

Для забезпечення нормальної роботи стабілізаторів 11 і 12 тиску, необхідно, щоб тиск на виході стабілізаторів був меншим, ніж стабілізований тиск. Для цього сигналізатори тиску 15 і 16 попередньо настроюють на значення тиску, менше ніж стабілізований тиск на виходах дроселів 7 і 8. Як тільки тиск в одній із камер 13 і 14 досягне значення, на яке настроєні сигналізатори 15 і 16, реле перемикавання 17 відкриває запірні вентилі 19 і 20. На цьому цикл встановлення рівності ГДО закінчується.

### Висновки

Розглянуті пристрої дають змогу підбирати дроселі з рівними ГДО як на одному, так і на різних газах. На базі таких дроселів можна створювати синтезатори газових сумішей, в яких забезпечується однакова витрата компонентів газової суміші через всі дроселі, що дає змогу, з одного боку, розраховувати концентрації компонентів газової суміші через кількість дроселів в каналах компонентів, а з іншого – досягати високої точності задання концентрацій компонентів синтезованої суміші.

1. Березин А.С., Мочалкина О.Р. *Технология и конструирование интегральных микросхем.* – М., 1992.
2. Коллеров Д.К. *Метрологические основы газоанализи-*

*ческих измерений.* – М., 1967. 3. Ділай І.В. *Газодинамічні синтезатори для приготування сумішей заданого складу / Автореферат канд.дис.* Львів, 1994. 4. Коллеров Д.К. *Газоанализаторы. Проблемы практической метрологии.* – М., 1980. 5. Акцептована заявка Японії №57-34896. *Газозмішувальний пристрій.* – /Йосіо Кояма, Інагакі Таканорі/. – Jul.26, 1982. 6. Теплюх З.М., Ділай І.В. *Метрологічне забезпечення хроматографа контролю складу природного газу //Методи та прилади контролю якості.* Ів.-Франківськ, 2001, №7. 7. А.с. № 1760406 (СССР). *Способ подбора дросселей с равными газодинамическими сопротивлениями / Е.П.Пистун, З.Н.Теплюх, И.В.Дилай.* Опубл. в Б.И., 1992, №33. 8. А.с. № 1552864 (СССР). *Система для установления равенства газодинамических сопротивлений дросселей / Е.П.Пистун, З.Н.Теплюх, И.В.Дилай,* 1992, 9. Карандеев К.Б. *Специальные методы электрических измерений.* М.-Л., 1963. 10. *Отраслевой каталог на серийно выпускаемое и перспективное оборудование ЦНИИТЭИП приборостроения.* – М., 1980. Т.7, №10. 11. Brack G. *Technik der Automatisierungs Gerate.* Verlag Technik, Berlin, 1972. 12. *Каталог приладів фірми Fisher-Rosemount.* 13. А.с. № 911546 (СССР). *Устройство для калибровки пневматических резисторов.* /В.П.Дмитренко, А.Л.Колойденко. Опубл. в Б.И., 1982, №9. 14. А.с. № 23697 (НРБ). *Способ і пристрій для вимірювання пневматичного опору.* /Нягол Точев Манолов та інші. 1977. 15. Ferner V. *Grundlegende Aspekte der Niederdruckpneumatik, Teil 1. Regelungstechnik,* 1967.

УДК 621

## ОБҐРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗМЕНШЕННЯ АВАРІЙНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

© Любомир Сопільник, Олег Сало, 2002

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра "Метрологія, стандартизація та сертифікація",  
вул. С Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

*Наведено аналіз та показано шляхи вирішення проблеми зменшення аварійності дорожнього руху.*

*Приведено анализ и показаны пути решения проблемы уменьшения аварийности дорожного движения.*

*The analysis is adduced and the pathes of the solution of primary goals are rotined, which one result in decreasing an accident rate of road motion.*

Вирішення проблеми зменшення аварійності дорожнього руху залежить від:

– удосконалення реєстрації ДТП (дорожньо-транспортних пригод), підвищення оперативності та якості відповідних процедур;

– розробка експертних систем (ЕС) для аналізу аварійності дорожнього руху та удосконалення його організації;

– розробка математичної моделі (ММ), яка описуватиме оптимізацію зменшення аварійності дорожнього руху;

– вивчення стану шляхів, умов руху на них і використання отриманої інформації для аналізу ММ, формування прогнозів, а також планування відповідних заходів і нормативних документів;

– моніторинг та оцінка впливу автотранспорту на підвищення рівня забруднення довкілля.

Внаслідок функціонування ММ планується розробка та реалізація відповідних заходів щодо удосконалення організації дорожнього руху, методів для усунення недоліків, впровадження та реконструкції технічних засобів регулювання дорожнього руху. Увага повинна бути спрямована на виявлення аварійно-небезпечних ділянок та місць концентрації ДТП вулично-шляхової мережі, а також на виявлення місць з вичерпаною пропускною спроможністю та інших причин ускладнення умов руху транспорту й пішоходів.

Задача оптимізації зменшення аварійності дорожнього руху є центральною у відповідній ММ. Вона належить до багатофакторних задач [1], для розв'язання яких використовуємо дані про інтенсивність потоку автомобілів протягом доби (по годинах), отримані й усереднені при спостереженні та реєстрації ДТП у Львівській області за період 10.2000 р. – 01.2002 р.

Аварійний стан в автомобільному транспорті аналізується за допомогою оптимізаційної комп'ютерної програми, алгоритм якої розроблено на основі відомих підходів [2 – 4]. Розглянемо дві відповідні функції мети

$$M_1 = k_1 \cdot s_1 + k_2 \cdot v_2 + k_3 \cdot w_3, \quad M_2 = k_4 \cdot P_4 + k_5 \cdot Y_5 + k_6 \cdot Z_6, \quad (1)$$

де  $M_1$  – кількість аварій, яку потрібно мінімізувати;  $M_2$  – кількість працівників ДАІ, які контролюють безпеку руху;  $s_1 = 1/s_s$ ,  $s_s$  – вік водія;  $v_2 = 1/v_v$ ,  $v_v$  – стаж водія;  $w_3$  – час перебування водія за кермом перед скоєнням аварії;  $P_4$  – параметр, який характеризує розміщення небезпечної ділянки («а» – обласний центр; «б» – районний центр; «в» – села і дороги між населеними пунктами);  $Y_5$  – інтенсивність дорожнього руху;  $Z_6$  – параметр, який характеризує ділянки автомобільних шляхів з підвищеним фоном електромагнітного поля. Додатковими параметрами вважаємо:  $t$  – час аварії;  $G_1$  – параметр, який характеризує негативний результат аварії («а» – загинули люди, «б» – є поранені люди, «в» – розбита машина, «г» – нанесено матеріальну шкоду приватним особам або державі);  $G_2$  – день тижня,  $G_3$  – номер тижня в місяці ( $G_3 = 1, 2, 3, 4$ );  $G_4$  – номер місяця у році;  $G_5$  – вид покриття дороги;  $G_6$  – параметр, який характеризує вплив вібрації на водія (визначається часом експлуатації автомобіля, його технічним (комфортним) станом і станом поверхні дороги (зокрема і значенням параметра  $G_5$ );  $G_7$  – параметр,

який характеризує вплив шуму на водія (визначається аналогічно як для параметра  $G_6$  часом експлуатації автомобіля, його технічним (комфортним) станом і станом поверхні дороги (зокрема також значенням параметра  $G_5$ );  $G_8$  – атмосферний тиск;  $G_9$  – відносна вологість повітря;  $G_{10} = T$  – температура зовнішнього середовища.

Вважаємо, що параметри у співвідношенні (1)  $s_1$ ,  $v_2$ ,  $w_3$ ,  $P_4$ ,  $Y_5$ ,  $Z_6$  і коефіцієнти  $k_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ) залежать від набору  $G_j$  ( $j = 1, 2, \dots, 10$ ).

Для досягнення певного результату щодо зменшення кількості аварій бажано, щоб  $M_1$  і її складові були мінімальні, а  $M_2$  та її складові – максимальні. Що розуміється під максимізацією  $M_2$ ? Вважається, що це максимально можлива передислокація в просторі й часі працівників ДАІ, щоб вони могли контролювати небезпечні ділянки шляху (просторові, зокрема, в яких підвищений фон електромагнітного поля) і небезпечні проміжки часу (доби, тижня, місяця, пори року, всього року). Це зрозуміло з логічних міркувань.

Оскільки бажано забезпечити максимальне значення  $M_1$  і мінімальне  $M_2$ , то будується функція компромісу

$$M = k_5 \cdot M_1 + k_6 \cdot M_2. \quad (2)$$

У першому наближенні приймається значення вагових коефіцієнтів  $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k_5 = k_6 = 1$  і отримуються певні оптимальні значення параметрів.

Слід відзначити, що значення вагових коефіцієнтів можуть бути іншими. Їх значення потрібно вибирати, ґрунтуючись на потребах практики та інтуїції дослідника. У цьому напрямку бажано формувати експертні системи. Для знаходження функції  $M$  використано пакети програм [5–8].

Практично усі з перерахованих факторів належать до нерегульованих, тому поставити активний оптимізаційний експеримент не є можливим. Одним із прийнятних варіантів є одержання імовірнісної моделі, що описує вплив визначальних факторів на параметр оптимізації. Оптимальне співвідношення факторів може бути отримане в результаті математичного аналізу моделі на оптимум.

Однак проблема полягає в тому, що основні фактори, які впливають на параметр оптимізації, є нерегульованими, тому одержати на основі наявних даних статистично стійку математичну модель, що досить надійно описувала б досліджуваний процес, надзвичайно складно.

Розглянуто алгоритм отримання стійкої статистичної моделі, що ґрунтується на даних пасивного експерименту, які, як правило, недостатньо точно можна визначити у досліджуваному факторному просторі.

З математичного погляду необхідно одержати деяке уявлення про функцію компромісу (функцію відгуку):

$$M = f(X_1, X_2, \dots, X_k), \quad (3)$$

де  $M$  – водночас параметр процесу, що підлягає оптимізації ( $X_1, X_2, \dots, X_z = s_1, v_2, w_3, P_4, Y_5, Z_6$ );  $X_k$  – незалежні змінні ( $k = 1 \dots z$ ) (у цьому випадку для співвідношень (1) – (3)  $z = 6$ ).

Розглянуто загальний випадок, коли функція відгуку досліджується при неповному знанні і неповному поданні механізму досліджуваних явищ. Очевидно, що тоді аналітичне вираження функції відгуку невідоме. Тому доводиться обмежувати представлення функції відгуку поліномом. У вигляді поліномів записуються також коефіцієнти моделі (3) –  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k$ .

Для попередніх оцінок моделі (3) використовується, звичайно, метод найменших квадратів. Правомірність застосування методу найменших квадратів впливає з того, що рівняння (3), будучи фактично нелінійним, є лінійним за оцінками коефіцієнтів поліноміальної моделі.

Стійкість розв'язання системи рівнянь (3) залежить, насамперед, від властивостей відповідної інформаційної матриці. Принцип побудови, методика й властивості інформаційної матриці та матричного рівняння, яке відповідає (3), описані у [9]. Його вигляд:

$$[K] = [R^*R]^d [R^*] [N]. \quad (4)$$

де  $[K]$  – вектор коефіцієнтів поліноміальної моделі;  $[R]$  – матриця результатів обчислювального експерименту;  $[R^*R]^d$  – інформаційна матриця (символ (\*) указує, що відповідна матриця  $[R]$  транспонована);  $[N]$  – вектор значень функції відгуку, отриманих на основі експерименту, а також обчислювального експерименту;  $[D] = [R^*R]^d$  – дисперсійна матриця.

Алгоритм і програма генерації інформаційної матриці наведені у [10], а алгоритм і програма розв'язання одного з варіантів матричного рівняння (4) на макромові Matlab описані у [11].

Кількісну оцінку властивостей інформаційної матриці можна одержати за допомогою критеріїв оптимальності. Для розв'язання поставленої задачі використано два критерії оптимальності:  $D$ - і  $G$ -оптимальності [12,13].

За допомогою критерію  $D$ -оптимальності сформовано розрахункову математичну модель, що характеризується добрими прогностичними (інтерполяційними) властивостями. Експериментальним даним про стан дорожнього руху й кількість аварій, оптимальним за цим критерієм, відповідає найконструктивніший визначник інформаційної матриці.

На основі критерію  $G$ -оптимальності досягнуто найменшої величини максимальної дисперсії оцінки залежної змінної у досліджуваній області факторного простору. Критерій  $G$ -оптимальності вимагає максимальної точності оцінки залежної змінної, тобто застосування  $G$ -оптимального підходу дає експериментатору деяку гарантію, що в області визначення досліджуваних функціональних залежностей не виявиться зон, у яких точність оцінки функції компромісу  $M$  занадто низька.

Критерії  $D$ - і  $G$ -оптимальності еквівалентні між собою [14,15]. Для довільної точки факторного простору точність прогнозу залежить від матриці  $[D]$ . Оскільки результати аналізу ДТП належать до пасивного експерименту, то для оцінки прогностичних властивостей математичної моделі незалежно від результатів експерименту може бути застосоване поняття міри точності.

Використовуючи наведені залежності (1) – (4), сформульовано описовий алгоритм для забезпечення стійкості математичної моделі (1) – (4), який отримано на основі аналізу даних пасивного експерименту:

– *крок 1.* З одержаного набору даних вибираємо такий спектр точок, що відповідає хоча б наближено умові  $D$ -оптимальності.

– *крок 2.* Обчислено коефіцієнти апроксимуючого полінома.

– *крок 3.* Гіпотезу про адекватність моделі перевірено, порівнюючи розрахункові значення параметра оптимізації з контрольними значеннями, включеними у вихідні дані.

– *крок 4.* Уточнено критерій оптимальності.

– *крок 5.* Якщо гіпотеза про адекватність отриманої статистичної моделі не виконується, то підраховуються координати точки, у якій міра точності максимальна. З відкинутих на початковому етапі точок вибирається така, координати якої найбільше відповідають критеріальним співвідношенням.

– *крок 6.* Повторюються дії з кроку 2. Розрахунок припиняється тоді, коли приймається гіпотеза про адекватність отриманої моделі вихідним даним і не змінюється вигляд моделі при додаванні нових даних, підібраних із допомогою критеріальних співвідношень у вихідний план досліджень.

Оцінювати адекватність моделі вихідним даним варто, порівнюючи дисперсії відхилення розрахункових значень параметра оптимізації з вихідними значеннями, і дисперсії відхилення розрахункових значень параметра оптимізації із значеннями у точках, що не входять у план експерименту. Оцінку здійснюємо за критерієм Фідера [12,13].

Подальший етап пошуку оптимальних співвідношень між визначальними факторами виконується з використанням відомих оптимізаційних алгоритмів (градієнтних чи симплексних [14]) до отриманої моделі у вигляді багатofакторного полінома.

Отже, під час обчислювального експерименту при використанні даних пасивного експерименту для формування статистичних моделей, що описують зміну коефіцієнтів моделі (1)-(4) у часі, варто відмовитися від кількісного принципу збору даних. З наявного набору даних варто використовувати тільки такі точки, при яких визначник інформаційної матриці, що входить у матричне рівняння (4), буде максимальним. Тільки у такому разі розв'язок системи нормальних рівнянь буде стійким. Дані, що залишилися, можуть бути використані для перевірки гіпотези про адекватність отриманої статистичної моделі.

Подані вище задачі характеризуються великими обсягами інформації, просторовою локалізацією об'єктів і подій дорожнього руху, динамічністю зміни ситуації, складністю та формалізованістю правил прийняття рішень. Такі особливості відповідних проблем зумовлюють постійну актуальність вдосконалення засобів аналізу та прийняття рішень на основі широкого застосування комп'ютерних технологій на всіх етапах управління й організації дорожнього руху.

До останніх досягнень комп'ютерних технологій належать геоінформаційні системи та експертні системи (ЕС) прийняття рішень (ГІС) [15], які дають змогу вирішити проблему комп'ютерного картографування та картографічного (просторового) аналізу результатів інвентаризації стану шляхів [16], облаштування вулично-шляхової мережі, місць скоєння ДТП, виявлення місць та ділянок концентрації ДТП, динаміку транспортних потоків, об'єктів, які впливають на умови дорожнього руху (місць праці, масового відпочинку, зупинок транспорту загального користування, стоянок транспортних засобів, станцій технічного обслуговування тощо). Це досягається завдяки наявності в ГІС картографічної бази даних (цифрових карт) території міста та вулично-шляхової мережі, можливості встановлення інформаційних та просторових зв'язків традиційних баз фактографічних даних про об'єкти та події дорожнього руху з картографічними даними.

Експертні системи (ЕС), на відміну від традиційних інформаційних систем, основу яких складають бази даних (технологія даних), використовують бази знань або технологію знань. Технологія даних дає змогу накопичувати, систематизувати, поновлювати та видавати дані користувачам у необхідній формі або

обробляти їх за наперед заданими строго формалізованими правилами. Технологія знань базується на концепції моделювання інтелектуальної діяльності людини та забезпечує не тільки накопичення фактів (даних), але й накопичення та застосування інформації про структурні і змістові (семантичні) зв'язки між об'єктами та фактами, а також про правила логічного висновку, тобто породження нових фактів і обґрунтування рішень.

Безперечно, дані та структура бази даних певною мірою відображають знання про предметну галузь, склад та структуру її об'єктів. Але знання як об'єкт комп'ютеризації визначаються своїми специфічними ознаками, які відрізняють їх від даних, а саме [17]: а) внутрішня інтерпретованість; б) структурованість; в) зв'язність; г) активність. Дві перші ознаки характерні для баз даних. Для третьої ознаки – зв'язності – практично неможливо знайти аналоги у базах даних, оскільки знання зв'язані відносно закономірностей фактів, процесів, явищ та причинно-наслідкових відношень між ними.

Активність знань у традиційних системах реалізується через програми, оскільки дані пасивно зберігаються у базах даних, а нові факти і дані породжують програми. Бази знань передбачають наявність таких механізмів, які забезпечують ЕС певною мірою пізнавальну активність. Наприклад, виявлення протиріч в знаннях стимулює їх подолання та появу нових знань, що потребують поповнення.

Для подання знань у комп'ютерних системах застосовують відповідні моделі та мовні засоби, серед яких найпоширеніші засоби п'яти типів [17,18]: мови (моделі) семантичних мереж, системи фреймів, логічні мови (моделі), продукційні системи, діагностичні моделі.

Практично всі моделі поділяються на екстенсіональні та інтенсіональні [19]. Екстенсіональні моделі описують конкретні знання про об'єкти, вони враховують стан конкретних об'єктів предметної області. Інтенсіональна модель містить інтенсіональні знання на основі абстрактних об'єктів (класів, прототипів, еталонів) та відношень між ними, тобто містить узагальнене уявлення певного класу об'єктів і відношень. Наприклад, поняття "легковий автомобіль" з похідними елементами "кузов", "двигун", "управління" тощо буде інтенсіоналом щодо множини екстенсіоналів – марок легкових автомашин ("ЗАЗ", "ВАЗ", "МЕРСЕДЕС" тощо) з їх конкретними характеристиками.

Для побудови проблемно-орієнтованих систем уявлення знань поширені фреймові моделі [19]. Термін "фрейм" (від англійського "рамка") асоціюється з уяв-

ленням про предмети, об'єкти, стереотипні ситуації, яке завжди обрамлено (обмежено) певними характеристиками та властивостями об'єкта чи ситуації. Кожному об'єкту (ситуації) ставиться у відповідність формальна конструкція – "фрейм", а кожній характеристиці, властивості об'єкта – одне поле (слот) фрейма. Фрейми інколи поділяють на дві групи – фрейми-образи і рольові фрейми. У рольових фреймах як імена слотів виступають запитання, відповіді на які є значеннями слотів. Якщо слоти фрейма не містять конкретних значень, то фрейм називають прототипом, еталоном, формуляром, фреймом-інтенсіоналом або просто фреймом. Фрейми з конкретними значеннями слотів називають фреймами-прикладми, фреймами-примірниками.

В узагальненому випадку фрейм містить як інформаційні, так і процедурні слоти, які забезпечують перетворення інформації всередині фрейма і його зв'язки з іншими фреймами. Значенням слота може бути ім'я іншого фрейма. Слоти можуть заповнюватися в процесі активізації за заданими правилами або функціональними (логічними) умовами. Заповнювачем слота може бути інший фрейм. Отже, відповідну модель уявлення знань можна розглядати як мережу фреймів, динамічно зв'язаних за допомогою спеціальних засобів опису та механізмів обробки. Розширені формалізми фреймів включають слоти, які визначають довірчий інтервал значень і правила розрахунку значень, тобто виявлення необхідних фактів та правил (функціональні залежності, логічні вирази) виведення значення.

Експертна система (ЕС) включає базу знань, розрахунковий блок, підсистему взаємодії з користувачами, підсистему пояснення та підсистему нагромадження знань.

Можна виділити три групи користувачів ЕС:

- експерт – кваліфікований фахівець, досвід та знання якого набагато більші за знання й досвід кінцевого користувача;

- системний аналітик знань, який має спеціальну підготовку в галузі моделювання знань та володіє мовами опису знань;

- кінцевий користувач – фахівець-непрограміст, який використовує ЕС у своїй роботі.

З експертною системою на етапі наповнення знань працюють системний аналітик знань та експерт, а на етапі експлуатації – кінцевий користувач.

Знання другого роду – емпіричні правила та факти, які, як правило, не публікуються, але які дають можливість досвідченому експерту ефективно приймати рішення навіть за умов неповних або суперечливих вихідних даних.

Знання для ЕС нагромаджуються у базі знань, в якій умовно можна виділити інтенсіональну та екстенсіональну (базу даних) частини. Для експертної ГІС в обох частинах виділяються знання географічного змісту. В інтенсіональній частині – це правила визначення просторових відношень між об'єктами. Для екстенсіональної частини – це фіксація відповідних просторових відношень між конкретними об'єктами та конкретними параметрами. Важливим є встановлення факту цих відношень.

У базі знань виділяють декларативні та процедурні знання, які створюються в результаті роботи процедур (логічних алгоритмів, програм, перетворень) над фактами як вихідними даними. До узагальненої структури бази знань експертної ГІС входять:

- картографічна база даних; – базові процедури інструментальної ГІС; – база знань про базові об'єкти у вигляді фреймів-еталонів первинних об'єктів і стандартних ситуацій; – база знань стратегій збору первинних фактів з відповідними процедурними знаннями статистичних методів та базових розрахункових функцій; – база знань (фреймів-еталонів) стратегій моделювання ситуацій та прийняття рішень з відповідними процедурними знаннями базових методів моделювання; – база похідних фактів як результатів моделювання; – процедурні знання для формування звітів, рекомендацій, тематичного картографування та документування.

Підкреслюється наявність в ЕС геоінформаційної компоненти та особливості виявлення просторово-топологічних відношень між об'єктами та явищами. Ці відношення можуть виявлятися в процесі появи відповідного об'єкта. Наприклад, реєстрація нового ДТП приведе до появи відповідного фрейма про ДТП, який, своєю чергою, активізує встановлення просторового відношення з місцем (ділянкою) скоєння ДТП та можливим породженням нового фрейма для реєстрації нової ділянки концентрації ДТП. Можлива зміна рівня небезпечності уже існуючої ділянки концентрації ДТП, якщо реєстрація нового ДТП підвищує відповідний коефіцієнт існуючої ділянки шляху. Просторові відношення наведеного типу фіксуються в екстенсіональній базі знань та існують протягом деякого часу. Друга стратегія встановлення просторових відношень ініціалізується фреймами аналізу певної ситуації. Знання про ці відношення зберігаються в оперативній пам'яті тільки під час прийняття рішення і можуть не фіксуватися в екстенсіональній базі знань. Це пояснюється динамічним характером параметрів для виявлення просторових відношень, які залежать від ситуації, що моделюється.

Важливе значення в експертних системах має підсистема пояснень або обґрунтувань, яка властива тільки діалоговим системам типу ЕС. Користувач за допомогою ЕС приймає відповідне рішення. Крім того, ця підсистема може видавати обґрунтування вибору рішень самою програмою, наводити факти та умови, за яких вони були прийняті. Подібна ситуація виникає, наприклад, при експертизі безпосередньо конкретного ДТП. Завдяки відповідним функціям ця частина підсистеми пояснень може бути розвинена під час експлуатації ЕС у самостійну підсистему (підсистему довіри).

Складність предметної області стосовно ДТП навіть за досить потужних можливостей сучасних комп'ютерних засобів і технологій робить проблемною реалізацію єдиної експертної системи прийняття рішень. Основним принципом практичної реалізації ЕС є створення часткових ЕС, орієнтованих на вузьку спеціалізацію.

Серед часткових ЕС виділено такі:

1) діагностична система виявлення та аналізу місць концентрації ДТП, яка містить базу знань для розробки стратегії виявлення ДТП на основі реєстрації ДТП та просторового аналізу їх місць розміщення, розробки рекомендацій щодо обстеження ДТП на основі наявних у базі знань фактів інвентаризації вулично-шляхової мережі та фреймів-еталонів таких рекомендацій;

2) прогностувальна ЕС для оцінки кількості ДТП при реальних або змодельованих змінах соціально-містобудівної та транспортної ситуації з можливістю виявлення (прогнозування) конфліктів між складом і станом дорожнього руху з врахуванням ситуації, яка аналізується;

3) ЕС для аналізу моделей критичних ситуацій;

4) проектно-планувальна ЕС для розробки й планування заходів щодо підвищення безпеки руху транспортних засобів та пішоходів на прогнозованих небезпечних ділянках вулично-шляхової мережі;

5) моніторингові експертні системи керування вулично-дорожнім рухом у реальному масштабі часу;

6) ЕС для побудови системи індикаторів ДТП і відповідно до індикаторів ДТП моніторингу фрагментів дорожньо-транспортних систем.

Впровадження у великих містах автоматизованих систем управління рухом міського транспорту загального користування на основі виконаних вимірювань, а також розвиток автоматизованих систем управління світлофорними об'єктами і комунальних систем інформаційних комунікацій дають змогу перевести в практичне русло реалізацію зменшення аварійності дорожнього руху.

Слід відзначити, що експертні системи не розробляються за традиційною схемою "замовник-виконавець" [20]. Річ у тім, що знання знаходяться саме у "замовника" і він за допомогою системного аналітика буде наповнювати ЕС конкретними знаннями, які розробляє "виконавець". Важливою для ЕС є наявність геоінформаційної компоненти у вигляді картографічної бази даних території регіону, геокодованих об'єктів за результатами інвентаризації вулично-дорожньої мережі.

Об'єднання ЕС-технології та технології знань забезпечує практичну реалізацію експертних систем управління дорожнім рухом як інструменту для ефективного використання інформаційних ресурсів, що створюються при реєстрації ДТП, а також при інвентаризації вулично-шляхової мережі. Завдяки експертним геоінформаційним системам названі інформаційні ресурси перетворюються зі звітно-статистичних в інструмент для прийняття управлінських рішень стосовно покращання організації дорожнього руху.

Інформаційне забезпечення дорожнього руху на сучасному етапі тісно пов'язано з використанням експертних систем [21]. Питання якості можуть мати відношення до відбору та передачі інформації в інтелектуальних транспортних системах (ІТС) [22].

ІТС включають різні технології: бортові пристрої з глобальними супутниковими системами радіовизначення і системами попередження зіткнень; дорожні відеокамери; багатопозиційні дорожні знаки; консультативний дорожній радіозв'язок. Основна перевага ІТС полягає в тому, що вони дають змогу підвищити ефективність поїздок та пропускну спроможність без будівництва нових автомобільних доріг. Наприклад, система регулювання руху на перехресті – так зване інтелектуальне перехрестя – дає змогу проаналізувати транспортний потік у реальному масштабі часу.

Із праць [23,24] використано методику інформаційного моделювання предметної області об'єктів на основі оцінки якості інформації в ІТС з використанням баз знань.

У пам'ять ЕОМ занесено прості масиви даних. Об'єми таких масивів, як правило, спочатку невеликі. Необхідно створити поряд з комп'ютеризованими базами даних і гнучкі системи керування ними, які б дали можливість накопичити великі обсяги інформації.

Оскільки інформація про загальний стан аварійності дорожнього руху характеризується широкою розгалуженістю, складною структурою, то інформаційні потоки повинні постійно нарощуватися у банках даних. Тому обмежено, зокрема, даними для Львівської області. Локальні бази даних, що створюються для

детального вивчення характеристик і критеріїв аварійного та безаварійного функціонування транспортних систем, повинні бути систематизовані й використані для формування необхідних знань. Ці знання потрібні для виконання відповідних робіт і виведення їх на якісно новий рівень.

Аналіз літературних даних та досвід роботи з інформацією [23, 24] у вигляді баз даних та баз знань свідчить, що якісною є інформація, яка використовується для прийняття керуючого рішення при оперативному управлінні в режимі реального часу, або потенційна інформація, яка може бути використана в поточному й перспективному управлінні.

Одним з основних критеріїв оцінки якості інформації є її актуальність. Актуальність є основною властивістю інформації, без якої функціонування інформаційної системи втрачає практичну цінність. Затримка в надходженні інформації до конкретного користувача призводить до втрати основної її властивості – цінності. Важливою якістю інформації є її повнота, яка зумовлена характеристиками реєстрації, збору й передачі даних. Точність інформації характеризує можливість відображення стану об'єкта без спотворення його значень і залежить як від технічних засобів реєстрації даних, так і від методів їх збору та підготовки. Але не всі дані, що перетворені в інформацію, однаковою мірою впливають на повноту і якість рішень, що приймаються. Тому повинно йти про таку кваліфікаційну ознаку інформації, як її корисність. Інформаційна система повинна мати такий обсяг даних, перетворення яких забезпечить користувачеві мінімум об'єктивно необхідної інформації для прийняття ефективних керуючих рішень [23].

Для перетворення даних в інформацію необхідна наявність таких елементів, як користувач, ціль, для реалізації якої потрібна конкретна інформація, й об'єкт управління. Отже, інформація проявляється в системі, яка є єдністю спостерігача, задачі й об'єкта.

У роботах стосовно аналізу аварійності дорожнього руху існує ряд проблем, де важливо встановити якість об'єкта і якість інформації про об'єкт. Надійна інформація і відповідні залежності особливо важливі для прогнозування стану на автомобільних шляхах у різні періоди (добу, місяця, року тощо).

Також важливою є інформація про фактори, які властиві людині як індивіду. Наприклад, у [25] відзначено, що по Україні за 1999 р. третину ДТП спричиняють водії, стаж яких не перевищує 2-х років, а половину ДТП спричиняють водії, стаж яких становить 5 років. Водночас при спостереженні та реєстрації ДТП у Львівській області за період 10.2000 р. – 01.2002 р. встановлено, що половину ДТП спричиняють водії, стаж яких становить 9,7 року, а середній вік водія, з ви-

ни якого відбулася ДТП, становить 33,6 року. На вирішення відповідних розбіжностей з врахуванням особливостей індивіда і спрямована модель (1) – (4).

1. Васильєва Л.В. *Анализ результатов многокритериальной оптимизации параметров технологических процессов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.* – Хмельницький: – 2001. – С. 491–493. 2. Шуп Т. *Решение инженерных задач на ЭВМ: практическое руководство.* – М., 1982. 3. Иванов В. В. *Методы вычислений на ЭВМ.* – К., 1982. 4. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. *Машинные методы математических вычислений.* – М., 1980. 5. Глинський Я.М. *Практикум з інформатики.* – Львів, 1998. 6. Дудзяний І.М. *Використання пакету Mathematica.* – Львів, 1997. 7. Дудзяний І.М., Прутула М.М. *Використання пакету Maple V Power Edition.* – Львів: 1999. 8. Дудзяний І.М. *Сучасні засоби розробки інформаційних систем. DELPHI – як середовище для розробки інформаційних систем.* – Львів, 1998. 9. Налимов В.В., Чернова Н.А. *Статистические методы планирования экстремальных экспериментов.* – М., 1965. 10. Цивин М. Н. *Формування розширеної матриці при апроксимації даних багатфакторного експерименту/Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Міжвід. наук.–техн. збірн.: вип. 58.* – 1999. С. 243–249. 11. Цивин М. Н. *Компьютерная реализация алгоритма для обработки данных многофакторного эксперимента // Вестник НТУУ – Сер.: Машиностроение: Том. 1: Вып. 58.* – К.: КПИ, 2000. – С. 263–267. 12. Налимов В. В. *Теория эксперимента.* – М., 1971. 13. Монтгомери Д. К. *Планирование эксперимента и анализ данных: М., 1981.* 14. Банди Б. *Методы оптимизации: М., 1988.* 15. Цветков В.Я. *Геоинформационные системы и технологии.* – М., 1998. 16. Дерех З.Д. *Склад та принципи побудови спеціалізованої геоінформаційної системи "Дорожньо-транспортна пригода" // Безпека дорожнього руху України, 1999. - № 3(4).* - С. 121-126. 17. Поспелов Г.С. *Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии.* – М.: 1998. 18. Сопільник Л. І. *Моделювання фрагментів інформаційних компонент системи безпеки // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. праць – К., 2001. – С. 114–120.* 19. *Разработка САПР: В 20 кн. Кн.: Проектирование баз данных САПР: Практ. пособие / О.М. Вейнеров, З.Н. Самохвалов. М., 1990.* 20. Нейкор К. *Как построить свою экспертную систему. М.* 21. Кунда Н. Т. *Інформаційне забезпечення дорожнього руху на сучасному етапі // Безпека дорожнього руху України: Науково-технічний вісник. – К., 2001. – № 1(9).* – С. 14 – 21. 22. Кунда Н. Т. *Напрямки та тенденції розвитку інформаційного забезпечення учасників дорожнього руху // Безпека дорожнього руху України: Науково-технічний вісник. – К., 2001. – № 2(10).* – С. 17 – 23. 23. Юрчишин В. М. *Оцінка якості інформації для опису нафтогазовидобувної предметної області // Методи та прилади контролю якості. – 2000. – № 5. – С. 40–42.* 24. *Проблемы обеспечения и оценки качества баз данных/Ф.И. Андон и др. Киев, 1994. – 40 с. (Препр. АН Украины. Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова).* 25. Репік І.А. *Рівень аварійності і стаж водія // Безпека дорожнього руху України: Науково-технічний вісник. – К., 2001. – № 2(10).* – С. 93 – 95.