідних величини використовуються відомі вирази, а саме:

- коефіцієнт кореляції:

$$k_r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n y_i}{n}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i)^2 - \frac{\sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n x_i}{n}} * \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i)^2 - \frac{\sum_{i=1}^n y_i * \sum_{i=1}^n y_i}{n}}}; \quad (1)$$

- похибка коефіцієнта кореляції:

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - (k_r)^2}{n - k_r}}; \quad (2)$$

- достовірність:

$$t_r = \frac{k_r}{m_r}, \quad (3)$$

Тут і далі n - кількість варіант, яка у нашому випадку рівна кількості записів у відповідній таблиці бази даних, що містить результати обліку захворювань тварин та результати метеорологічного моніторингу [2]. Варіанта x – кількість хворих тварин, або загиблих та вимушено забитих тварин; варіанта y – середньомісячна температура, або сума додатних температур, або місячна кількість опадів.

Як відомо [3], якщо дано розподіл системи двох випадкових величин x і y , то регресією y на x називається довільна функція $g(x)$, що наближено представляє статистичну залежність y від x . При цьому величина y подається як сума двох випадкових величин

$$y = g(x) + h(x, y), \quad (4)$$

де $h(x, y)$ розглядається як поправка.

Зокрема, середня квадратична регресія y на x

$$g(x) \equiv M\{y|x\} = \sum yp(y|x) \quad (5)$$

мінімізує середній квадрат відхилення

$$M[y - g(x)]^2 = M[h(x, y)]^2. \quad (6)$$

Відповідна крива

$$y = M\{y|x\} \quad (7)$$

- крива середньої квадратичної регресії величини y .

Часто виявляється достатньо апроксимувати регресію лінійною функцією

$$g(x) = \xi_y + \beta(X - \xi_x); \quad \beta = \rho \frac{\sigma_y}{\sigma_x}. \quad (8)$$

Дане рівняння описує пряму лінію – пряму регресії величини y ; β є коефіцієнт регресії y на x . Остання формула є лінійною функцією $ax + b$, коефіцієнти якої

$$a = \beta \quad \text{і} \quad b = \xi_y - \beta \xi_x$$

мінімізують середнє квадратичне відхилення

$$M[y - (ax + b)]^2 = \sigma_y^2 + a^2 \sigma_x^2 - 2a \rho \sigma_x \sigma_y + [\xi_y - (a \xi_x + b)]^2. \quad (9)$$

Система нормальних рівнянь для обчислення параметрів рівняння регресії лінійного типу має такий вигляд:

$$\begin{cases} an + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i; \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n (x_i)^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i. \end{cases} \quad (10)$$

Система (10) є системою лінійних рівнянь відносно a та b і для її розв'язку можна використати один з відомих методів.

Аналогічно, використовуючи метод найменших квадратів, можна скласти системи нормальних рівнянь і знайти параметри інших типів функцій, які апроксимують регресію.

Система нормальних рівнянь для знаходження коефіцієнтів рівняння параболи $y = a + b_1 x + b_2 x^2$:

$$\begin{cases} an + b_1 \sum_{i=1}^n x_i + b_2 \sum_{i=1}^n (x_i)^2 = \sum_{i=1}^n y_i; \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \sum_{i=1}^n (x_i)^2 + b_2 \sum_{i=1}^n (x_i)^3 = \sum_{i=1}^n x_i y_i; \\ a \sum_{i=1}^n (x_i)^2 + b_1 \sum_{i=1}^n (x_i)^3 + b_2 \sum_{i=1}^n (x_i)^4 = \sum_{i=1}^n (x_i)^2 y_i. \end{cases} \quad (11)$$

Виберіть параметри, кореляційний зв'язок між якими потрібно дослідити:

Кількість випадків (за місяць):

Результати обчислень:

Коефіцієнт кореляції з похибкою **3**
достовірністю

r = **mr =** **tr =**

Виберіть тип апроксимаційного виразу:
 $Y = a + bx$

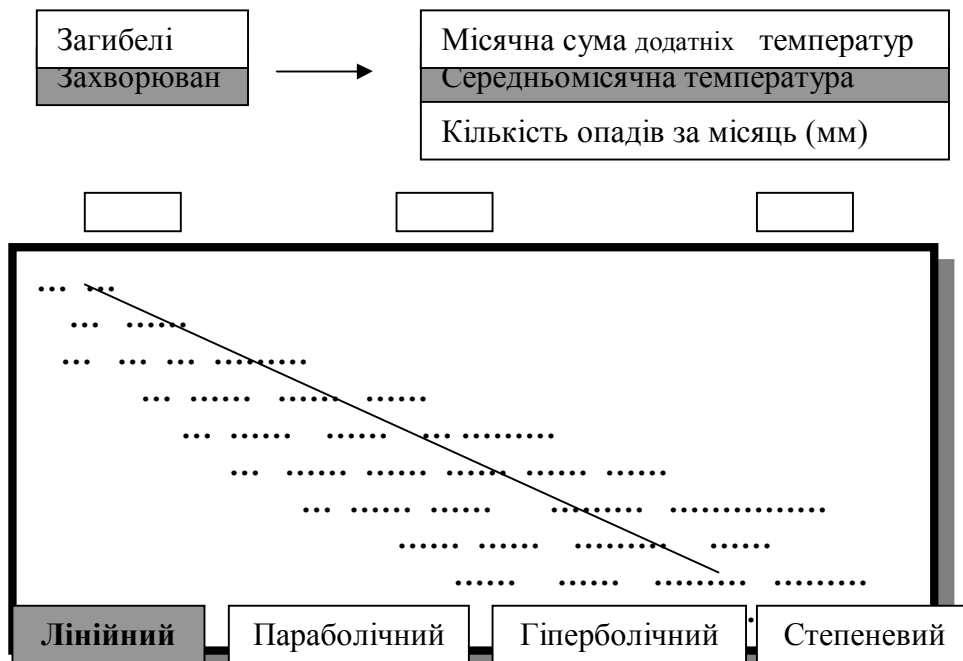


Рис. 1. Екранна форма діалогу при виконанні кореляційно – регресивного аналізу.

Система нормальних рівнянь для знаходження коефіцієнтів рівняння гіперболи $y = a + b/x$:

$$\begin{cases} an + b \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} = \sum_{i=1}^n y_i; \\ a \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} + b \sum_{i=1}^n \frac{1}{(x_i)^2} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i}. \end{cases} \quad (12)$$

Система нормальних рівнянь для знаходження коефіцієнтів рівняння степеневі функції $y = ax^b$:

$$\begin{cases} n \ln a + b \sum_{i=1}^n \ln x_i = \sum_{i=1}^n \ln y_i; \\ \ln a \sum_{i=1}^n \ln x_i + b \sum_{i=1}^n (\ln x_i)^2 = \sum_{i=1}^n \ln x_i \ln y_i. \end{cases} \quad (13)$$

Екранна форма діалогу та виводу результатів кореляційного та регресійного аналізів наведено на рис. 1.

При виконанні кореляційно-регресивного аналізу система пропонує задати параметри, для яких слід виконати аналіз (в нашому випадку це захворювання – середньомісячна температура). Далі система виводить обчислені значення коефіцієнта кореляції, його похибки та достовірності, а також – емпіричні точки залежності кількості захворювань від температури. На основі візуального аналізу користувач може вибрати один з пропонованих системою варіантів виразу функції регресії (на рис. 1 показано варіант лінійного рівняння). Після цього система обчислює коефіцієнти рівняння та виводить їх на екран, а також здійснює побудову відповідної до рівняння лінії.

Отже, використовуючи описану систему, можна визначити, чи впливає певний фактор зовнішнього середовища на виникнення захворювання тварин та одержати кількісну оцінку такого впливу. Маючи відповідні рівняння регресії, можна моделювати ситуації захворювань тварин при різних можливих значеннях факторів зовнішнього середовища; наприклад, знаючи метеорологічний прогноз на деякий часовий проміжок можна визначити чи є загроза виникнення певного захворювання в даний час, і, відповідно, врахувати це при плануванні ветеринарних заходів.

Література

1. Козій Б. Автоматизоване робоче місце лікаря ветеринарної медицини. // Праці Міжнародної конференції з управління «Автоматика – 2000». – Львів, 2000. – с. 133-136.
2. Козій Б.І. Комп'ютерна система для нагромадження та аналізу даних метеорологічного моніторингу // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ, т.11, № 3 (42), ч. 1. Львів, 2009 – с. 382-386.

3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Изд. «Наука», 1968. – 720 с.

Summary

Kozij B.I.

Lviv National University of Veterinary Medicine named after S.Z. Gzhytskyj

**MATHEMATICAL MODEL FOR ANALYSIS OF SUCH
METEOROLOGICAL MONITORING**

It is proposed the information and analytical system, which combine the system of collection and the processing of primary information of veterinary registration within the limits of traditional automated place of work of veterinary doctor with the system of meteorological monitoring, that gives the possibility to analysis the influence of environment factors on the beginning of farm animals diseases.

Key words: *animal disease, meteorological monitoring, database.*

Стаття надійшла до редакції 5.04.2010