

КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ КОЕФІЦІЄНТОМ АСИМЕТРІЇ ТА ТРАНСПОРТНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Черкаський державний технологічний університет

Анотація

Проведено кореляційно-регресійний аналіз зв'язку між коефіцієнтом асиметрії та транспортним навантаженням. Встановлено пряmolінійний зв'язок між аналізованими параметрами та визначено регресійне рівняння.

Ключові слова: флуктуаційна асиметрія, транспорт, урбокосистема, фітоіндикація, регресійна модель.

Abstract

A correlation-regression analysis of the relationship between the asymmetry coefficient and the transport load was performed. A rectilinear relationship between the analyzed parameters is established and the regression equation is determined.

Keywords: fluctuation asymmetry, transport, urban ecosystem, phytoindication, regression model.

Вступ

Сьогодні, у зв'язку зі збільшенням забруднення атмосферного повітря у міських екосистемах, існує необхідність у діагностиці стану навколишнього природного середовища, яку можливо проводити як фізико-хімічними, так і фітоіндикаційними методами. Флуктуаційна асиметрія (ФА) білатеральних морфологічних ознак є одним з показників забруднення атмосферного повітря, оскільки ФА є наслідком ненаправлених відхилень між сторонами органу під час онтогенезу [1]. Оптимальними фітоіндикаторами можуть виступати деревні рослини. Одним з надійних фітоіндикаторів є *Betula pendula* Roth [2]. Мета роботи полягала у встановленні зв'язку між рівнем ФА та автотранспортним навантаженням.

Результати дослідження

З метою визначення зв'язку між коефіцієнтом асиметрії та транспортним навантаженням і прогнозування було створено регресійну модель (таблиця 1).

Таблиця 1

Розрахунок параметрів рівняння регресії

№ району	x_{2019}/x_{2020} , y	Інтенсивність руху автотранспорту, авт./год (2019 / 2020 рр.), x	Розрахункові величини			Теоретичне x_{2019}/x_{2020} , \hat{y}	Квадрат відхилень	
			yx	y^2	x^2		$(\hat{y} - \bar{y})^2$	$(y - \hat{y})^2$
1	1,06	1,007	1,067	1,123	1,014	1,03	0,00550	0,00090
2	1,13	1,057	1,194	1,277	1,117	1,11	0,000009	0,000529
3	1,37	1,25	1,712	1,877	1,562	1,39	0,08200	0,00040
4	0,93	0,94	0,874	0,865	0,884	0,93	0,03000	0
5	1,30	1,145	1,488	1,690	1,311	1,24	0,01800	0,00360
6	1,02	1,02	1,040	1,040	1,040	1,05	0,00290	0,00090
7	1,13	1,05	1,186	1,277	1,102	1,10	0,00160	0,00090
8	1,09	1,112	1,212	1,188	1,236	1,19	0,00720	0,00980
9	0,91	0,954	0,868	0,828	0,910	0,95	0,02370	0,00160
Σ	9,94	9,535	10,64	11,166	10,178	9,99	0,17090	0,01863
Середнє	1,10	1,059	2,128	1,241	1,131	1,11	0,01900	0,00207

Розрахунок парного коефіцієнта кореляції ($r=0,947$) показав високий ступінь зв'язку між аналізованими параметрами.

Для визначення лінійності зв'язку визначаємо індекс кореляції i за формулою 1.

$$i = \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{\sigma_0^2}}, \text{ де } \sigma_x^2 - \text{ факторна дисперсія; } \sigma_0^2 - \text{ загальна дисперсія} \quad (1)$$

Загальну дисперсію визначаємо за формулою 2:

$$\sigma_0^2 = \sum \frac{y^2}{n} - \left(\sum \frac{y}{n} \right)^2; \quad \sigma_0^2 = \sum \frac{11,166}{9} - \left(\sum \frac{9,94}{9} \right)^2 = 0,025 \quad (2)$$

Факторну дисперсію (σ_x^2) визначаємо за формулою 3:

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{n} \cdot \left(a \sum y + b \sum yx \right) - \bar{y}^2 \quad (3)$$

Для визначення факторної дисперсії слід розрахувати параметри a та b . Їх розраховуємо за формулами 4 та 5 відповідно:

$$a = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum x}{n}; \quad a = \frac{9,94}{9} - 1,485 \frac{9,535}{9} = -0,463 \quad (4)$$

$$b = \frac{n \sum yx - \sum y \sum x}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}; \quad b = \frac{9,10,644 - 9,94 \cdot 9,535}{9 \cdot 10,78 - (9,535)^2} = 1,485 \quad (5)$$

Тоді факторна дисперсія буде дорівнювати: $\sigma_x^2 = \frac{1}{9} \cdot (-0,463 \cdot 9,94 + 1,485 \cdot 10,644) - (1,104)^2 = 0,025$.

Визначаємо індекс кореляції (i) використовуючи формулу 1: $i = \sqrt{\frac{0,025}{0,025}} = 1,00$.

Якщо різниця між індексом кореляції та коефіцієнтом кореляції менше 0,1, тоді зв'язок між аналізованими ознаками можна вважати прямолінійним: $i-r = 1,00 - 0,947 = 0,053$. Значить, зв'язок прямолінійний і можна використати в якості моделі регресійне рівняння за формулою 6:

$$\tilde{y} = a + bx; \quad \tilde{y} = -0,463 + 1,485x \quad (6)$$

За допомогою цього рівняння розраховуємо теоретичні значення x_{2019}/x_{2020} (таблиця 2.6). Розрахунок показав, що теоретичне значення (9,99) практично співпадає з фактичним значенням (9,94).

Для перевірки значущості коефіцієнта регресії з використанням t-критерію Стьюдента з рівнем істотності $\alpha = 0,05$ застосовуємо формулу 7:

$$t_b = |b| \sqrt{\frac{\sigma_0^2}{\sigma_b^2} \cdot (n-2)} \quad (7)$$

σ_0^2 розраховуємо за формулою 8:

$$\sigma_0^2 = \sum \frac{x^2}{n} - \left(\sum \frac{x}{n} \right)^2; \quad \sigma_0^2 = \sum \frac{10,178}{9} - \left(\sum \frac{9,535}{9} \right)^2 = 0,009 \quad (8)$$

Тоді $t_b = 1.485 \cdot \sqrt{\frac{0.009}{0.025}}(9-2) = 3.74$. Фактичний рівень критерію Стьюдента 3,74, що більше теоретичного рівня з рівнем істотності 0,05 (2,36), тому висновки за рівнянням регресії можна вважати правильними.

Оцінка адекватності лінійної регресійної моделі з використанням F-критерію Фішера (формула 9) показала, що гіпотеза про значущість рівняння регресії підтверджується, оскільки фактичні значення критерію Фішера (64,21) менше теоретичного (5,12):

$$F = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum(\bar{y} - \hat{y})^2} \cdot \frac{n - z - 1}{z} = \frac{0.1709}{0.01863} \cdot (9 - 2) = 64.21 \quad (9)$$

Фактичне значення критерію Фішера (64,21) значно більше за теоретичне (5,12), тому гіпотеза про значущість рівняння регресії підтверджується.

Висновки

Отже, регресійне рівняння $\hat{y} = -0,463 + 1,485 \cdot x$ показує залежність зміни коефіцієнта асиметрії (\hat{y}) в залежності від зміни транспортного навантаження і його можна використовувати для визначення змін інтенсивності руху транспорту в залежності від динаміки флуктуаційної асиметрії, що є важливим для діагностики стану міського середовища і дає можливість швидко та зручно визначати динаміку змін транспортного навантаження на урбоекосистеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Clarke G. (1992). Fluctuating asymmetry: a technique for measuring developmental stress of genetic and environment origin. Acta Zool Fenn. Vol. 191, 31–35.
2. Franiel, I. (2008). Fluctuating asymmetry of *Betula pendula* Roth. leaves – an index of environment quality. Biodiv. Res. Conserv., 9-10, 7–10.

Чемерис Інґріда Альґімантівна - канд. біол. наук, доцент, завідувач кафедри загальної екології, педагогіки та психології, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, e-mail: icchemerys@ukr.net

Ключка Світлана Іванівна - канд. пед. наук, доцент, кафедри загальної екології, педагогіки та психології, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, e-mail: svitkl@ukr.net

Chemerys Ingrida A. Cand. Sc. (Biol), Assistant Professor, Head of Department of General Ecology, Pedagogy and Psychology, Cherkasy State Technological University, Cherkasy

Kliuchka Svitlana I. Cand. Sc. (Ped), Assistant Professor of Department of General Ecology, Pedagogy and Psychology, Cherkasy State Technological University, Cherkasy