УДК 625.7/8

Сліпець О.В.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕКСТИЛЮ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗПОДІЛУ ДІРІХЛЕ.

Анотація. У статті розглянуто основні методи обробки статистичних даних характеристик геотекстильного матеріалу та запропоновано метод, який оснований на використанні багатопараметричного розподілу Діріхле.

Ключові слова: геотекстиль, ефективність, нормальний розподіл, розподіл Стюдента, розподіл Діріхле, гамма- розподіл.

Аннотация. В статье рассмотрены основные методы обработки статистических данных характеристик геотекстильного материала и предложен метод, основанный на использовании многопараметрического распределения Дирихле.

Ключевые слова: геотекстиль, эффективность, нормальное распределение, распределение Стюдента, распределение Дирихле, гамма-распределение.

Abstract. The article discusses the basic methods of statistical data processing geotextile material characteristics and proposed method based of the using of multivariate Dirichlet distribution.

Keywords: geotextile, efficiency, normal distribution, the distribution Styudenta, Dirichlet distribution, gamma distribution.

Постановка проблеми. В дорожньому господарстві за останні роки свого існування геотекстиль набув неабиякого попиту. Таке впровадження новітнього

матеріалу передбачає вивчення інноваційних механізмів планування та організації, удосконалення та створення технологій застосування, за якими використання геотекстилю мало б найбільшу ефективність та значущість в галузі .

Сутність проблеми. Проблема визначення ефективності використання геотекстилю пов'язана з визначенням відповідного критерію ефективності і формуванням системи показників. Визначення загальної ефективності вимагає врахування багатьох чинників та параметрів, а головне – їх оцінки, що дозволить обрати найкращий варіант матеріалу в окремих умовах експлуатації.

Мета статті. Розглянути існуючі методи оцінки розрахункових характеристик геотекстилю та запропонувати новий метод, який би визначив ефективність використання матеріалу з точки зору його багатопараметричності.

Виклад основного матеріалу. Ринок будівельних матеріалів безперервно поповнюється різного роду новинками. Встежити за розвитком матеріалів, застосовуваних у тій чи іншій сфері, дуже складно, тим більше в наш час, коли інновації впроваджуються досить-таки швидко. Геотекстиль - порівняно новий матеріал, і на сучасному ринку геосинтетичні дорожньо-будівельні матеріали представлені досить широким вибором типів і марок, здатних значно збільшити експлуатаційні можливості навіть найслабших і неякісних грунтів в складних експлуатаційних умовах.

Для проектування дорожніх конструкцій з використанням геосинтетичних матеріалів (ГМ) виникає проблема вибору ГМ. Для цього, першу чергу, потрібні достовірні дані про значення характеристик фізико - механічних властивостей з різною забезпеченістю для конкретних випадків експлуатації; потрібні дані щодо якості матеріалу, яка має відповідати договірним вимогам, та немало важливі дані щодо вартості матеріалу. Враховуючи, що укладання геотекстилю пов'язана з додатковими капітальними вкладеннями, необхідно провести також оцінку ефективності цих вкладень.

Для здійснення вибору матеріалу для подальшого розвитку впровадження не завжди є достатньо даних, які б були обґрунтованими і формалізованими. Тому для контролю і управління параметрами інноваційного матеріалу необхідна модифікація існуючих методів і розробка нових. В наш час основними методами оцінки впровадження матеріалу є методи кваліметрії, які дозволяють дослідити його якість. Дослідження характеристик геотекстилю, таких як: фізичних, механічних, гідравлічних, технологічних, експлуатаційних - спрямоване на вирішення задачі вибору конкретної марки ГМ залежно від цілей, сфери застосування і призначення обгрунтованих конструктивно-технологічних рішень[1].

Вибір технічного рішення із застосуванням ГМ виконують, як правило, на основі техніко-економічного зіставлення варіантів. При цьому слід враховувати виникаючий в зіставленні з традиційними рішеннями технічний ефект, пов'язаний з підвищенням надійності дорожніх конструкцій, якості будівництва, що не завжди може бути оцінений кількісно.

Для встановлення розрахункових характеристик на сьогоднішній день використовують два методи з використанням різних законів розподілу випадкових величин: 1.нормального; 2. закону Стюдента[2].

Теоретичні щільності розподілу механічних характеристик апроксимуються нормальним зконом [3]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

З параметрами математичного сподівання $\bar{x}$ та дисперсії σ.

Тоді як закон Стюдента описується рівнянням:

$$\gamma(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\sqrt{n-1}\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)\left(1+\frac{x^2}{n-1}\right)^{0.5n}}, \quad (2)$$

де n – кількість вимірювань x_i , Г – гамма-функція.

В технічній документації [4], яка супроводжує геотекстиль від виробника, та в проектній документації, яка є основою для вибору геотекстиля, загальні (фізичні), класифікаційні та експлуатаційні характеристики матеріалів

приведені як MinARV та MaxARV величини(Рис 1):

- MinARV (*Minimum Average Roll Value*) –мінімальне з середніх значень у серії лабораторних випробувань геотекстиля

$$MinARV = \bar{x} - 2\sigma \quad (3)$$

- MaxARV (*Maximum Average Roll Value*) – максимальне з середніх значень у серії лабораторних випробувань геотекстиля:

$$MaxARV = \bar{x} + 2\sigma \quad (4)$$

де $\bar{x}$ - середнє значення; σ - дисперсія.

Відповідно до формули (1) середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma = \frac{\bar{x} - MinARV}{2} \quad (5)$$

де *MinARV* – мінімальне значення характеристики матеріалу (наприклад, міцність на розрив).

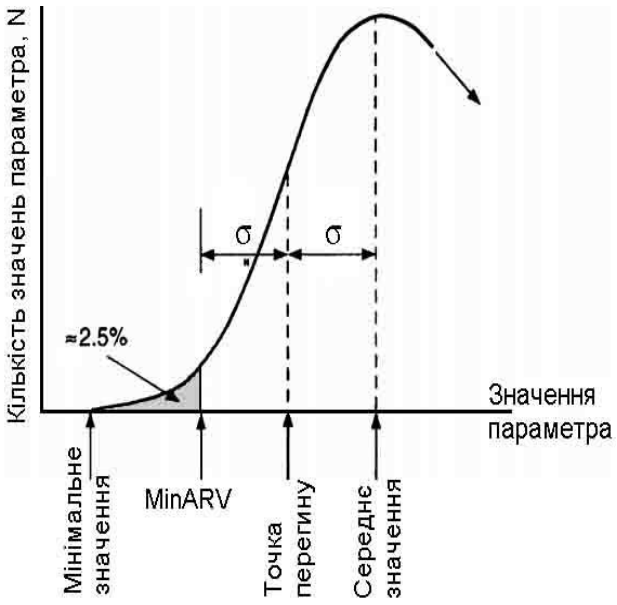

Рисунок 1 – Геометрична інтерпретація номінальної характеристики геотекстилів MinARV

За статистикою значення MinARV вказує на те, що з серії випробувань кількість результатів, які менші за номінальне значення MinARV, становитимуть 2,5 %. Значення MaxARV вказує на межу, яку перевищить не

більше ніж 2,5 % випробуваних зразків.

Досліджуючи процеси[7], пов’язані з поступовим пониженням якості параметрів (погіршення властивостей матеріалу в часі, деградація конструкції, процеси старіння, амортизація техніки та ін.), застосовують закон гама розподілу(рис.2):

$$f(x) = \frac{\lambda^{\alpha}}{\alpha!} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x} \tag{6}$$

Де λ, α – параметри. Якщо α=1, гамма – функція перетворюється в показників закон:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \tag{7}$$

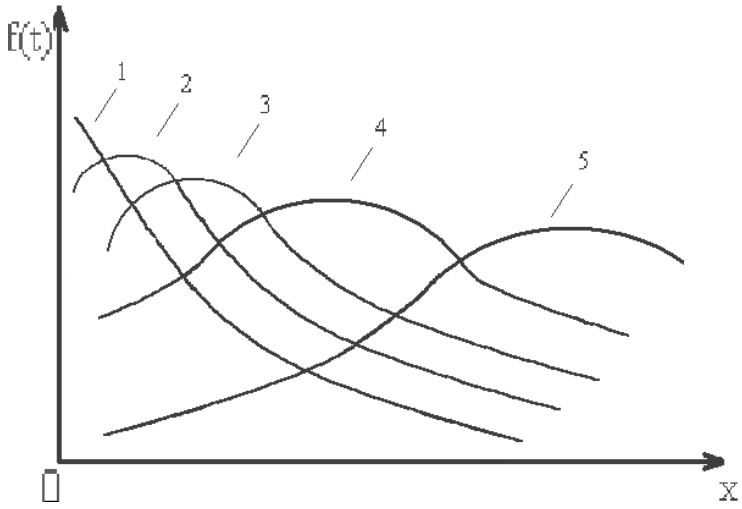

Рисунок 2 – Загальний вид кривих гамма – розподілу:

$1 - \alpha = 1;\ \lambda = 1;\ 2 - \alpha = 3;\ \lambda = 1;\ 3 - \alpha = 4;\ \lambda = 1{,}5;\ 4 - \alpha = 5;\ \lambda = 2;\ 5 - \alpha = 6$

Названі вище методи обробки даних властивостей геотектилю орієнтуються в основному тільки на один показник, будь *то* поверхнева щільність, товщина геосинтетичного полотна чи ін. і лише гамма - розподіл розглядає двопараметричний випадок.Тоді як для визначення ефективності використання обраного матеріалу, потрібно оцінити геотекстиль з точки зору різних параметрів.

Щоб охопити повний спектр значень характеристик геотекстилю та оцінити їх взаємодію, потрібно використати такий метод, який би описав наш

багатовимірний випадок.

Найбільш перспективним підходом є метод з використанням закону розподілу випадкових величин на багатовимірний випадок, а саме розподіл Діріхле (Dirichlet distribution) .

Цей розподіл часто позначається Dir (α) - це сімейство безперервних багатовимірних імовірнісних розподілів параметрезованих вектором α невід'ємних дійсних чисел[5].

Розподіл Діріхле розмірності К ≥ 2 з параметрами $\alpha_1, ..., \alpha_к > 0$ має функцію щільності імовірності щодо міри Лебега в евклідовому просторі R^k [6]:

$$f(x_1, \dots x_{k-1}; \alpha_1, \dots \alpha_k) = \frac{1}{B(\alpha)} \prod_{i=1}^{k} x_i^{\alpha_{i-1}} \tag{8}$$

в будь – якій точці симплексу

$S_k = \{(x_1, \dots x_k): x_i \geq 0, \ i = 1, \dots, k, \sum_{i=1}^{k} x_i \leq 1\}$ і рівною нулю в інших точках R^k.

$B(\alpha)$ - бета –функція, представлена формулою :

$$B(\alpha) = \frac{\prod_{i=1}^{k} \Gamma(\alpha_i)}{\Gamma(\sum_{i=1}^{k} \alpha_i)} \tag{9}$$

Де Г – гамма-функція, $\alpha = (\alpha_1, \dots \alpha_k)$.

Підставивши формулу (9), отримаємо, що функція щільності імовірності матиме вигляд:

$$f(x_1, \dots x_{k-1}; \alpha_1, \dots \alpha_k) = \frac{\Gamma(\sum_{i=1}^{k} \alpha_i)}{\prod_{i=1}^{k} \Gamma(\alpha_i)} \prod_{i=1}^{k} x_i^{\alpha_{i-1}} \tag{10}$$

Далі визначаємо характеристики розподілу ймовірності, а саме математичне сподівання $\mu(x_i)$, дисперсію $\sigma^2(x_i)$ та коваріацію $\sigma(x_i, x_j)$ за формулами :

$$\mu(x_i) = \frac{\alpha_i}{\alpha_1 + \dots + \alpha_{k+1}}, \quad i = 1, \dots k \tag{11}$$

$$\sigma^2(x_i) = \frac{\alpha_i(\alpha_1 + \dots + \alpha_{k+1} - \alpha_i)}{(\alpha_1 + \dots + \alpha_{k+1})^2(\alpha_1 + \dots + \alpha_{k+1} + 1)}, \ i = 1, \dots k \tag{12}$$

$$\sigma(x_i, x_j) = -\frac{\alpha_i \alpha_j}{(\alpha_1 + \cdots + \alpha_{k+1})^2 (\alpha_1 + \cdots + \alpha_{k+1} + 1)}, \quad i \neq j = 1, \ldots k \tag{13}$$

Застосування розподілу Діріхле дозволяє повноцінно проаналізувати багатопараметричність характеристик геотекстилю, знайти такі значення даних, за яких використання цього матеріалу мало б найбільшу ефективність та значущість для дорожнього будівництва.

ВИСНОВОК

Використання багатовимірної оцінки,а саме розподілу Діріхле, становить багате джерело інформації про досліджуваний об'єкт. По суті, за допомогою великої кількості даних, що описують геотекстиль, можна подати класифікацію, виділяючи найкращий тип чи марку, або визначити ті, які для конкретних умов використання та експлуатації мали б найбільший ефект.

Багатопараметричний розподіл використовується для оцінки ступеня реалізації концепції розвитку в досліджуваних об'єктах та як інструмент оцінки показників, що описують процес впровадження геотекстилю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Головань Д.М. Моделі методи контролю якості в проектах розробки інноваційної продукції: дис.канд. тех..наук: 05.13.22/ Національний аерокосмічний ун-т ім..М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний ін-т» - Х., 2006 -168 с.

2. Гамеляк І.П., Журба Г.В., Шикунов Є.В. Встановлення розрахункових характеристик геосинтетичних матеріалів. - Науково – виробничий журнал «Автошляховик України» №2 (220) березень – квітень 2011р.

3. СиденкоВ.М., Рокас С.Ю Управление качеством в дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1981. – 256с.

4. СОУ 45.2-00018112-025:2007. Метеріали геосинтетичні. Методи випробувань.

5. Жук С.Н., Евстратчик С.В. Приминение байэсовской модели для оценивания вероятностей альтернатив в условиях неопределенности с использованием нечисловой, неточной и неполной экпертной информации. - Журнал «Труды СПИИРАН» №2(21), 2012г.

6. Уилкс С. Математическая статистика. - М.: Наука, 1967 - 632 с.

7. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. 3-е изд. – Х: Вища школа. Изд-во при Харьк.ун-те,1983.- 224с.