УДК 004.942:519.248

УДОСКОНАЛЕНА ЙМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЧАСУ ОБРОБКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЕЛЕВАТОРНОМУ КОМПЛЕКСІ

Федоров М.І.[1], Макарова Л.М., к.т.н., доцент[2], Фаріонова Т.А., к.т.н., професор НУК[3]
[1,2, 3] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
[1,2, 3] Україна, м. Миколаїв
[1]maximfedorov98@gmail.com, [2]lidiia.makarova@nuos.edu.ua, [3]tetyana.farionova@nuos.edu.ua

Анотація. *Розглянуто проблему оцінювання часу обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі. Удосконалено ймовірнісну модель для оцінювання часу обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі за рахунок застосування нормалізуючого перетворення Джонсона. Це дає змогу підвищити достовірність оцінювання часу обробки автомобільного транспорту в порівнянні із застосуванням положень теорії масового обслуговування.*

Ключові слова*: ймовірнісна модель; час обробки автомобільного транспорту; елеваторний комплекс; нормалізуюче перетворення; перетворення Джонсона.*

Вступна частина. На міжнародному аграрному ринку зерно продовжує залишатися стратегічно важливим товаром, який забезпечує не тільки продовольчу безпеку, але також є стабільним джерелом доходів аграріїв в світі. Світове виробництво зерна зберігається на рекордно високому рівні, перевищивши показники попереднього року на 2,1%, або 55,7 млн тонн [1].

У 2018/19 маркетинговому сезоні Україна встановила рекорд – поставила на світовий ринок 49,7 млн т зерна. Це на 26,1% більше в порівнянні з 2017/18 маркетинговим роком [2]. Зростання обсягів виробництва зерна та його експорту, може значно поліпшити позиції України на світовій арені. Така позитивна тенденція поліпшить також і економічні показники країни, адже значна частина експортної виручки є заслугою аграрного комплексу.

Важливою складовою частиною зернового ринку є також необхідна інфраструктура зберігання зерна. Сучасний елеваторний комплекс є сертифікованим зерновим складом, який призначений для заготівлі і зберігання великих партій зерна тривалий період часу, а також доведення його до кондиційного стану. Елеваторний комплекс складається з технологічної потокової лінії прийому, обробки, очищення, сушки, зберігання і відвантаження зерна. Найчастіше для транспортування зерна використовують автомобільний транспорт.

Серед проблем зернового ринку можна виділити також якість логістики, швидкість і вартість обробки автомобільного транспорту, який прибуває на елеваторні комплекси. Збирання зернових культур носить сезонний характер, тому у обмежений час велика кількість автомобільного транспорту прибуває на елеваторні комплекси з метою вивантаження зерна, внаслідок чого виникають черги, простій транспорту і супутні збитки [3].

В якості вирішення вищеозначеної проблеми можна назвати впровадження системи автоматизованого управління автомобільним транспортом на елеваторному комплексі, що забезпечить більш рівномірне розподілення навантаження між потоковими лініями прийому зерна та зменшення часу обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі.

Ціль роботи: удосконалення ймовірнісної моделі для оцінювання часу обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі за рахунок застосування нормалізуючого перетворення Джонсона.

Основна частина. Обробка автомобільного транспорту на елеваторному комплексі зазвичай розглядається в рамках теорії масового обслуговування, а моделі та методи для оцінювання часу обробки автомобільного транспорту, які базуються на положеннях теорії масового обслуговування, потребують використання експоненціального закону розподілу випадкової величини. Але емпіричні дані про час обробки автомобільного транспорту не завжди відповідають експоненціальному закону розподілу [4], що унеможливлює використання найпростішої моделі системи масового обслуговування через відсутність необхідної достовірності отриманих результатів.

Для удосконалення ймовірнісної моделі оцінювання часу обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі необхідно зробити наступні кроки.

1. Виконати нормалізацію емпіричних даних про час обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі.

В якості нормалізуючого перетворення можна використовувати найпростіші перетворення на основі десяткового або натурального логарифму, перетворення Бокса-Кокса або перетворення Джонсона. В даній роботі в якості нормалізуючого перетворення було обрано перетворення Джонсона, загальний вид якого наведено у [5]:

$$z = \gamma + \eta h(x, \varphi, \lambda); \eta > 0; -\infty < \gamma < \infty; \lambda > 0; -\infty < \varphi < \infty, \quad (1)$$

де z – нормована нормально розподілена випадкова величина; γ, η, φ, λ – параметри перетворення; x – випадкова величина, що нормалізується; h – функція певної сім'ї розподілу Джонсона: S_L, S_B або S_U, яка обирається виходячи із значень квадрата асиметрії A^2 і ексцесу ε вибірки емпіричних даних за формулою, наведеною в [6]. Значення параметрів перетворення Джонсона γ, η, φ, λ знаходимо за допомогою методу максимальної правдоподібності.

В результаті підстановки параметрів перетворення у формулу функції щільності ймовірності для відповідної сім'ї розподілів Джонсона отримуємо функцію щільності ймовірності розподілу часу обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі.

2. Визначити довірчі інтервали точкових оцінок статистичних моментів для нормалізованої випадкової величини.

Точковими оцінками математичного сподівання і середньоквадратичного відхилення є вибіркове середнє і вибіркове середньоквадратичне відхилення відповідно. У разі нормального закону розподілу визначення довірчих інтервалів статистичних моментів виконують, використовуючи традиційний спосіб: на основі t-розподілу Стьюдента для математичного сподівання і на основі розподілу χ^2 Пірсона для середньоквадратичного відхилення, наведений в [7].

3. Виконати перетворення, зворотне до нормалізуючого.

Зворотним перетворенням до перетворення (1) є наступне:

$$x = \varphi + \lambda h^{-1}(z, \gamma, \eta); \eta > 0; -\infty < \gamma < \infty; \lambda > 0; -\infty < \varphi < \infty, \quad (2)$$

де h^{-1} – функція певної сім'ї розподілу Джонсона.

4. Отримати довірчі інтервали статистичних моментів початкової випадкової величини часу обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі, які базуються на перетворенні, зворотному до нормалізуючого (2).

В результаті виконання цих кроків отримаємо удосконалену ймовірнісну модель для оцінювання часу обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі за рахунок застосування нормалізуючого перетворення Джонсона.

Висновки. Удосконалено ймовірнісну модель для оцінювання часу обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі за рахунок застосування

нормалізуючого перетворення Джонсона, що дає змогу підвищити достовірність оцінювання часу обробки автомобільного транспорту в порівнянні із застосуванням положень теорії масового обслуговування. За рахунок впровадження відповідного програмного забезпечення можливо забезпечити більш рівномірне розподілення навантаження між потоковими лініями прийому зерна та зменшення часу обробки автомобільного транспорту на елеваторному комплексі.

REFERENCES

[1] FAO. 2020. *Crop Prospects and Food Situation - Quarterly Global Report No. 3, September 2020*. Rome. Взято з http://www.fao.org/documents/card/en/c/cb1101en.

[2] Экспортные рекорды зерна. Взято з https://ambarexport.ua/ru/blog/export-records-of-grain.

[3] Веремеєнко, О.Г. (2015). Моделювання системи управління автомобільним транспортом при його прибутті на зерновий термінал. *Вісник Донецької академії автомобільного транспорту*, 1, 11-17.

[4] Макарова, Л.М. (2018). *Програмне забезпечення інформаційної технології для оцінювання часу обробки автотранспорту на зерновому терміналі*, Матеріали IX Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». Миколаїв: НУК.

[5] Приходько, С.Б. (2011). Інтервальне оцінювання статистичних моментів негаусівських випадкових величин на основі нормалізуючих перетворень. *Математичне моделювання: науковий журнал. – Дніпродзержинськ*, 1(24), 9-13.

[6] Приходько, С.Б. (2016). Аналитическая зависимость для выбора семейства распределений Джонсона. *Проблеми інформаційних технологій. – Херсон: ХНТУ*, 2(20), 105-110.

[7] Орлов, А.И. (2004). *Прикладная статистика*. Москва: Экзамен.

Maksym Fedorov, Lidiia Makarova, Tetyana Farionova

Improved probabilistic model for estimating the processing time of automobile transport on the elevator complex

Abstract. *The problem of estimating the processing time of automobile transport on the elevator complex is considered. The probabilistic model of estimating the processing time of automobile transport on the elevator complex allocation using Johnson's normalizing transformation has been improved. This allowed to increase reliability of estimation the processing time of automobile transport in comparison with the application of the provisions of queuing theory.*

Keywords: *probabilistic model; processing time of automobile transport; elevator complex; normalizing transformation; Johnson transformation.*

Федоров М.И., Макарова Л.Н., Фарионова Т.А.

Усовершенствованная вероятностная модель для оценивания времени обработки автомобильного транспорта на элеваторном комплексе

Аннотация. *Рассмотрена проблема оценивания времени обработки автомобильного транспорта на элеваторном комплексе. Усовершенствована вероятностная модель для оценивания времени обработки автомобильного транспорта на элеваторном комплексе за счет применения нормализирующего преобразования Джонсона. Это позволяет повысить достоверность оценивания времени обработки автомобильного транспорта по сравнению с применением положений теории массового обслуживания.*

Ключевые слова: *вероятностная модель; время обработки автомобильного транспорта; элеваторный комплекс; нормализирующее преобразование; преобразование Джонсона.*