

в 2008 году. Аналитический сборник / Под общ. ред. А.Н. Кулешова. – Минск: МВД РБ, 2009. – 95 с.

5.Сведения о состоянии дорожно-транспортной аварийности в Республике Беларусь в 2009 году. Аналитический сборник / Под общ. ред. Е.Е. Полудня. – Минск: МВД РБ, 2010. – 88 с.

6.Правила учета дорожно-транспортных происшествий: Приказ МВД РБ от 18.05.1996г. №104.

7.Шештокас В.В. Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах / В.В. Шештокас, Д.С. Самойлов. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.

8.Должиков А.И. Повышение эффективности оценки безопасности движения двухполосных автомобильных дорог с использованием метода конфликтных ситуаций / А.И. Должиков // Повышение эффективности дорожного строительства в условиях Сибири. – Кемерово: Кузбасс. политех. ин-т, 1991. – С.24-27.

9.Еремин В.М. Программный комплекс для оценки степени опасности условий движения на сети федеральных автомобильных дорог / В.М. Еремин, А.М. Бадалян, И.Ф. Живописцев // Тезисы докл. на IX Междунар. конф. «Проблемы управления безопасностью сложных систем». – М.: ИПУ РАН, 2001. – С.535-539.

10.Врубель Ю.А. Потери в дорожном движении / Ю.А. Врубель. – Минск: БНТУ, 2003. – 328 с.

11.Врубель Ю.А. Водителю о дорожном движении / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. – Минск: БНТУ, 2006. – 129 с.

12.Врубель Ю.А. Определение потерь в дорожном движении / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский, Е.Н. Кот. – Минск: БНТУ, 2006. – 240 с.

13.Evaluation of advance warning signals on high speed signalized intersections (MPC-03-155).

14.Traffic signal timing manual. P. N.: FHWA-HOP-08-024. JUNE 2008. -Washington: U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2008. – 274 p.

15.Traffic detector handbook. P. N.: FHWA-HRT-06-108. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2006. – 243 p.

16.Ходоскин Д.П. Зона дилеммы: существующие методики и предложения по их усовершенствованию / Д.П. Ходоскин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий / Под ред. И.Г. Филиппенко. – Харьков, 2011. – Вып. 5/4 (53)/2011. – С.42-47.

17.Ходоскин Д.П. Разработка методики для определения местоположения и борьбы с последствиями зоны дилеммы на примере регулируемого перекрестка г. Гомеля / Д.П. Ходоскин // Вестник Белорусского гос. ун-та транспорта: Науч.-практ. журнал. Вып.1(22)/2011. – Минск: УО «БелГУТ», 2011. – С.39-44.

*Получено 09.02.2012*

УДК 656.13

І.П.ЕНГЛЕЗІ, канд. техн. наук

*Донецька академія автомобільного транспорту*

## **МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ЙМОВІРНОСТІ ВИНИКНЕННЯ ДТП З ОКРЕМИМ УЧАСНИКОМ ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

Розглядаються математичні моделі визначення розподілу випадкових величин для застосування при визначенні ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод з окремим учасником дорожнього руху.

Рассматриваются математические модели определения распределения случайных величин для применения при определении вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий с каждым участником дорожного движения.

Mathematical models for determining the distribution of random variables for use in determining the likelihood of accidents with each participant of the road.

*Ключові слова:* дорожно-транспортна пригода, ймовірність, закон розподілу випадкових величин, небезпечні вантажі.

Побудова маршрутів перевезення небезпечних вантажів за умови, щоб по можливості виключати проїзд транспортних засобів з небезпечними вантажами через комерційні або житлові райони, екологічно чутливі райони, промислові зони з небезпечними об'єктами або дорогами, які становлять істотну фізичну небезпеку.

Єдиним критерієм, що дозволить прокладати маршрути руху транспортних засобів при перевезенні небезпечних вантажів, є мінімальна ймовірність виникнення ДТП з окремим учасником дорожнього руху.

Дорожно-транспортна пригода є випадковою величиною, що залежить від багатьох факторів. У загальному випадку ймовірність є відношення кількості появи окремих випадків до загальної кількості проведених дослідів [1-5]

$$P(\Omega) = \frac{n}{N}, \quad (1)$$

де  $n$  – кількість появи випадків  $\Omega$ ;  $N$  – загальна кількість дослідів.

Залежність (1) можна застосовувати для визначення ймовірності виникнення ДТП

$$P_{\text{ДТП}} = \frac{n_{\text{ДТП}}}{N}, \quad (2)$$

де  $n_{\text{ДТП}}$  – кількість транспортних засобів, що потрапили в ДТП;  $N$  – загальна кількість транспортних засобів.

Визначена таким чином ймовірність має статистичний розподіл, адже вона не враховує період часу, протягом якого були скоєні ДТП.

Аналізуючи існуючі підходи до визначення розподілу випадкових величин, виявлено розподіл їх на дискретні та безперервні.

Відмінністю є кінцева кількість можливих значень для дискретних і безкінечною кількістю для безперервних випадкових величин.

До основних дискретних розподілів випадкових величин відносяться [2, 4]:

- 1) розподіл Пуассона

$$P(k) = \frac{a^k}{k!} \cdot e^{-a}, \quad (3)$$

де  $a$  – параметр закону Пуассона;

2) біноміальний розподіл

$$P(k) = \frac{h!}{k!(h-k)!} \cdot p^k \cdot (1-p)^{h-k}, \quad (4)$$

де  $h, k$  – відповідно кількість незалежних та успішних дослідів;

3) геометричний розподіл

$$P(k) = (1-p)^{k-1} \cdot p. \quad (5)$$

До основних безперервних розподілів випадкових величин відносяться [1-2, 5]:

1) нормальний розподіл (Гауса)

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (6)$$

де  $\mu$  – середнє значення випадкової величини;  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення;

2) розподіл Лапласа

$$f(x) = \frac{\alpha}{2} \cdot e^{-\alpha|x-\beta|}, \quad (7)$$

де  $\alpha$  – параметр масштабу;  $\beta$  – параметр зсуву;

3) гамма-розподіл

$$f(x) = x^{k-1} \frac{e^{-\frac{x}{\Theta}}}{\Theta^k \cdot \Gamma(k)}, \quad (8)$$

де  $k, \Theta$  – коефіцієнти масштабу;  $\Gamma(k)$  – гамма-функція Ейлера;

4) показниковий розподіл (експоненціальний)

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}, \quad (9)$$

де  $\lambda$  – параметр розподілу;

5) розподіл  $\chi$ -квадрат

$$f(x) = \frac{1}{2^{\frac{k}{2}} \cdot \Gamma\left(\frac{k}{2}\right)} \cdot x^{\frac{k}{2}-1} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}, \quad (10)$$

де  $k$  – число ступенів свободи;  $\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)$  – гамма-функція;

6) розподіл Стюдента

$$f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{k+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{k}{2}\right) \cdot \sqrt{k \cdot \pi}} \left(1 + \frac{x^2}{k}\right)^{-\frac{k+1}{2}}, \quad (11)$$

7) розподіл Релея

$$f(x) = \frac{x}{\sigma^2} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, \quad (12)$$

8) розподіл Вейбула

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} (x - x_{\min})^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{(x-x_{\min})^\alpha}{\beta}}, \quad (13)$$

де  $\alpha, \beta$  – параметр розподілу;

9) розподіл Максвелла

$$f(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{x^2}{\sigma_c^3} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma_c^2}}, \quad (14)$$

10) бета-розподіл

$$f(x) = \frac{\Gamma(\gamma + \eta)}{\Gamma(\gamma) \cdot \Gamma(\eta)} \cdot x^{\gamma-1} \cdot (1-x)^{\eta-1}, \quad (15)$$

де  $\gamma, \eta$  – параметр розподілу.

Для того, щоб визначити закон розподілу випадкових величин, необхідно:

- 1) представити експериментальні або статистичні дані (у вигляді ряду, гістограми або полігону);
- 2) визначити параметри закону розподілу;
- 3) виконати перевірку узгодженості теоретичних і статистичних розподілених величин за критеріями узгодженості;
- 4) побудувати графік теоретичної кривої розподілу.

Таким чином необхідно визначити фактори, що будуть впливати на ймовірність виникнення ДТП з окремим учасником дорожнього руху, отримати чисельні значення та побудувати функцію розподілу.

Отриману таким чином ймовірність застосувати як критерій побудови оптимального маршруту руху з пункту відправлення до пункту

прибуття.

Тому в подальшому необхідно визначити, якими методами можна вирішити задачу отримання оптимального маршруту.

1. Волошин Г.Я., Мартынов В.П., Романов А.Г. Анализ дорожно-транспортных происшествий. – М.: Транспорт, 1987. – 240 с.

2. Галушко В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте. – К.: Вища шк., 1976. – 232 с.

3. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1982. – 192 с.

4. Рябушкин Б.Т. Применение статистических методов в экономическом анализе и прогнозировании. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 75 с.

5. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука, 1979. – 496 с.

*Отримано 21.02.2012*

УДК 656 : 519.87 : 314

М.Є.КРИСТОПЧУК, канд. техн. наук

*Національний університет „Львівська політехніка”*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПОПИТУ НА ТРАНСПОРТНІ ПОСЛУГИ В ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ**

Розглянуто питання дослідження факторів формування попиту на транспортні послуги у приміському сполученні. Встановлено закономірності розподілу населення по території залежно від розміщення населених пунктів відносно обласного центру.

Рассмотрены вопросы исследования факторов формирования спроса на транспортные услуги в пригородном сообщении. Установлены закономерности распределения населения по территории в зависимости от размещения населенных пунктов относительно областного центра.

Results of research factors formation potential of transport services in the suburban message are resulted. Laws of distribution of the population on territory depending on accommodation of settlements concerning the regional center are established.

*Ключові слова:* транспортні послуги, приміське сполучення, закономірності розселення.

Проблема ефективного функціонування пасажирського автомобільного транспорту є важливою частиною комплексної програми соціального розвитку. Успішне її рішення залежить від ступеня досконалості й обґрунтованості системи перевізного процесу. Комплексні дослідження закономірностей формування ринку транспортних послуг базуються на дослідженнях процесів розселення та просторової самоорганізації населення, визначенні щільності транспортних зв'язків, вузлів зародження та погашення пасажиропотоків.

Критерії для оцінки ефективності функціонування транспортних систем докладно описано в роботі [1]. Методи проектування транспорт-