

УДК 519.862 (075.8)

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВАНТАЖООБІГУ ТРАНСПОРТУ

Майбородіна Н.В.¹, Герасименко В.П.², Костюк Р.О.³

¹ канд. фіз.-мат. наук, доцент,

² канд. техн. наук, доцент,

³ студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Процес математичного моделювання задач, пов'язаних із реальним світом, можна умовно поділити на три основні етапи:

1. Розробка математичної моделі явища.
2. Дослідження цієї моделі та розв'язання відповідної математичної задачі.
3. Використання отриманих результатів для вирішення практичних питань, поставлених на початковому етапі, а також пошук інших сфер для застосування цієї моделі.

Математична модель є інструментом, який наближено відтворює реальний процес з метою його вивчення. Зазвичай для одного і того ж процесу існує низка моделей, які відрізняються кількістю враховуваних факторів та ступенем деталізації його опису. Вибір конкретної моделі залежить від мети дослідження. Зазвичай намагаються спростити модель для зручності роботи та зменшення часу на обчислення, забезпечуючи її практичну застосовність [2].

Для створення математичної моделі вантажообігу скористаємося даними, які розміщені на сайті Державної служби статистики України в розділі Статистична інформація / Економічна статистика / Транспорт / Вантажообіг за видами транспорту (2014-2021) [1].

Задача регресійного аналізу полягає в тому, щоб за наявними статистичними даними:

1. Отримати найкращі оцінки $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \dots, \hat{a}_n$ невідомих параметрів a_0, a_1, \dots, a_n ;
2. Перевірити статистичні гіпотези про параметри моделі;
3. Перевірити, чи добре отримана модель узгоджується зі статистичними даними (перевірити адекватність моделі) [2].

Якість знайдених оцінок параметрів $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \dots, \hat{a}_n$ можна досліджувати за допомогою величин відхилень u теоретичних значень y від емпіричних \hat{y} , обчислених за формулою $u = y - \hat{y}$.

В даній роботі використаємо метод найменших квадратів $\left(\sum_{i=1}^n u_i^2 \rightarrow \min \right)$, оскільки він найпоширеніший, найбільш теоретично обґрунтований та найпростіший з обчислювальної точки зору метод.

Основні причини наявності випадкового фактора u в математичних моделях: введення в модель не всіх пояснюючих змінних; неправильний вибір функціональної форми моделі; агрегування змінних; помилки вимірювань; обмеженість статистичних даних; непередбачуваність людського фактора. Людський фактор може "зіпсувати" найякіснішу модель. Дійсно, при правильному виборі форми моделі, скрупульозному доборі пояснюючих змінних неможливо спрогнозувати поведінку кожного індивідуума [2].

Для спрощення розрахунків та з метою автоматизації процесу побудови моделі відтворення лісів скористаємося табличним процесором Excel.

Для визначення типу форми залежності моделі вантажообігу зобразимо зібрані дані у системі координат. У результаті дістанемо кореляційне поле точок. В табличному процесорі

Всеукраїнська науково-практична конференція
«Проблеми сучасної агроінженерії, енергетики і транспортних технологій в системі
природокористування»

Excel побудуємо точкову діаграму. На підставі гіпотези про нелінійність зв'язку, через кореляційне поле точок можна провести безліч ліній, які різняться між собою параметрами $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \dots, \hat{a}_n$.

Скористаємося можливостями табличного процесора Excel для вибору ліній тренду (апроксимація та згладжування).

Із запропонованих ліній тренду обираємо поліноміальну (ступінь 3) (рис. 1).

Отже, модель вантажообігу за всіма видами транспорту має вигляд

$$\bar{y} = 43,78x^3 - 898,11x^2 + 4850,4x + 21537 + u, \quad (1)$$

де \bar{y} – випадкова складова побудованої моделі. Наявність випадкової складової враховує можливі похибки побудованої моделі у зв'язку не великою кількістю статистичних даних.

Величина апроксимації $\bar{R}^2 = 0,8371$. Оскільки $0,8 < R^2 < 1$, то модель достатньо точно описує характер зміни вантажообігу по рокам. Одержана модель вантажообігу за всіма видами транспорту вважається точною на 83,71%.

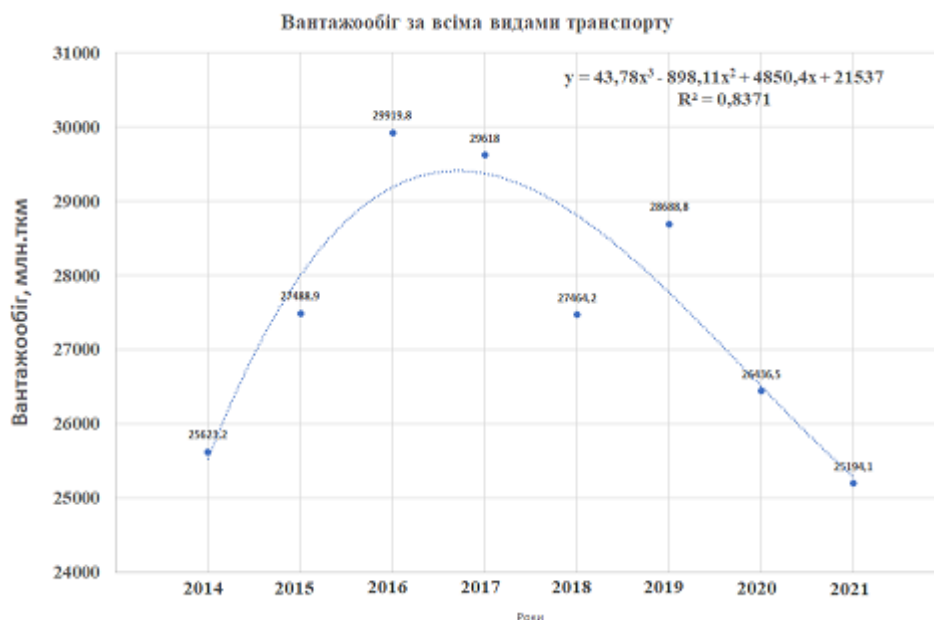


Рис. 1. Модель вантажообігу за всіма видами транспорту

Обчислимо точковий прогноз вантажообігу $\hat{y}_{пр}$ для 2022, 2023, 2024 і 2025 років:

$$\hat{y}_{пр}(2022) = 24359,31 \text{ (млн.ткм)},$$

$$\hat{y}_{пр}(2023) = 24010 \text{ (млн.ткм)}$$

$$\hat{y}_{пр}(2024) = 24491,27 \text{ (млн.ткм)},$$

$$\hat{y}_{пр}(2025) = 26065,8 \text{ (млн.ткм)}$$

Обрахунки проведено без врахування наслідків проведення бойових дій на території України. Одержані в даній роботі результати можуть бути використані при логістичному плануванні.

Список використаних джерел:

1. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 01.11.2024).
2. Майбородіна Н.В. Економетрика: навчальний посібник. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2021. 280 с.