ДОНЕЦЬКА АКАДЕМІЯ автомобільного транспорту

Вісник Донецької академії автомобільного транспорту

№ 1
2013

Науковий журнал

Засновник:
Донецька академія автомобільного транспорту

Видавець:
ПП «Рекламно-виробнича фірма «Молнія»
Адреса: вул. Октября, 22 а,
м. Донецьк, 83030
тел.: (062) 388-21-67

За достовірність фактів, цифр, точність імен та прізвищ несуть відповідальність автори статей

До журналу увійшли статті співробітників, аспірантів та докторантів Донецької академії автомобільного транспорту та інших навчальних закладів

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу

Видання виходить 4 рази на рік
Видається з січня 2004 року

Адреса редакції:
пр. Дзержинського, 7
м. Донецьк, 83086,
Тел. (062) 345-21-90
E-mail: nauka@diat.edu.ua
URL: journal.diat.edu.ua

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії автомобільного транспорту.
Протокол № 7 від 24.04.2013 р.

Редакційна колегія:

Головний редактор
Енглезі І.П., *ректор Академії, к.т.н.*

Заступник головного редактора
Макаров В.А., *д.т.н., доцент*

Члени редколегії:
Балабін І.В., *д.т.н., професор (Російська Федерація)*
Бєлов Ю.В., *к.т.н., доцент*
Бєлоусов В.В., *д.т.н., професор*
Бруннер Х., *д.т.н., професор (Німеччина)*
Вербицький В.Г., *д.ф.-м.н., професор*
Вовк Л.П., *д.т.н., професор*
Горожанкін С.А., *д.т.н., професор*
Доля В.К., *д.т.н., професор*
Загороднов М.І., *к.т.н., доцент*
Заренбін В.Г., *д.т.н., професор*
Кравченко О.П., *д.т.н., професор*
Макогон Б.П., *к.ф.-м.н., доцент*
Міротін Л.Б., *д.т.н., професор (Російська Федерація)*
Міщенко М.І., *д.т.н., професор*
Поліщук В.П., *д.т.н., професор*
Самородов В.Б., *д.т.н., професор*
Сахно В.П., *д.т.н., професор*
Сладковський О., *д.т.н., професор (Польща)*
Сунцов М.В., *д.х.н., професор*
Ткаченко В.П., *д.т.н., професор*
Федоров Є.Є., *д.т.н., доцент*
Хаханов В.І., *д.т.н., професор*

Відповідальний секретар
Гончарук В.Л.

Коректор
Задунайська О.В.

Технічний редактор
Руденко О.В.

ВІСНИК ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Науковий журнал

Засновник:

Донецька академія автомобільного транспорту

Видавець:
ПП «Рекламно-виробнича фірма «Молнія»
Адреса:
вул. Октября, 22 а,
м. Донецьк, 83030
Тел.: (062) 388-21-67
За достовірність фактів, цифр, точність імен та прізвищ несуть відповідальність автори статей.

У журнал увійшли статті співробітників, аспірантів та докторантів
Донецької академії автомобільного транспорту та інших навчальних закладів

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу

Видання виходить 4 рази на рік
Видається з січня 2004 року

Адреса редакції:
пр. Дзержинського, 7
м. Донецьк, 83086
Тел: (062) 345-21-90
E-mail: nauka@diat.edu.ua
URL: journal.diat.edu.ua

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії автомобільного транспорту
Протокол № 7 від 24.04.2013 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ № 15 936-4408 ПР від 02.12.2009 р., видане Міністерством юстиції України.
«Вісник Донецької академії автомобільного транспорту» включений до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (постанова президії ВАК України від 10 лютого 2010 р. № 1-05/1).

ISSN 2219-8180

Підписано до друку 24.04.2013 р. Формат 60 х 84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 6,75. Наклад 100 прим.

Віддруковано у друкарні ПП «Рекламно-видавнича фірма «Молнія»
Адреса:
вул. Октября, 22 а,
м. Донецьк, 83030
Тел.: (062) 388-21-67

© Вісник Донецької академії автомобільного транспорту, 2013

Зміст

Транспортні технології

Губенко В.К., Лямзин А.А., Помазков М.В. **Особенности транспортировки автосамосвалов большой грузоподъемности в ситилогистической среде**.....4

Бєлов Ю.В., Шевченко С.В., Толок О.В., Орехов А.Ю. **Підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби як специфічний вид діяльності з вирішення проблеми безпеки дорожнього руху в містах**.....11

Федоров Е.Е. **Численное исследование гласных звуков команд водителя посредством не-расширяющих равномерно непрерывных отображений на основе MFCC**.....19

Самісько Т.О. **Аналіз методів прогнозування параметрів мережі автомобільних доріг** 31

Лаврухін О.В., Доценко Ю.В., Віховська Л.Й. **Формування ситуаційної моделі при визначенні категорії поїздів на основі нечіткої логіки** 38

Майорова І.М. **Управління закупівлями автотранспортного підприємства на базі міжнародних стандартів** 46

Осипов В.О. **Порівняльний аналіз механічних властивостей світлоповертальних плівок для дорожніх знаків** 55

Могила І.А., Дяк М.А., Шварик І.Є. **Адаптивний алгоритм керування рухом на регульованому Т-подібному перехресті та його ефективність** 61

Красноштан О.М., Єфременко О.М., Сало М.М. **Інноваційні технології транспортного обслуговування, що застосовувались під час турніру УЄФА ЄВРО 2012** 69

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Цимбал С.В., Закорчевський А.В., Березовський Є.Е., Козак Р.О. **Перспективні тенденції розвитку поршневих ДВЗ і агрегатів на їхній базі**.....75

Сунцов А.Н. **Формула для оценки прыжкового механизма поверхностной проводимости носителей тока утечки в свечах зажигания**.....81

Надійність і довговічність механізмів і машин

Писанец А.А. **Диагностика неоднородных деталей транспортных средств цилиндрической формы** 87

Топчій Р.І. **Оцінювання залишкового моторесурсу броньованої колісної техніки в залежності від умов експлуатації шляхом впровадження енергетичних характеристик транспорту** 97

Автори номера.....104

Правила подання та оформлення статей 105

Порядок рецензування статей.....107

УДК 659.10

ГУБЕНКО В.К., д.т.н., профессор., ЛЯМЗИН А.А., к.т.н., доцент,
ПОМАЗКОВ М.В., к.т.н., доцент
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ АВТОСАМОСВАЛОВ БОЛЬШОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ В СИТИЛОГИСТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Приведены основные ситилогистические проблемы транспортного обслуживания автосамосвалов большой грузоподъемности. Предложен математический аппарат, позволяющий решать обозначенную проблему в ситилогистической среде.

Постановка проблемы

Поставки к месту работы в карьерах большегрузных самосвалов и их запасных узлов зачастую происходят с превышением габаритно-весовых характеристик нормативов, установленным по условиям безопасности движения по городским транспортным сетям. Так же доставка запасных узлов самосвалов, обеспечивающих их надежную работу, загружает транспортные коммуникации от производителей к месту их использования по сетям общего городского пользования с превышением габаритно-весовых параметров. В логистической системе перевозок транспортировка таких грузов усложняется необходимостью обеспечения правил дорожного движения и допустимых габаритных и весовых параметров, по территории которых пролегает маршрут движения. Необходимо получение специальных разрешений на провоз грузов по городским дорогам. Перечисленные факторы затрачивают муниципальные интересы организации дорожного движения в ситилогистической среде.

Анализ последних исследований

В настоящее время многие ведущие транспортные компании и муниципальные предприятия Европы и мира работают в области городской транспортной логистики, пытаясь усовершенствовать существующие системы грузовых перевозок. Разработка новых методов и усовершенствование имеющихся, позволяет получать эффект в мобильности, безопасности и экологичности и дает возможность ситилогистике находить новые решения для задачи маршрутизации транспортных средств в ситилогистической среде занимаются такие ученые [1,2,3].

В Украине ситилогистика начинает находить отражения в научных публикациях, а разработка методов решения задачи не получила должного развития [4,5].

Цель исследования

Разработка механизма решения проблемы транспортного обслуживания автосамосвалов большой грузоподъемности в ситилогистической среде.

Изложение основного материала исследования

Для цели исследования используются методы сити логистики. Сити логистика – научно-практическое направление, имеющее своим предметом совершенствование транспортно-логических схем и маршрутов перевозки грузов и пассажиров в условиях крупных городов [1,2,3,4].

Приведем ряд особенностей, с которыми сталкиваются перевозчики самосвалов к месту их работы и их комплектующих по городским транспортным сетям:

Проблема 1. Разработка технологий погрузки-разгрузки большегрузных автосамосвалов в морских и речных портах включает (рис.1):

– проведение строповочных операций в соответствии с существующим регламентом по проведению работ с большегрузной и крупногабаритной техникой;

– подъем большегрузных автосамосвалов с палубы судна с ограниченной скоростью подъема и ряд других операций;

– транспортировка от порта через городскую транспортную сеть.



Рис.1. Разгрузка большегрузных самосвалов с морского судна

Проблема 2. Габариты приближения городских строений и коммуникационных сооружений, ширина дорог слишком малы, поэтому проезд автопоезда с большегрузным автосамосвалом и его комплектующими, часто блокирует городские трассы (рис.2).



Рис.2. Дорожные условия и вписывание в габариты городских коммуникаций при перевозке кузова большегрузного автосамосвала

Проблема 3. Полотно дороги города не в состоянии выдержать нагрузку при перевозке крупногабаритных узлов большегрузных автосамосвалов (рис.3).



Рис.3. Дорожные условия при транспортировке на специальных автоплатформах комплектующих большегрузных автосамосвалов

Проблема 4. Высота груза не позволяет осуществить провоз под мостом (рис.4).



Рис. 4. Дорожные условия при прохождении большегрузного автосамосвала под мостом

Проблема 5. Высока вероятность аварийности при прохождении комплектующих большегрузных самосвалов и самих автосамосвалов по общегородским транспортным сетям (рис.5).



Рис. 5. Дорожные условия, приведшие к возникновению аварийной ситуации при выходе большегрузного автосамосвала на общегородские транспортные сети

Постановка задачи в рамках обозначенной проблемы связана со структуризацией исходной информации, анализом и формированием исходного множества условий ее решения, выбором показателя и критерия эффективности (рис.6).

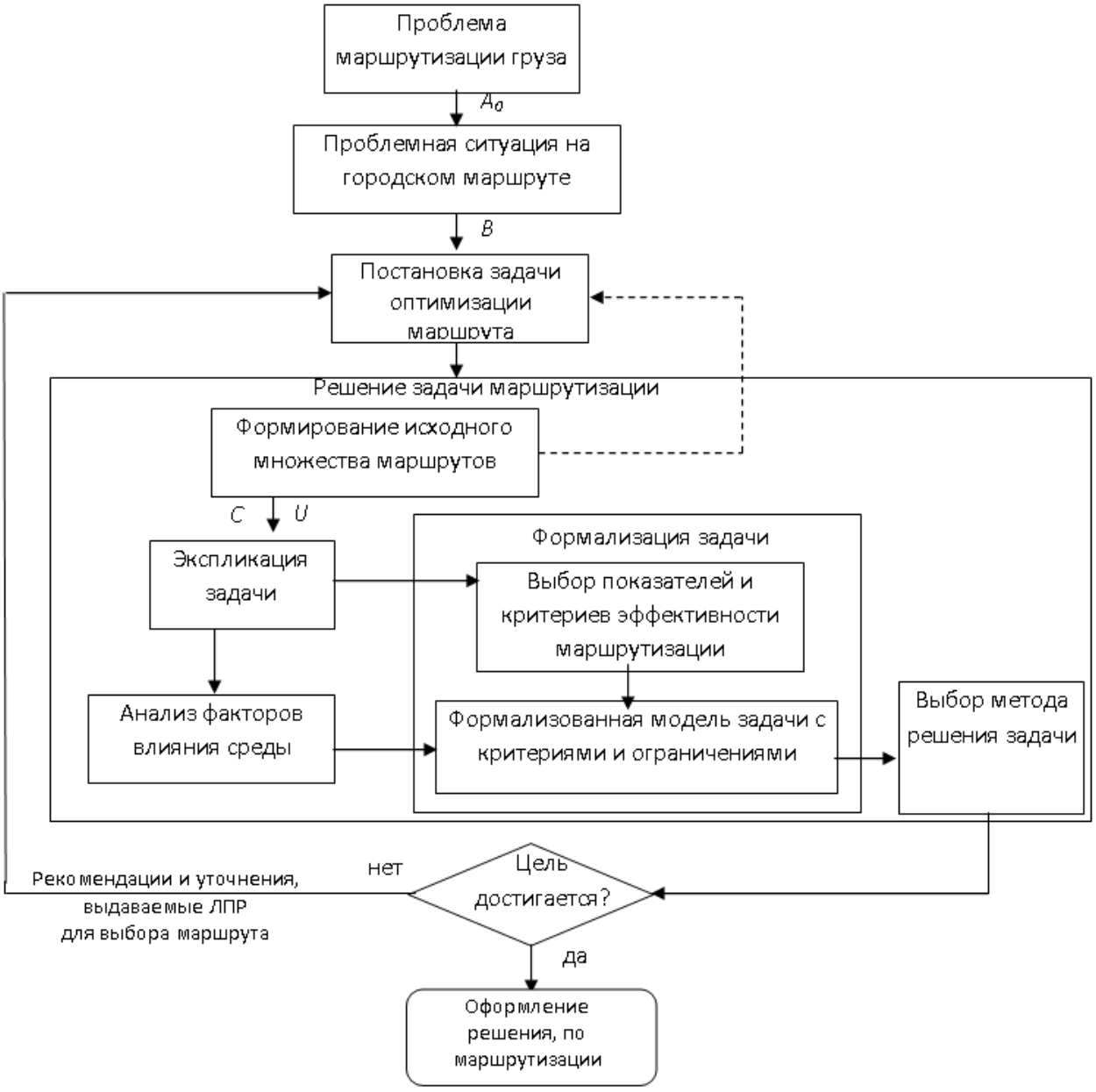


Рис.6. Методическая схема принятия решения при маршрутизации исследуемых грузопотоков

A_0 – цель принятия решения; B – варианты ситуаций;
C – имеющиеся в наличии ресурсы системы маршрутизации; U – подходы (способы) решения задачи и управления грузовыми потоками (комплектующие);
Λ – определенные и неопределенные факторы, учитываемые в решении задачи;
Ψ – модель «результат-показатель»; W – показатель эффективности решаемой задачи;
ρ – модель предпочтений лица принимающего решение – ЛПР (выбор рабочей идеи, критериев, ограничений).

Следующий этап решения задачи связан с формированием модели операции (ситуации) и получением оценок эффективности по результатам моделирования. Этап анализа результатов предполагает решение задачи выбора на основе сформированного критерия эффективности.

Маршрутизация самосвалов и их узлов в условиях общегородских транспортных сетей осуществляется путем расчета матрицы кратчайших расстояний между отдельными ее узлами. Так как общегородская транспортная сеть может состоять из множества узлов, поэтому целесообразно для решения поставленной задачи использование метода неплотной длины очереди [6]. Преимуществом данного метода является минимальное время расчета при высокой точности. Матрица кратчайших расстояний определяется с учетом ограничений маневров, которые существуют в общегородской транспортной сети.

Расчет матрицы кратчайших расстояний выполняется по одному из трех критериев оптимизации функционирования сети:

$$\sum_{i=1}^{m} C_{mpi} \to min \ , \quad \sum_{i=1}^{m} T_{\text{i}} \to min \ , \quad \sum_{i=1}^{m} L_{\text{i}} \to min \, , \tag{1}$$

где C_{mpi} – транспортные затраты на проезд транспортным средством i-ой дуги сети, грн.;

m – количество дуг сети, которые составляют городскую трассу маршрута движения от одного узла к другому;

L_i – длина i-ой дуги сети, км;

T_i – время движения транспортных средств по i-ой дуге сети, ч.

Для прогнозирования характеристик грузопотоков в условиях общегородских транспортных сетей необходимо ответить на вопросы: сколько и по каким городским дорогам будут совершаться передвижения. Ответив на этот вопрос можно определить загрузку любого элемента общегородской сети.

Неотъемлемой задачей расчёта характеристик городских транспортных потоков, включающих в свою структуру грузопотоки самосвалов и их узлов, является определение межузловых корреспонденций, корреспонденций по общегородской транспортной сети. Это означает, что для каждой пары районов необходимо предсказать, по каким путям будут осуществляться передвижения, и сколько участников движения будет использовать тот или иной путь.

Для решения используется гравитационная модель прогнозирования корреспонденций в транспортной сети [7,8,9]. Исходными данными для расчета матрицы корреспонденций являются объемы образования и поглощения транспортных потоков в узлах сети, характеристики сети, и также результаты расчетов матрицы кратчайших расстояний.

Корреспонденция из узла i к узлу j рассчитывается по формуле:

$$H_{ij} = HO_i \cdot \frac{HP_j \cdot D_{ij} \cdot K_j}{\sum_{i=1}^{n} HP_j \cdot D_{ij} \cdot K_j}, \tag{2}$$

где HO_i – объем отправлений из i-го узла, ед/ч;

HP_j – объем прибытия в j-й узел, ед/ч;

D_{ij} – функция тяготения между i-м и j-м узлами;

K_j – балансировочный коэффициент;

n – количество узлов транспортной сети.

Функция тяготения между узлами сети в зависимости от критерия оптимизации определяется по формулам:

$$D_{ij} = \frac{1}{L_{ij}}, \quad D_{ij} = \frac{1}{C_{ij}}, \; D_{ij} = \frac{1}{T_{ij}}, \tag{3}$$

где L_{ij} – расстояние между узлами i и j;

C_{ij} – транспортные затраты на проезд транспортным средством между узлами i и j;

T_{ij} – время движения транспортных средств между узлами i и j.

После распределения всех корреспонденций отдельных звеньев общегородской транспортной сети определяются параметры функционирования транспортной сети в целом.

Алгоритм расчёта рациональных характеристик транспортных потоков показан на рис.7 [10].

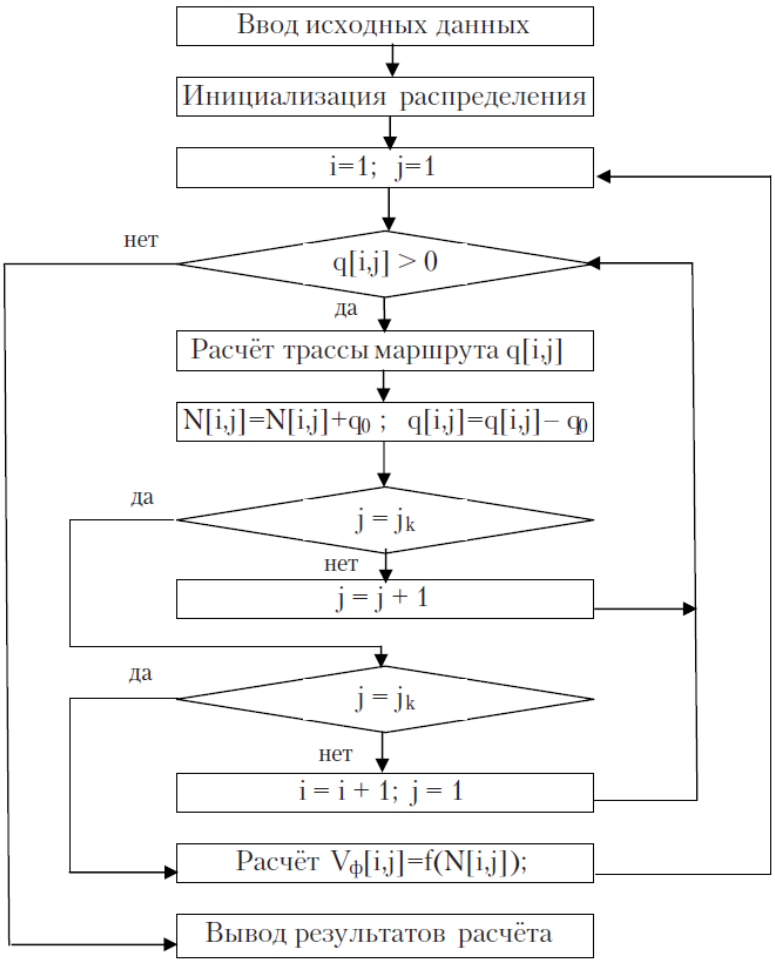


Рис.7. Алгоритм расчёта рациональных характеристик транспортных потоков

Его реализация предусматривает итерационное распределение корреспонденций q[i,j] из всех узлов образования потоков i во все узлы поглощения потоков j по дугам сети по кратчайшим расстояниям небольшими порциями q_{min} [11].

После распределения очередной порции корреспонденций q_{min} из каждого узла i во все узлы j и расчета интенсивности движения N[i,j] по всем дугам сети, производится пересчет скорости потоков $V_ф$[i,j] и времени движения $T_ф$[i,j] между узлами i и j. Данные характеристики движения определяются в зависимости от текущего значения интенсивности движения на всех дугах сети. Для этого используется математическая модель, описанная в работе [12]. Перебор узлов производится в диапазонах: i=1..ik; j=1..jk (ik и jk – соответственно конечные узлы образования и поглощения потоков). Итерации продолжаются до тех пор, пока не будут распределены все корреспонденции [11].

Распределение транспортных потоков по дугам транспортной сети осуществляется на основе матрицы кратчайших расстояний и матрицы корреспонденций, по одному из трех приведенных критериев.

При этом учитывается интенсивность, скорость потока и время движения по дугам, которые взаимозависимы. Поэтому распределение потоков сопровождается перерасчетом характеристик движения по описанной ранее модели.

Выводы

Предложенная схема решения проблемы транспортного обслуживания автосамосвалов большой грузоподъемности в ситилогистической среде и предлагаемый на ее основе алгоритм могут быть использованы при расчёте рациональных характеристик грузопотоков самосвалов и их узлов в крупномасштабных транспортных сетях таких городов, через которые проходят маршруты; что позволяет оценить последствия принятых решений, направленных на улучшение функционирования общегородской транспортной сети с учетом входящих в ее структуру промышленных грузопотоков.

Список литературы

1. Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada T.: Recent advances in modelling city logistics. 2nd International Conference on City logistics, Okinawa, Japan, 2001.

2. Zečević, S., Kilibarda, M., Tadić, S.: City logistika i robno transportni centri Beograda. Časopis Tehnika – separat Saobraćaj, br. 3, 2004.

3. Ewers, H.J.: Meinungen zur City-Logistik – Der Wissenschaftler: Nicht mit der Brechstange. U Der Handel, 1994.

4. Губенко В.К., Лямзин А.А. Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь: ПДТУ, 2009. – Вип. 19. – С. 271–275.

5. Губенко В.К. Логистика ресурсосберегающей технологии работы автосамосвалов в горно-металлургическом комплексе: Моногр:/ В.К. Губенко, А.А. Лямзин, М.В. Помазков. – ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет». – Мариуполь: 2012. – 220с.

6. Хомяк Я.В. Организация дорожного движения. – Киев: Высш. шк., 1986. – 271 с.

7. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. Новосибирск. «Наука», 2004 – 266 с.

8. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справочник. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

9. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением / Под ред. М.Я. Блинкина: Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.

10. Лобашов А.О., Бурко Д.Л.. Определение скорости движения транспортных потоков в городах // Коммунальное хозяйство городов: научн. – техн. сб. – К.: Техника, 2006. – Вип. 69. – С. 202–205.

11. Аникевич А.А., Грибов А.Б., Сурин С.С. Сменно-суточное планирование работы грузовых автомобилей на ЭВМ. – М.: Транспорт, 1976. – 152 с.

12. Лобашов А.О., Ву Дык Минь. Методика прогнозирования поведения транспортных потоков в городах // Вестник ХНАДУ. - Харьков: РИО ХНАДУ.- 2002.

Анотація. *Наведено основні сітілогістичні проблеми транспортного обслуговування автосамоскидів великої вантажопідйомності. Запропоновано математичний апарат, що дозволяє вирішувати позначену проблему в сітілогістичному середовищі.*

Abstract. *The main city logistics problems of transport service of dump trucks of big loading capacity are given. The mathematical apparatus, allowing to solve the designated problem in the city logistics environment is offered.*

Стаття надійшла до редакції 14.03.2013 р.

УДК 656.13.05

БЄЛОВ Ю.В., к.т.н., доц., ШЕВЧЕНКО С.В., асистент
Донецька академія автомобільного транспорту;
ТОЛОК О.В., к.т.н., доц., ОРЕХОВ А.Ю., магістрант,
Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «ДонНТУ»

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ І ДОРІГ У ТЕМНИЙ ПЕРІОД ДОБИ ЯК СПЕЦИФІЧНИЙ ВИД ДІЯЛЬНОСТІ З ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В МІСТАХ

У статті проведено аналіз існуючої практики й науково-методичного забезпечення підвищення безпеки дорожнього руху в містах у темний період доби. У результаті цього аналізу визначено об'єкт підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби як специфічного виду діяльності з вирішення проблеми безпеки дорожнього руху в містах.

Термінологічний словник з предмету дослідження

Оскільки дотепер ще не вироблена досить строга система термінів в області безпеки дорожнього руху, щоб уникнути розбіжностей у тлумаченні предмета цієї статті введемо ряд понять:

– підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби – це діяльність з вирішення проблеми безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби, основною метою якої є зниження значення рівня небезпеки руху на вулично-дорожній мережі (ВДМ) у темний період доби;

– рівень небезпеки руху на ВДМ у темний період доби – кількісна оцінка небезпеки руху на ВДМ у темний період доби в певній дорожній обстановці за певний період часу;

– темний період доби – проміжок часу між заходом і сходом Сонця; протягом цього часу Сонце перебуває нижче лінії горизонту.

З іншими термінами, що стосуються предмета цієї статті, читач може ознайомитися в роботі [1].

Постановка проблеми

Відомо, що в темний період доби скоюється чимала частина всіх ДТП (рис. 1) [2]. У темний період доби кількість ДТП з людськими жертвами у містах у 2,5 рази, а на позаміських дорогах у 3 рази більше, ніж у світлий період доби [3]. У Німеччині підраховано, що їзда вночі в 3,5 рази небезпечніша, ніж удень, а небезпека загинути в ДТП уночі зростає в 10 разів [4]. У Франції ймовірність виникнення ДТП уночі вдвічі більша і наслідки нічних ДТП втричі важчі у порівняння зі світлим періодом доби [4].

Більша частина ДТП від їх загальної кількості припадає на міста. Наприклад в Австрії в містах щорічно відбувається близько 61 % всіх ДТП в країні, в Канаді – 75 %, Франції – 65 %, Німеччині – 65 %, Угорщині – 69 %, Італії – 74 %, Японії – 73 %, Англії – 72 %, США – 65 %, Україні – 71 % [5]. На рис. 2 наведені результати дослідження аварійності в деяких містах Донецької області, які були отримані авторами цієї статті. Простежується тенденція, що зі зменшенням чисельності населення міста доля ДТП у темний період доби збільшується.

Наведені вище дані свідчать про те, що зменшення кількості ДТП у містах в темний період доби є основним потенціалом зниження загального рівня дорожньої аварійності в Україні.

Раніше ми визначилися, що підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби – це діяльність з вирішення проблеми безпеки руху на мережі міських ву-

лиць і доріг у темний період доби. А значить, як і для будь-якої іншої діяльності, необхідно мати уявлення про суб'єкт, об'єкт, мету і зміст цієї діяльності.

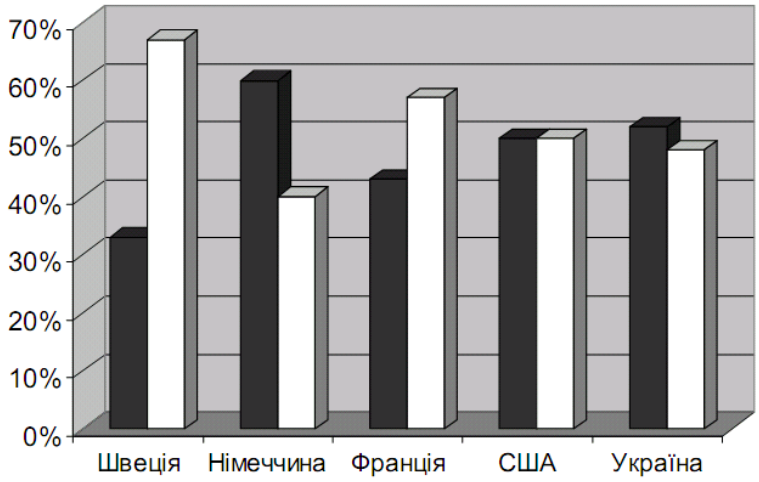
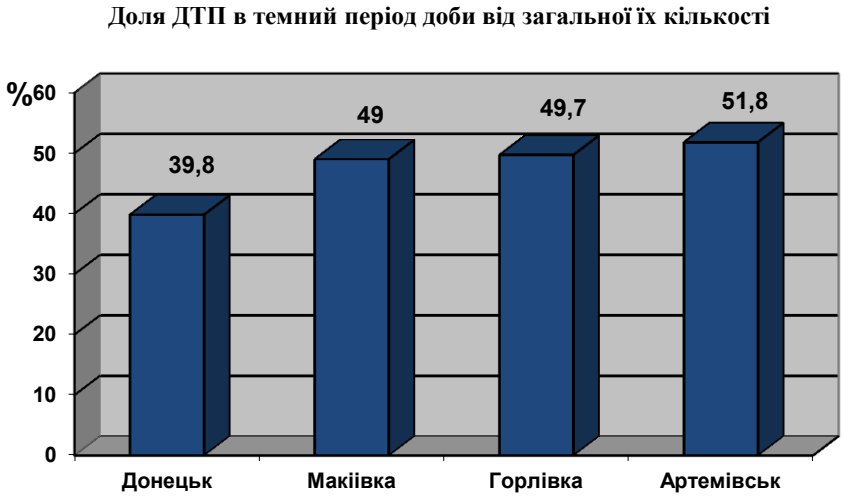


Рис. 1. Порівняння співвідношення кількості ДТП, що були скоєні в темний (темні стовпчики) і світлий (світлі стовпчики) періоди доби у деяких країнах світу



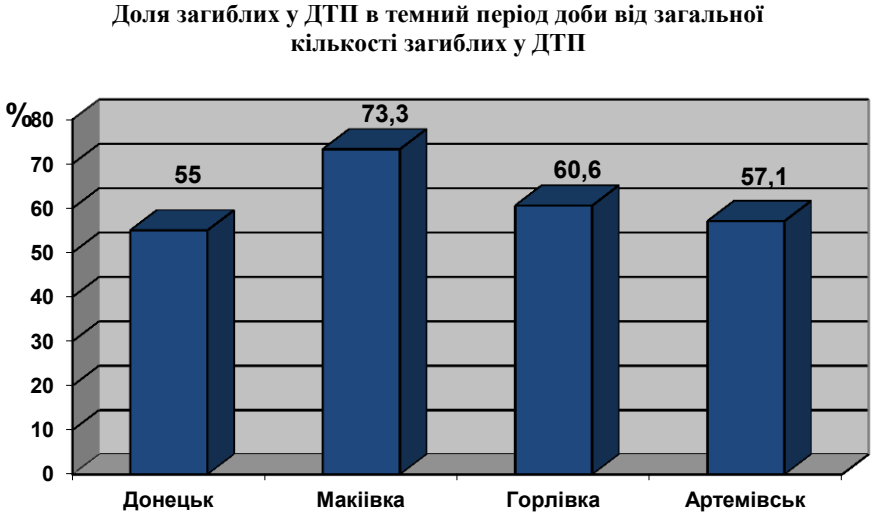


Рис. 2. Доля показників аварійності, що припадають на темний період доби

Мета статті

Визначити мету, суб'єкт і об'єкт підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби як специфічного виду діяльності з вирішення проблеми безпеки дорожнього руху в містах.

Основний розділ

Мета цієї діяльності виходить з визначення поняття «підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби» – це зниження значення рівня небезпеки руху на ВДМ у темний період доби.

Із суб'єктом теж все зрозуміло – це міська влада, яка відповідає за стан безпеки дорожнього руху в місті й виділяє ресурси для проведення відповідних заходів. Міська влада може делегувати свої повноваження у частині планування, проектування й реалізації заходів зі зниження значення рівня небезпеки руху на ВДМ у темний період доби організаціям, що мають ліцензію на виконання відповідних видів робіт.

Розберемося з об'єктом діяльності «підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби», тобто на що повинні бути спрямовані керуючі впливи міської влади для вирішення проблеми безпеки дорожнього руху (БДР) у місті у темний період доби.

Стан безпеки руху на ВДМ є результатом дорожнього руху, який можна розглядати як систему, що складається з таких елементів: учасники дорожнього руху (УДР), транспортні засоби (ТЗ), дорожня обстановка (ДО), які взаємодіють між собою по заданій технології, що встановлюється Правилами дорожнього руху (ПДР) (рис. 3). Крім перерахованих основних компонентів системи, її модель включає також зв'язки між ними й з навколишнім середовищем. Ці зв'язки зображені на рис. 3 у вигляді стрілок, а границі, що відокремлюють систему від зовнішнього середовища, окреслені пунктиром.

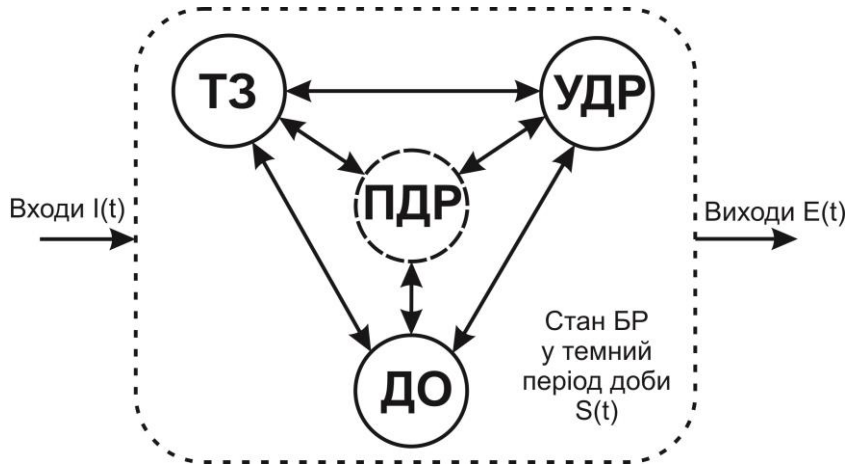


Рис. 3. Модель системи, що досліджується

I(t) *– вхідні впливи на систему (чисельність населення в місті, соціальне середовище, життєвий рівень населення, потреба населення в переміщеннях, рівень автомобілізації, система контролю й покарання за порушення вимог ПДР і інших нормативних актів, фінансові ресурси, що виділяються для вирішення проблеми БДР у місті);*

S(t) *– стан БДР у темний період доби (умовно безпечний, небезпечний [1]);*

E(t) *– вихідні впливи системи на зовнішнє середовище (усвідомлення населенням і визнання владою важливості проблеми безпеки дорожнього руху, збільшення фінансових ресурсів, що виділяються для вирішення проблеми БДР, конкретні врятовані людські життя, скорочення втрат від ДТП, підвищення якості життя населення).*

Розглянемо кожний компонент запропонованої системи на предмет того, який специфічний тільки для темного періоду доби практичний і науково-методичний інструментарій можливо використовувати для зниження значення рівня небезпеки руху на ВДМ у цей період доби.

Транспортні засоби. Цей компонент системи може розглядатися як об'єкт конструкторської розробки і як об'єкт експлуатації. Специфічним інструментарієм для зниження значення рівня небезпеки руху на ВДМ у темний період доби є вимоги до конструкції зовнішніх світлових приладів і правил їхньої експлуатації. Це область активних наукових досліджень із високим ступенем вивченості. Галузь-двигун досліджень – автомобільна промисловість.

Учасники дорожнього руху – особи, які беруть безпосередню участь у дорожньому русі як водії транспортних засобів, пішоходи, велосипедисти, пасажири й погоничі тварин.

Напрямками наукових досліджень цього компонента системи є вивчення психофізіологічних особливостей різних груп УДР. Що стосується темного періоду доби, то досить добре досліджені особливості зору людини в темний період доби, здатність розрізняти форму, розмір, колір об'єктів і відстань до них (область досліджень – медицина). А ось психологія поводження людини в темний час доби, причини й фактори, що сприяють прояві утоми людини у вигляді вповільнення рухів і зниження їхньої точності, є областю активних наукових досліджень, однак результати цих численних досліджень здебільшого є сумнівними (область досліджень – інженерна психологія, безпека життєдіяльності й охорона праці, соціологія).

Практичний інструментарій, специфічний для темного періоду доби, спрямований на: поліпшення видимості учасників дорожнього руху шляхом установлення в ПДР вимоги про носіння в темний час доби одягу зі світловідбиваючими елементами; формування навичок водіння автомобіля в темний період доби при підготовці водіїв; установлення норм праці й відпочинку професійних водіїв і т.д.

Дорожня обстановка – це сукупність факторів, що характеризують дорожні умови, у яких здійснюється рух, транспортний і пішохідний потоки. Дорожні умови – це сукупність транспортно-експлуатаційних та ергономічних характеристик дороги, її обладнання, технічних засобів регулювання дорожнього руху та інших факторів, які впливають на експлуатаційні власності, режим та безпеку руху.

Дослідженням впливу дорожніх умов і характеристик транспортних і пішохідних потоків на безпеку руху по ВДМ присвячені роботи багатьох вітчизняних та закордонних учених, наприклад: П.Г. Буги, Є.М. Лобанова, А.А Полякова, Х.Б. Рейхова, Є.О. Рейцена, Д.С. Самойлова, Ю.О. Ставничого, А.Е. Страментова, М.С. Фішельсона, В.В. Шештокаса. Отримані численні однофакторні й багатофакторні залежності (здебільшого шляхом обробки статистичних даних з використанням кореляційно-регресійного аналізу) і запропонований ряд методів оцінки небезпеки руху як на окремих ділянках вулиць, так і на ВДМ міста в цілому. Однак у цей час не встановлений ступінь впливу різних дорожніх факторів і характеристик транспортних і пішохідних потоків на кількість ДТП у темний час доби. Інакше кажучи, немає відповіді на питання: чи однаковий вплив роблять параметри ВДМ (або ділянки ВДМ), організація дорожнього руху й характеристики транспортних і пішохідних потоків на аварійність у світлий і в темний періоди доби?

При призначенні геометричних параметрів ВДМ, проектуванні ОДР особливості руху транспортних і пішохідних потоків на ВДМ у темний період доби не враховуються. Основні практичні заходи щодо вдосконалення ДО, специфічні для темного періоду доби, зводяться до поліпшення видимості елементів вулиці й технічних засобів ОДР (ТЗ ОДР): устрій стаціонарного освітлення проїзної частини вулиці й тротуарів, установка дорожніх знаків із внутрішнім підсвічуванням, застосування вставок розмічальних для поліпшення видимості розмітки в темний період доби, використання засобів оптичного орієнтування і т.д.

Оцінка впливу цих заходів на безпеку руху по ВДМ перебуває в стадії досліджень, які не можна назвати активними. Так, в Україні в останні 20 років проблемою безпеки руху при штучному освітленні вулиць займалися й займаються всього кілька людей [6-9]. У міжнародному масштабі дослідження в даному напрямку координує й узагальнює їхні результати Міжнародна Комісія з Освітлення (МКО).

За даними МКО, поліпшення якісних характеристик зовнішнього освітлення міст і доведення його до нормативних вимог дозволяє знизити кількість нічних ДТП від 14 до 53 %, кількість ДТП із пішоходами – на 40 %, а ДТП зі смертельним результатом – від 48 до 65 % [9]. Для різних країн ці показники можуть коливатися в той або інший бік.

Транспортні засоби – дорожня обстановка. Добре досліджена область. Взаємодія цих елементів описуються законами фізики або механіки. Результати таких досліджень послужили фундаментом для розробки норм проектування доріг. Якого-небудь специфічного для темного періоду доби практичного інструментарію нам виявити не вдалося.

Учасники дорожнього руху – транспортні засоби. Вивчення такої взаємодії спрямовано на компенсування можливих помилок людини шляхом впровадження яких-небудь технічних рішень в конструкцію чи обладнання транспортного засобу. Для прикладу наведемо два устрої, що мають стосунок до предмета цього дослідження:

1) автомобільний радіолокатор (Vehicle radar) – повинен попереджати водія про наближення до об'єкта й навіть втручатися в керування автомобілем для зниження ймовірності виникнення ДТП;

2) інфрачервона система нічного бачення (Infrared night vision system) – дозволяє розпізнавати в темний період доби малопомітні об'єкти на дорозі (пішоходів, велосипедистів), скануючи дорогу на відстань до 150 *м*. Система використовує два лазери далекого світла, що працюють у режимі інфрачервоного випромінювання. Відеокамера приймає відбиття променів лазерів від предметів і виводить зображення на дисплей (розташований на панелі приладів) або прямо на лобове скло. Інфрачервоне випромінювання невидиме для людини й не може осліплювати водіїв зустрічних автомобілів. Більше того, система здатна знижувати осліплюючий ефект від світла фар зустрічних автомобілів за допомогою спрямованих імпульсів інфрачервоного світла, що створюють невидимий екран перед автомобілем. Установка таких систем планується для дорогих марок легкових автомобілів, автобусів, автомобілів аварійних служб, таксі й вантажівок, що перевозять небезпечні вантажі.

Галузь-двигун подібних досліджень – автомобільна промисловість і електроніка.

Учасники дорожнього руху – дорожня обстановка. Дорожня обстановка визначає потенційний ризик ДТП. Тому суть вивчення взаємодії між цими двома елементами системи полягає в тому, щоб шляхом впливу на УДР компенсувати недоліки ДО або навпаки. Специфічними заходами для зниження небезпеки руху на ВДМ у темний час доби є: керування попитом на переміщення населення в темний період доби (наприклад, шляхом розосередження в часі початку й закінчення роботи підприємств міста), установлення режимів роботи зовнішнього освітлення в місті й на окремих ділянках ВДМ із використанням енергозберігаючих технологій, виділення небезпечних ділянок ВДМ у темний час доби з використанням «світлового коду» (наприклад, виділення місць концентрації ДТП із використанням освітлення в таких місцях із червоним відтінком) і т.д.

Це слабко вивчений напрямок наукових досліджень і практичної діяльності з вирішення проблеми БДР у темний період доби й перебуває за межами яких-небудь норм і стандартів. Тут потрібні знання з різних областей (містобудування, організація дорожнього руху, світлотехніка, психологія) і саме тут схований значний і нереалізований потенціал для підвищення БДР на ВДМ у темний період доби.

Правила Дорожнього Руху. Цей елемент є зовнішнім щодо системи, що аналізується. По своїй суті, ПДР – це технологія функціонування системи «УДР – ТЗ – ДО». Вони встановлюють

вимоги до учасників дорожнього руху, визначають норми їхнього поводження, відображають сучасні організаційні й технічні можливості попередження аварійності. У ПДР України встановлені вимоги до обладнання транспортного засобу й користування зовнішніми світловими приладами. У деяких країнах уводяться постійні обмеження швидкості руху в темний період доби, обов'язкове носіння пішоходами в темний період доби одягу зі світлоповертаючими елементами, забороняється водію під час вимушеної зупинки на дорозі в темну пору доби перебувати на проїзній частині дороги (вулиці) без сигнального жилета й т.п. Слід зазначити, що будь-яке нововведення в ПДР повинне бути обґрунтоване результатами серйозних наукових досліджень, а не просто запозичене як досвід інших країн. І такі дослідження повинні плануватися на рівні держави.

Підіб'ємо підсумок проведеного аналізу існуючої практики і науково-методичного забезпечення підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби як специфічного виду діяльності з вирішення проблеми безпеки дорожнього руху в містах (табл. 1).

Таблиця 1

Результати аналізу існуючої практики і науково-методичного забезпечення підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби

Елемент системи або взаємодія елементів	Галузь-двигун досліджень	Ступінь вивченості	Рівень управління
Транспортні засоби	автомобільна промисловість	область активних наукових досліджень із високим ступенем вивченості	міждержавний
Учасники дорожнього руху	1) медицина 2) інженерна психологія, соціологія, безпека життєдіяльності й охорона праці	1) добре досліджена область 2) область активних наукових досліджень із низьким ступенем вивченості	державний
Дорожня обстановка	містобудування, організація дорожнього руху, світлотехніка	не встановлений ступінь впливу різних дорожніх факторів і характеристик транспортних і пішохідних потоків на кількість ДТП у темний час доби	***міська влада***
Транспортні засоби – дорожня обстановка	автомобільна промисловість, галузь будівництва автомобільних доріг	добре досліджена область, закони фізики і механіки.	Якого-небудь специфічного для темного часу доби практичного інструментарію нам виявити не вдалося.
Учасники дорожнього руху – транспортні засоби	автомобільна промисловість і електроніка	область активних наукових досліджень із високим ступенем вивченості	міждержавний
Учасники дорожнього руху – дорожня обстановка.	містобудування, організація дорожнього руху, світлотехніка	мало досліджена область, стадія збору інформації й теоретичних обґрунтувань	***міська влада***

Таким чином, на рівні міської влади для вирішення проблеми БДР у місті в темний період доби можливо цілеспрямовано впливати на наступні складові системи «УДР-ТЗ-ДО»: «дорожня обстановка» і зв’язок «учасники дорожнього руху – дорожня обстановка». Тобто, ці складові є

об'єктом діяльності з підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби.

Як показав аналіз, існує досить багато способів впливу на перераховані вище складові системи, специфічні для темного періоду доби. Однак відсутність методології і недостатньопроороблена наукова основа застосування цих способів не дозволяє гарантувати кінцевий результат у вигляді зниження значення рівня небезпеки руху на ВДМ у темний період доби, що в існуючих умовах обмежених ресурсів стримує практичну реалізацію цих способів. Першим кроком на шляху формування такої наукової основи повинне стати створення процедури прийняття управлінських рішень у вигляді основних принципів, правил і методів підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби. По своїй суті, ці основні принципи, правила й методи прийняття рішень складуть зміст діяльності «підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби» і створять єдину онтологічну основу не тільки цієї діяльності, але й для проведення активних наукових досліджень в області вирішення проблеми БДР у містах у темний період доби. Все це обумовило формулювання задачі подальшого дослідження: обґрунтування та систематизація основних принципів, правил та методів підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби.

Висновки

Визначено мету, суб'єкт і об'єкт підвищення безпеки руху на мережі міських вулиць і доріг у темний період доби як специфічного виду діяльності з вирішення проблеми безпеки дорожнього руху в містах: мета діяльності - зниження значення рівня небезпеки руху на ВДМ у темний період доби; суб'єкт діяльності – міська влада; об'єкт діяльності – комплекс факторів, параметрів і показників, що характеризують дорожню обстановку і зв'язок «учасники дорожнього руху – дорожня обстановка» в рамках системи «учасники дорожнього руху – транспортні засоби – дорожня обстановка».

Список літератури

1. Рейцен Е.А. Развитие терминологии в области безопасности городского движения / Е.А. Рейцен, А.В. Толок // Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Донецьк: ООО «Цифровая типография», 2010. – С. 153 – 155.

2. Кужель В.П. Методика зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби : монографія / В.П. Кужель, А.А. Кашканов, В.А. Кашканов. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 200 с.

3. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учебник для вузов / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

4. Шештокас В.В. Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах / В.В. Шештокас, Д.С. Самойлов. – М.: Транспорт, 1987. – 2007 с.

5. Предупреждение дорожно-транспортного травматизма: перспективы здравоохранения в Европе / [Ф. Рачиоппи, Л. Эриксон, К. Тингвал, А. Вильявесес]. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2004. – 98 с.

6. Рейцен Е.А. Влияние наружного освещения на безопасность дорожного движения // Містобудування та територіальне планування. - №9. – К.: КНУБА, 2001. – С. 200 – 228.

7. Рейцен Е.А. Обеспечение безопасности дорожного движения в больших городах при искусственном освещении / Е.А. Рейцен, И.И. Казимирова // Проблемы больших городов. – Вып. 9. – М.: НДНТП, 1989. – 25 с.

8. Гончаренко Ф.П. Исследование влияния светотехнических характеристик дорожных покрытий и разметок на режимы движения в темное время суток. Автореф. дисс ... канд. техн. наук. – Киев, КАДИ, 1981. 19 с.

9. Гончар О.Л. Наружное освещение и безопасность дорожного движения / О.Л. Гончар, Е.А. Рейцен // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных

систем городов и зон их влияния: материалы VIII Междунар. (одинадцатой Екатеринбургской) науч.-практ. конф. / науч. ред. С.А. Ваксман. – Екатеринбург: Изд.-во Урал. гос. экон. ун-та, 2002. – С. 102 - 104.

Аннотация. *В статье проведен анализ существующей практики и научно-методического обеспечения повышения безопасности дорожного движения в городах в темный период суток. В результате этого анализа определен объект повышения безопасности движения на сети городских улиц и дорог в темный период суток как специфического вида деятельности по решению проблемы безопасности дорожного движения в городах.*

Abstract. *The article deals with the analysis of existing practices and scientific and methodical support of improving road safety in cities in the dark period of the day. As a result of this analysis, the object of improving safety on the city streets and roads network in the dark period of the day is defined as a specific type of activity to solve road safety problems in urban areas.*

Стаття надійшла до редакції 11.03.2013 р.

УДК 004

ФЕДОРОВ Е.Е. д.т.н., доцент,
Донецкая академия автомобильного транспорта

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛАСНЫХ ЗВУКОВ КОМАНД ВОДИТЕЛЯ ПОСРЕДСТВОМ НЕРАСШИРЯЮЩИХ РАВНОМЕРНО НЕПРЕРЫВНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ MFCC

В статье проводится численное исследование гласных звуков команд водителя посредством нерасширяющих равномерно непрерывных отображений, основанных на мел-частотных кепстральных коэффициентах (MFCC) для формирования вектора вещественных признаков и преобразовании вектора вещественных признаков к вектору целых признаков посредством нормирования, масштабирования и округления

Постановка проблемы

В настоящее время широкое распространение получают системы человеко-машинного общения, в частности для управления транспортными объектами. Важную роль в таких системах играет идентификация речевых команд. Для эффективной идентификации вербальных команд водителя принятие решений должно производиться с высоким быстродействием и высокой вероятностью. Параметры системы идентификации команд водителя определяются по результатам численного исследования.

Анализ последних исследований и публикаций

Существующие методы и модели распознавания речевых образов обычно основаны на скрытых марковских моделях (СММ), алгоритме динамического программирования DTW, и нейросетях и обладают одним или несколькими из перечисленных ниже недостатков [1-6]:

– длительность обучения;

– хранения большого количества эталонов звуков или слов, а также весовых коэффициентов;

– длительность распознавания;

– неудовлетворительная вероятность распознавания.

– необходимость большого количества обучающих данных.

С другой стороны в литературе обычно не проводятся исследования, связанные с определением множеств векторов значений признаков, относящихся к разным звукам речи. Это связано с тем, что обычно значения признаков являются непрерывными, хотя и ограниченными сверху и снизу. Таким образом, множества векторов признаков разных звуков являются несчетными.

Цель статьи

Для вербального управления транспортными объектами провести численное исследование гласных звуков речевых команд водителя посредством нерасширяющих равномерно непрерывных отображений, основанных на мел-частотных кепстральных коэффициентах (MFCC).

Структура нерасширяющих равномерно непрерывных отображений

В работе [7] были впервые введены нерасширяющие равномерно непрерывные отображения, действующие в компактных метрических пространствах образцов сигналов. В данной статье эти отображения используются с точки зрения преобразования и распознавания образцов звуков речи.

Нерасширяющее равномерно непрерывное отображение $\phi: S^N \to V^K$ соответствует функции формирования вектора признаков, т.е. отображает вектор целых значений дискретного сигнала $\mathbf{s} = (s_1,..., s_N)$, в вектор вещественных признаков $\mathbf{v} = (v_1,..., v_K)$, причем каждая компонента вектора $\mathbf{v}$ вычисляется как MFCC в виде

$$v_i = \phi_i(\mathbf{s}) = MFCC_{i-1}, i \in \overline{1, K},$$

где $MFCC_0 = \frac{1}{P}\sum_{i=1}^{P} E_i, MFCC_j = \sum_{i=1}^{P} E_i \cos\left(j(i-0.5)\pi / P\right), j \in \overline{1, K-1},$

$E_i = \lg\left(\sum_{k=k1_i}^{k2_i}\left(\sum_{m=0}^{N-1}(s_{m+1} - 2^{r_S}) w1(m) e^{-j(2\pi/N)km}\right)^2 w2(k)\right), i \in \overline{1, P}$ – логарифмированная энергия i-й мел-частотной полосы Фурье-спектра,

$w1(m) = 0.54 + 0.46\cos\frac{2\pi m}{N}$ – окно Хемминга,

$$w2(k) = \begin{cases} 0, & k < k1_i \\ \dfrac{k - k1_i}{\Delta k_i / 2}, & k1_i \le k \le k1_i + \Delta k_i / 2 \\ \dfrac{k2_i - k}{\Delta k_i / 2}, & k1_i + \Delta k_i / 2 \le k \le k2_i \\ 0, & k > k2_i \end{cases}$$ – треугольное окно,

P – количество мел-частотных полос спектра,

r_S – количество разрядов (бит) для одного значения сигнала,

$k1_i, k2_i$ – границы частотных диапазонов i-й полосы, $\Delta k_i = k2_i - k1_i$.

Нерасширяющее равномерно непрерывное отображение $\psi: V^K \to X^K$ соответствует функции нормирования, масштабирования и округления вектора вещественных признаков, т.е. отображает вектор вещественных признаков $\mathbf{v} = (v_1,..., v_K)$, в вектор целых признаков $\mathbf{x} = (x_1,..., x_K)$, причем каждая i-я компонента вектора $\mathbf{x}$ вычисляется в виде

$$x_i = \psi_i(\mathbf{v}) = \begin{cases} \left[\dfrac{v_i - \min\limits_{k\in\overline{1,K}} v_k}{\max\limits_{k\in\overline{1,K}} v_k - \min\limits_{k\in\overline{1,K}} v_k} \cdot \alpha\right], & \max\limits_{k\in\overline{1,K}} v_k > \min\limits_{k\in\overline{1,K}} v_k \\ 0. & \max\limits_{k\in\overline{1,K}} v_k = \min\limits_{k\in\overline{1,K}} v_k \end{cases}, i \in \overline{1, K},$$

где $\alpha \in \{2^{r_X - 1},..., 2^{r_X}\}$ – коэффициент масштаба,

[ ] – означает округление,

r_X – количество разрядов (бит) для одного значения признака.

Нерасширяющее равномерно непрерывное отображение $\varphi: X^K \to Y^M$ соответствует функции классификации вектора целых признаков, т.е. отображает вектор целых признаков $\mathbf{x} = (x_1,..., x_K)$ в номер класса образца звука речи, представленный булевым вектором с одной

ненулевой компонентой $\mathbf{y} = (y_1,...,y_M)$, причем каждая i-я компонента вектора $\mathbf{y}$ вычисляется в виде

$$y_i = \varphi_i(\mathbf{x}) = \begin{cases} 1, & \inf\limits_{\tilde{\mathbf{x}} \in X_i^K} \rho(\mathbf{x}, \tilde{\mathbf{x}}) = 0 \\ 0, & \inf\limits_{\tilde{\mathbf{x}} \in X_i^K} \rho(\mathbf{x}, \tilde{\mathbf{x}}) = 1 \end{cases}, i \in \overline{1, M}, \rho(\mathbf{x}, \tilde{\mathbf{x}}) = \begin{cases} 1, & d(\mathbf{x}, \tilde{\mathbf{x}}) \geq 0 \\ 0, & d(\mathbf{x}, \tilde{\mathbf{x}}) < 0 \end{cases}, d(\mathbf{x}, \tilde{\mathbf{x}}) = \sum_{k=1}^{K} |\mathbf{x}_k - \tilde{\mathbf{x}}_k|,$$

где X_i^K – класс эквивалентности, соответствующий i-му звуку речи.

Формирование областей гласных звуков в признаковом пространстве

Области гласных звуков речи в признаковом пространстве X^K формируются на основе обучающего множества образцов соответствующих звуков. В статье исследуются гласные звуки |и|, |у|, |о|, |а|, |о|, |а|, не содержащие переходных участков, на примере вербального управления прокатным станом. Параметры для нерасширяющих равномерно непрерывных отображений определены в работе [7] следующим образом: $K = 13, r_S = 8, r_X = 4, \alpha = 10$.

В табл.1 и на рис.1 приведены обучающие образцы звука |и| слова «включить» после выполнения нормирования, масштабирования и округления. Каждый образец представляет собой вектор признаков, вычисленный на основе логарифмированной меры контрастности. Область звука |и| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_u = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{2,3,4\}, x_2 \in \{2,4,5,6,7,8,9\}, x_3 \in \{6,7,8,9,10\}, x_4 \in \{9,10\},$$
$$x_5 \in \{8,9,10\}, x_6 \in \{0,1\}, x_7 \in \{7,8,9,10\}, x_8 \in \{0,1,2,3\}, x_9 \in \{6,7,8\},$$
$$x_{10} \in \{0,1,2,3,4,5\}, x_{11} \in \{3,4,5,6,7\}, x_{12} \in \{1,2,3,4\}, x_{13} \in \{6,7,8\}\}$$

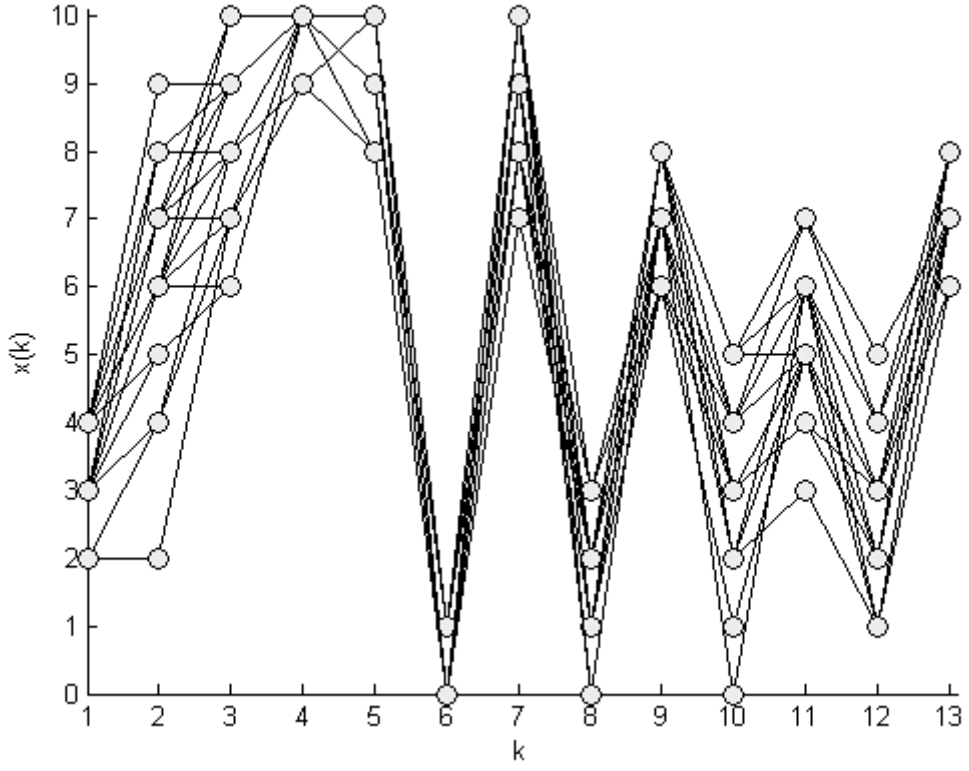


Рис. 1. Обучающие образцы звука |и| слова «включить»

Таблица 1

Обучающие образцы звука |и| слова «включить»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
1	2	2	7	10	8	0	7	2	6	1	5	1	6
2	2	4	8	10	10	1	8	3	7	0	6	1	7
3	3	4	7	10	9	0	9	2	8	4	6	3	7
4	3	5	6	10	9	0	9	2	7	2	3	1	6
5	3	6	6	10	10	0	9	2	7	3	4	2	7
6	3	6	7	10	10	0	8	1	7	2	5	3	8
7	3	6	7	10	10	0	8	3	7	3	5	2	7
8	3	6	8	10	8	0	8	2	7	3	4	3	7
9	3	6	8	10	10	0	10	1	7	4	6	3	7
10	3	6	9	10	9	0	10	1	8	3	5	3	7
11	3	6	10	10	10	0	10	2	8	5	6	3	8
12	3	7	7	10	9	0	8	1	7	3	5	3	7
13	3	7	7	9	8	0	10	1	6	3	5	2	7
14	3	7	8	9	10	0	10	3	7	2	5	3	7
15	3	7	8	10	9	0	10	1	7	3	5	3	6
16	3	7	8	10	9	0	10	1	7	4	5	3	7
17	3	7	8	10	9	0	10	1	8	3	5	3	7
18	3	7	9	10	10	0	10	2	7	4	5	3	7
19	3	7	9	10	9	1	9	0	7	4	6	3	7
20	3	7	10	10	9	0	10	1	7	3	5	3	8
21	3	8	8	10	10	0	10	1	8	2	6	2	8
22	3	8	9	10	10	0	10	2	7	4	5	2	8
23	3	8	9	10	9	1	10	0	7	3	5	3	7
24	4	5	6	10	10	0	9	2	8	5	7	5	7
25	4	6	7	10	10	0	10	2	7	4	6	3	7
26	4	7	8	10	10	0	10	2	8	4	6	4	7
27	4	7	8	10	10	0	9	2	8	4	6	4	7
28	4	7	8	9	10	0	10	3	6	4	5	3	8
29	4	7	8	10	9	0	10	2	8	5	5	3	7
30	4	7	9	10	9	0	10	2	7	3	5	3	8
31	4	8	8	10	10	0	10	2	8	3	5	3	7
32	4	9	9	10	10	0	10	2	7	4	7	4	8

В табл.2 и на рис.2 приведены обучающие образцы звука |у| слова «включить» после выполнения нормирования, масштабирования и округления. Каждый образец представляет собой вектор признаков, вычисленный на основе логарифмированной меры контрастности. Область звука |у| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_y = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{3,4,5\}, x_2 \in \{8,9,10\}, x_3 \in \{5,6,7,9,10\}, x_4 \in \{3,4,5,6,7,8\},$$
$$x_5 \in \{7,9,10\}, x_6 \in \{0,1,3\}, x_7 \in \{7,8,9,10\}, x_8 \in \{0,3,4,5\}, x_9 \in \{5,6,7,8,9\},$$
$$x_{10} \in \{1,2,3,4,5,6\}, x_{11} \in \{6,7,8\}, x_{12} \in \{3,4,5\}, x_{13} \in \{7,8\}\}$$

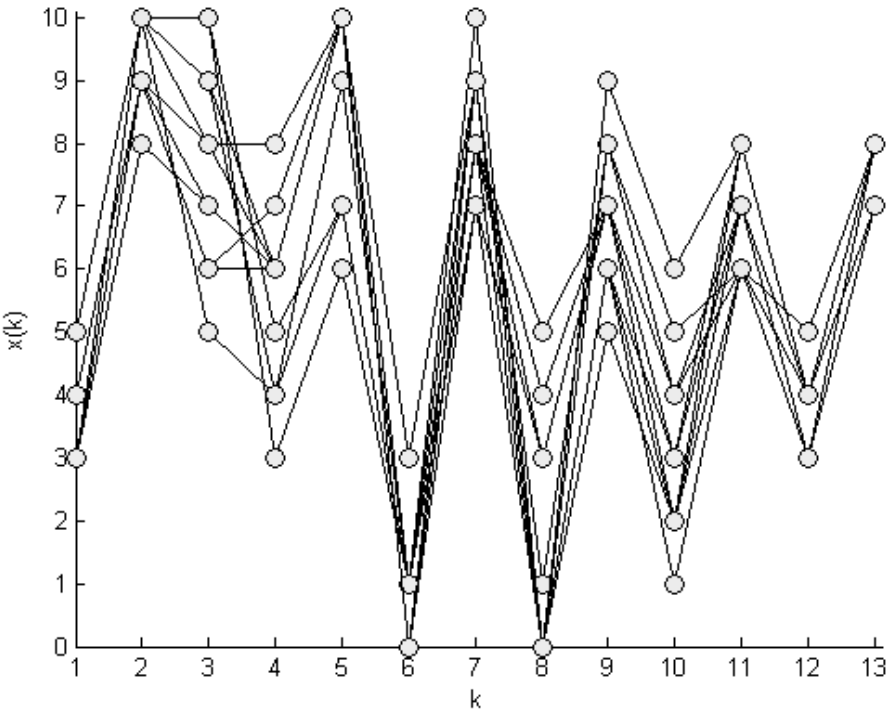


Рис. 2. Обучающие образцы звука |у| слова «включить»

Таблица 2

Обучающие образцы звука |у| слова «включить»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
1	3	8	7	6	10	0	8	5	7	2	8	4	7
2	3	9	7	6	10	0	7	3	7	3	7	4	7
3	3	10	5	4	9	1	7	0	6	3	7	3	7
4	3	10	9	4	7	1	9	0	5	2	7	4	7
5	3	10	9	6	10	0	9	1	8	5	6	3	8
6	3	10	10	3	6	1	8	0	6	2	6	4	7
7	3	10	10	5	7	1	10	0	6	1	6	5	8
8	4	9	6	7	10	0	8	4	7	4	7	4	8
9	4	9	6	6	10	1	8	0	8	4	6	3	7
10	4	9	8	6	10	0	8	3	7	3	8	4	8
11	5	10	8	8	10	3	9	0	9	6	8	4	8

В табл.3 и на рис.3 приведены обучающие образцы звука |о| слова «со» после выполнения нормирования, масштабирования и округления. Каждый образец представляет собой вектор признаков, вычисленный на основе логарифмированной меры контрастности. Область звука |о| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_o = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{2,3,4\}, x_2 \in \{10\}, x_3 \in \{6,7,8,9\}, x_4 \in \{1,2,3,4,5\},$$
$$x_5 \in \{3,4,5,6\}, x_6 \in \{0,1\}, x_7 \in \{6,7,8\}, x_8 \in \{2,3,4\}, x_9 \in \{4,5,6,7\},$$
$$x_{10} \in \{1,2,3,4,5\}, x_{11} \in \{3,4,5,6,7\}, x_{12} \in \{0,1,2,3\}, x_{13} \in \{5,6,7\}\}$$

Таблица 3

Обучающие образцы звука |о| слова «со»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
1	2	10	9	2	6	1	7	2	6	2	4	0	5
2	3	10	6	1	4	0	7	2	5	2	3	1	5
3	3	10	7	3	6	0	7	3	7	4	5	3	7
4	3	10	7	1	3	0	7	2	5	2	5	2	6
5	3	10	7	1	4	0	6	2	6	2	5	2	5
6	3	10	7	2	5	0	7	2	6	3	4	1	5
7	3	10	7	2	4	0	6	3	6	3	6	2	6
8	3	10	8	1	4	0	7	2	6	2	5	2	6
9	3	10	8	1	4	0	8	3	6	2	5	1	5
10	3	10	8	2	5	0	6	3	6	2	5	2	5
11	3	10	8	2	5	0	6	2	6	3	5	2	5
12	3	10	8	3	4	0	7	2	5	3	5	2	6
13	3	10	8	3	4	0	7	3	5	2	5	3	5
14	3	10	8	3	5	0	7	2	6	3	5	2	6
15	3	10	8	4	5	0	7	2	5	2	5	3	6
16	3	10	9	2	4	0	6	2	6	3	5	1	5
17	4	10	6	2	4	0	7	3	6	4	5	2	6
18	4	10	6	1	4	0	6	3	6	3	5	2	6
19	4	10	7	3	4	0	7	4	6	4	6	3	6
20	4	10	7	1	5	0	8	4	8	5	6	3	7
21	4	10	7	2	3	0	7	3	6	3	5	3	6
22	4	10	7	2	4	0	7	2	5	3	5	2	5
23	4	10	7	3	5	0	7	4	6	4	6	3	5
24	4	10	7	3	4	0	7	2	6	3	6	3	5
25	4	10	8	1	4	0	6	3	7	3	5	2	6
26	4	10	8	1	4	0	7	3	6	3	5	2	6
27	4	10	8	1	4	0	7	3	7	4	6	3	6
28	4	10	8	1	5	0	8	3	6	3	6	3	7
29	4	10	8	2	3	0	7	3	6	3	5	3	6
30	4	10	8	2	4	0	6	3	6	3	5	2	5
31	4	10	8	2	4	0	7	3	6	3	5	2	5
32	4	10	8	2	5	0	7	3	7	3	5	1	5
33	4	10	8	2	6	0	6	2	5	1	5	2	6
34	4	10	8	3	4	0	6	4	7	4	6	3	6
35	4	10	8	4	4	0	8	2	4	3	5	3	6
36	4	10	8	4	4	0	7	3	5	2	5	3	6
37	4	10	8	4	5	0	7	3	6	4	6	3	6
38	4	10	9	3	5	0	7	4	7	4	7	3	7
39	4	10	9	3	5	0	6	3	6	3	6	2	6
40	4	10	9	5	4	0	7	4	6	4	6	3	6

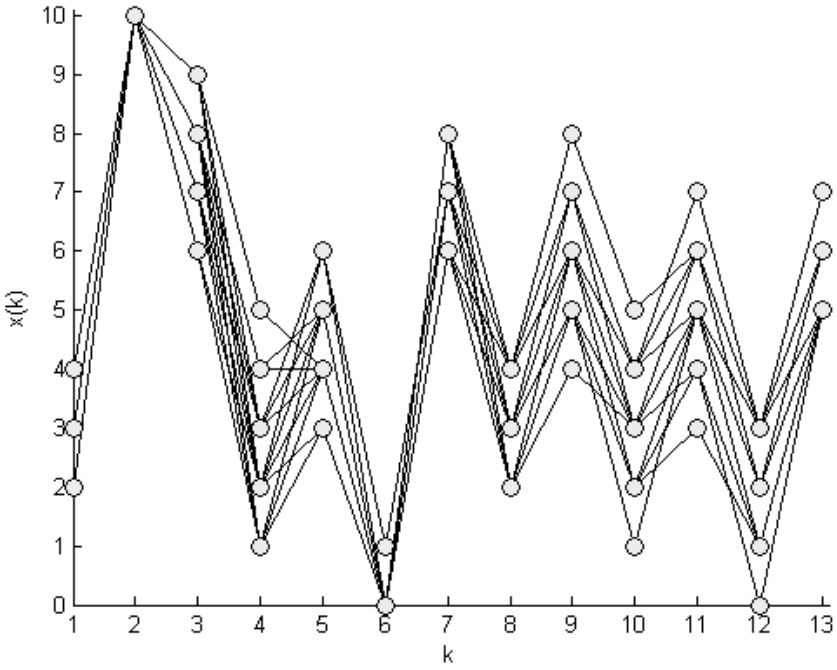


Рис. 3. Обучающие образцы звука |o| слова «со»

В табл.4 и на рис.4 приведены обучающие образцы звука «а» слова «на» после выполнения нормирования, масштабирования и округления. Каждый образец представляет собой вектор признаков, вычисленный на основе логарифмированной меры контрастности. Область звука «а» в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_a = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{2,3,4,5,6\}, x_2 \in \{10\}, x_3 \in \{3,4,5,6,7,9\}, x_4 \in \{0,1,2\},$$
$$x_5 \in \{4,5,6\}, x_6 \in \{0,1,2,3,4\}, x_7 \in \{6,7,8,9,10\}, x_8 \in \{1,2,3,4,5\}, x_9 \in \{4,5,6,7,8\},$$
$$x_{10} \in \{1,2,3,4,5,7\}, x_{11} \in \{6,7,8,9\}, x_{12} \in \{2,3,4,5,6\}, x_{13} \in \{5,6,7,8,9\}\}$$

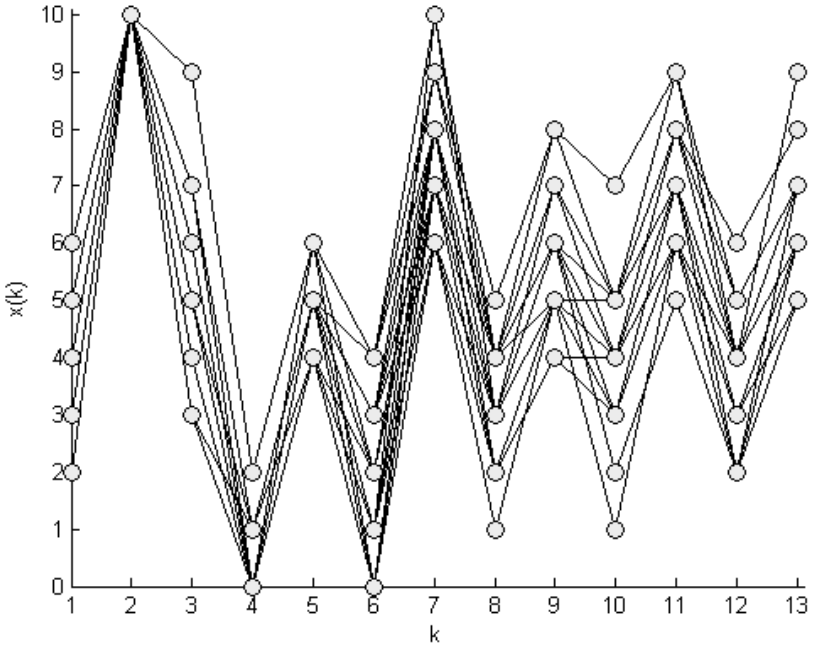


Рис. 4. Обучающие образцы звука |а| слова «на»

Таблица 4

Обучающие образцы звука |а| слова «на»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
1	2	10	9	2	6	0	6	1	5	1	6	2	5
2	3	10	3	1	5	0	8	2	4	3	6	2	5
3	3	10	3	1	5	0	7	2	4	4	6	2	6
4	3	10	4	0	5	1	7	3	5	3	6	2	5
5	3	10	5	0	5	1	6	2	4	3	6	2	5
6	3	10	5	0	5	3	6	2	5	3	6	3	5
7	3	10	5	0	6	2	7	3	5	3	6	3	5
8	3	10	5	1	5	0	6	3	5	3	6	2	5
9	3	10	6	0	5	2	7	3	6	2	5	2	5
10	3	10	6	0	4	1	7	3	5	3	6	3	5
11	3	10	7	1	4	0	7	2	5	3	7	3	6
12	3	10	7	0	4	2	8	3	6	3	6	4	7
13	4	10	3	0	5	1	10	3	5	5	7	2	7
14	4	10	3	1	5	0	8	3	5	4	6	2	5
15	4	10	4	0	4	2	8	3	5	3	6	3	5
16	4	10	4	0	5	1	8	3	5	3	6	2	5
17	4	10	4	0	5	1	7	3	5	3	6	2	6
18	4	10	4	0	5	2	7	3	6	4	6	3	6
19	4	10	5	0	5	1	8	3	5	3	7	2	5
20	4	10	5	0	5	2	7	4	5	3	6	3	5
21	4	10	5	0	5	2	7	3	5	4	7	3	6
22	4	10	5	0	5	2	8	4	5	4	7	3	5
23	4	10	5	0	5	2	8	3	6	4	7	3	6
24	4	10	5	0	5	2	8	3	6	5	7	4	7
25	4	10	5	0	5	3	7	3	6	4	7	3	6
26	4	10	5	0	5	3	7	3	6	3	7	4	6
27	4	10	5	0	5	3	8	4	6	4	7	4	6
28	4	10	5	0	5	3	8	3	6	5	7	4	7
29	4	10	6	0	5	2	7	3	6	4	6	3	6
30	4	10	6	0	5	4	8	3	6	5	7	4	7
31	4	10	6	0	5	2	8	4	7	5	8	4	7
32	4	10	6	0	4	1	8	3	6	4	7	3	6
33	4	10	6	0	4	2	8	3	5	4	7	3	6
34	5	10	4	0	5	2	8	4	6	5	8	4	7
35	5	10	6	0	5	3	8	4	7	4	7	4	6
36	5	10	6	0	5	3	8	3	7	5	7	4	7
37	5	10	6	0	5	3	8	4	7	5	8	5	7
38	5	10	6	0	5	3	9	4	7	4	8	4	6
39	5	10	6	0	6	4	9	4	7	5	9	5	7
40	5	10	7	0	6	4	9	5	8	5	8	6	8
41	6	10	6	0	6	4	10	4	8	7	9	4	9

В табл.5 и на рис.5 приведены обучающие образцы звука |э| слова «печь» после выполнения нормирования, масштабирования и округления. Каждый образец представляет собой вектор признаков, вычисленный на основе логарифмированной меры контрастности. Область звука |э| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_э = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{4,5,6\}, x_2 \in \{8,9,10\}, x_3 \in \{5,6,7,8\}, x_4 \in \{7,8,9,10\},$$
$$x_5 \in \{9,10\}, x_6 \in \{0\}, x_7 \in \{7,8,9\}, x_8 \in \{2,3,4,5\}, x_9 \in \{6,7,8,9\},$$
$$x_{10} \in \{3,4,5,6\}, x_{11} \in \{5,6,7,8\}, x_{12} \in \{3,4,5,6\}, x_{13} \in \{7,8,9\}\}$$

Таблица 5

Обучающие образцы звука |э| слова «печь»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
1	4	10	8	9	10	0	8	3	6	3	6	3	7
2	5	8	6	10	10	0	9	3	7	4	7	5	8
3	5	9	5	8	10	0	7	3	8	4	8	6	7
4	5	9	6	9	10	0	8	4	7	4	7	4	8
5	5	9	6	10	10	0	9	4	8	5	7	5	8
6	5	9	6	10	10	0	9	4	8	5	7	4	8
7	5	9	6	10	10	0	9	4	7	5	7	5	8
8	5	9	7	9	10	0	7	4	8	5	8	5	8
9	5	10	5	7	10	0	7	3	8	4	7	5	7
10	5	10	5	8	9	0	9	3	8	4	6	5	8
11	5	10	5	8	10	0	8	3	8	4	7	5	7
12	5	10	5	9	10	0	9	4	8	5	8	6	8
13	5	10	5	10	10	0	9	4	8	5	7	5	9
14	5	10	6	8	9	0	7	2	7	4	7	4	7
15	5	10	6	8	10	0	8	4	7	4	7	3	7
16	5	10	6	9	10	0	8	5	8	5	7	5	8
17	5	10	6	9	10	0	8	2	6	3	6	3	7
18	5	10	6	10	10	0	9	3	9	5	7	5	8
19	5	10	6	10	10	0	9	4	8	5	7	5	8
20	5	10	7	9	10	0	8	4	8	5	8	5	9
21	5	10	7	9	10	0	8	5	9	5	8	5	9
22	5	10	7	9	10	0	8	4	7	4	7	4	8
23	5	10	7	10	10	0	9	4	9	5	7	5	8
24	5	10	7	10	10	0	9	4	8	5	7	5	8
25	5	10	7	10	10	0	8	4	7	4	7	5	8
26	5	10	7	10	10	0	9	3	7	4	6	4	8
27	5	10	7	10	10	0	8	3	7	3	5	4	8
28	5	10	8	9	10	0	8	3	6	3	6	3	7
29	5	10	8	9	9	0	8	4	7	4	7	5	8
30	5	10	8	10	10	0	8	4	7	4	6	4	8
31	6	9	6	10	10	0	9	4	9	5	7	5	9
32	6	9	7	8	10	0	8	5	8	4	8	4	8
33	6	10	5	9	10	0	8	4	8	6	7	5	8

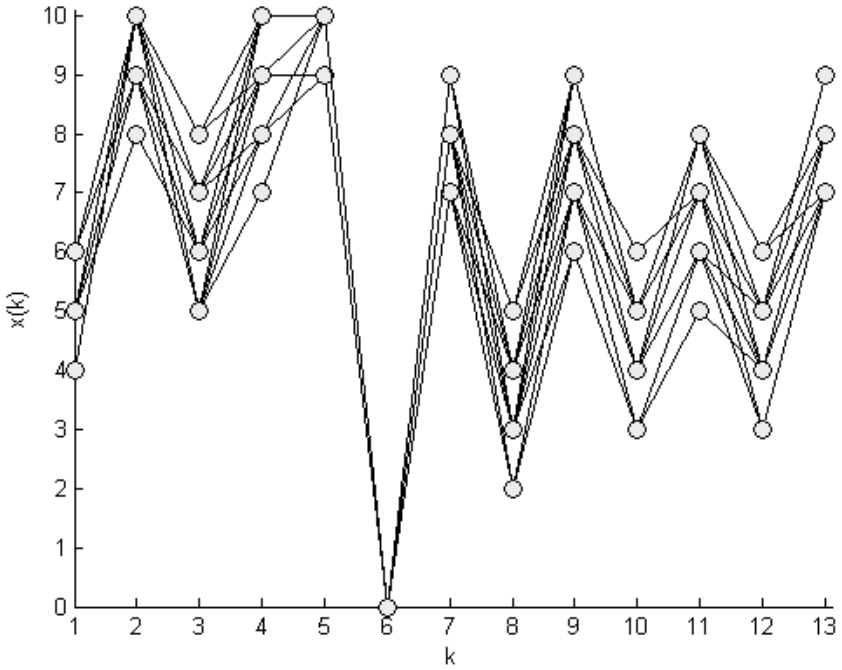


Рис. 5. Обучающие образцы звука |э| слова «печь»

В табл.6 и на рис.6 приведены обучающие образцы звука |ы| слова «уложить» после выполнения нормирования, масштабирования и округления. Каждый образец представляет собой вектор признаков, вычисленный на основе логарифмированной меры контрастности. Область звука |ы| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_{ы} = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{2,3,4\}, x_2 \in \{7,8,9,10\}, x_3 \in \{4,5,6,7,8,9\}, x_4 \in \{3,4,5,6,7,8,9,10\},$$
$$x_5 \in \{10\}, x_6 \in \{0,1,2,3,5\}, x_7 \in \{5,6,7,8,9\}, x_8 \in \{0,1,2,3,4\}, x_9 \in \{5,6,7,8\},$$
$$x_{10} \in \{0,1,2,3,4,5\}, x_{11} \in \{4,5,6,8,9\}, x_{12} \in \{0,1,2,3,4\}, x_{13} \in \{4,5,6,7,8,9\}\}$$

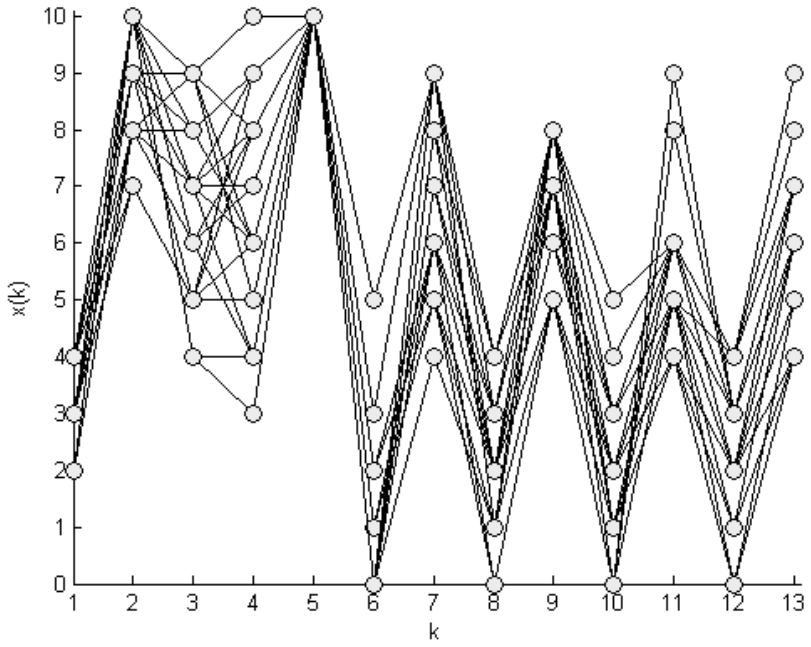


Рис. 6. Обучающие образцы звука |ы| слова «уложить»

Таблица 6

Обучающие образцы звука |ы| слова «уложить»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
1	2	8	6	7	10	0	6	2	7	2	4	2	5
2	2	10	4	4	10	1	5	1	5	0	5	1	4
3	2	10	4	3	10	1	5	0	5	1	5	1	4
4	2	10	7	4	10	2	6	0	5	1	6	2	4
5	3	7	5	8	10	0	7	3	8	3	5	3	7
6	3	8	7	8	10	0	7	2	6	2	5	2	6
7	3	8	7	9	10	0	9	4	7	3	5	2	7
8	3	8	8	9	10	0	8	4	8	3	6	3	7
9	3	9	5	6	10	0	6	2	7	2	4	1	6
10	3	9	5	5	10	0	6	2	7	3	5	3	7
11	3	9	7	7	10	0	7	2	6	3	5	2	6
12	3	9	8	6	10	1	6	2	7	1	4	0	5
13	3	9	9	8	10	0	6	3	8	1	4	2	6
14	3	9	9	6	10	0	6	2	7	2	5	2	6
15	3	10	4	4	10	0	6	2	5	2	6	2	5
16	3	10	6	4	10	2	5	2	5	1	5	0	4
17	3	10	7	6	10	3	9	1	7	0	8	3	6
18	3	10	8	6	10	0	6	3	7	2	5	4	7
19	3	10	9	5	10	0	4	1	8	1	5	2	5
20	4	7	5	9	10	0	9	3	8	5	6	4	9
21	4	8	9	10	10	0	9	4	8	4	6	4	8
22	4	9	7	7	10	5	9	3	7	0	9	3	7
23	4	10	6	8	10	0	8	2	8	3	6	4	7

Выводы

Научная новизна. В статье для вербального управления транспортными объектами предложен метод преобразования и идентификации речевых команд водителя посредством нерасширяющих равномерно непрерывных отображений на основе MFCC, который включает в себя: отображение вектора целых значений дискретного сигнала в вектор вещественных признаков; отображение вектора вещественных признаков в вектор целых признаков; отображение вектор целых признаков в номер класса образца звука речи. Для предложенного метода в статье проведено численное исследование. В статье проведено численное исследование значений векторов целых признаков гласных звуков и определены области каждого гласного звука в признаковом пространстве.

Практическое значение. Система идентификации речевых команд водителя, разработанная на основе предложенного метода, может использоваться системах человеко-машинного общения для различных отраслей (угольной и металлургической промышленности, авиастроения и судостроения, нефтепроводов и газопроводов, атомных, тепловых и гидроэлектростанций и др), а также в криминалистике для фоноскопической экспертизы.

Список литературы

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.

2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

3. Комарцова Л.Г. Нейрокомпьютеры / Л.Г. Комарцова, А.В. Максимов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 320 с.

4. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 288 с.

5. Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов / С. Малла. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

6. Федоров Е.Е. Методология создания мультиагентной системы речевого управления: монография / Е.Е. Федоров. – Донецк: изд-во «Ноулидж», 2011. – 356 с.

7. Федоров Е.Е. Метод обработки сигнала на основе нерасширяющих равномерно непрерывных отображений / Е.Е. Федоров // Труды Междунар. науч.-техн. конф. «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи (теорія, практика, історія, освіта)» (РТПСАС'2012). – Киев. – 2012. – С. 343-346.

Анотація. *У статті проводиться чисельне дослідження голосних звуків команд водія за допомогою нерозширювальних рівномірно безперервних відображень, заснованих на мел-частотних кепстральних коефіцієнтах (MFCC) для формування вектора речовинних ознак і перетворенні вектора речовинних ознак до вектора цілих ознак за допомогою нормування, масштабування й округлення*

Abstract. *In the article carried out numerical research of vowel sounds of commands of the driver through not expanding uniformly continuous mapping, based on mel-frequency cepstral coefficients (MFCC) for formation of a vector of real features and transformation of a vector of real features to a vector of integer features by means of rationing, scaling and a rounding*

Стаття надійшла до редакції 19.03.2013 р.

УДК 656.13

САМІСЬКО Т.О., к.т.н.,
АДІ ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Проаналізовані методи прогнозування параметрів мережі автомобільних доріг, визначені недоліки та переваги методів прогнозування. Встановлено, що недоліки розглянутих моделей прогнозування були враховані при розробці методу еволюційно-імовірнісного прогнозування.

Вступ

У розвитку методології прогнозування велику роль зіграли розробки таких вчених як А.Г. Аганбегяна, І.В. Бестужева-Лади, Л. Клейна, В. Гольдберга [1]. В роботах цих вчених розглядаються закони, сутність і функції прогнозування, його роль та місце в системі планування. Розвиток робіт, які присвячені прогнозуванню, відбувається за наступними основними напрямками: поглиблення теоретичних та прикладних розробок декількох груп методик, які відповідають вимогам різних об’єктів і різних видів робіт щодо прогнозування; розробка та реалізація на практиці спеціальних засобів та процедур використання різних методичних прийомів під час конкретного прогнозного дослідження; пошук шляхів та засобів алгоритмізації методик прогнозування [2,3].

Прогнозування визначається як імовірнісне обґрунтоване судження про перспективи, можливості стану того або іншого явища в майбутньому, про альтернативні шляхи й терміни його існування [1].

За оцінками вчених на сьогоднішній день нараховується більш ніж 150 методів прогнозування. Багато з цих методів відносяться до окремих процедур і заходів, які враховують особливості об’єкта прогнозування. Інші являють собою набір окремих заходів, які відрізняються від базових або один від одного послідовністю їх використання [1].

Вважають, що ці методи базуються на двох крайніх підходах: евристичному й математичному [1].

Основна частина

Різноманітні методи прогнозування використовують в області дорожнього будівництва при проектуванні й експлуатації доріг [1]. До найбільш значних класифікаційних ознак методів прогнозування, які достатньо повно охоплюють прогностичні методи, можна віднести ступінь формалізації.

З огляду на це пропонується об’єднати методи прогнозування у дві групи: симплексні методи та математичні методи, які використовуються при прогнозуванні характеристик компонентів транспортної системи (рис. 1).

Основним інструментом прогнозу є схема екстраполяції. Розрізняють формальну і прогнозну екстраполяції. Формальна базується на припущенні про зберігання в майбутньому минулих і сьогочасних тенденцій розвитку об’єкта прогнозу [1].

В основу *екстраполяційних методів* прогнозування покладено вивчення часових рядів, які являють собою впорядковані в часі набори вимірів тих або інших характеристик процесу (об’єкта), що досліджується [1]. Стосовно прогнозування характеристик компонентів дорожньо-транспортної системи часовий ряд можна представити у наступному вигляді:

$$X(t) = x_t + \varepsilon_t, \quad (1)$$

де $X(t)$ – розрахункова характеристика;

x_t – детермінована невипадкова компонента процесу (тренд);

ε_t – стохастична випадкова компонента процесу.

Цей метод має ряд переваг, таких як незначна трудомісткість обчислювального алгоритму та універсальні розрахункові схеми. До недоліків слід віднести наступне[1,4]:

– всі фактичні спостереження є результатом закономірності та випадковості;

– немає можливості оцінити правомірність використання середнього приросту в кожному конкретному випадку;

– даний підхід не дозволяє сформувати інтервал, у який попадає величина, що підлягає прогнозуванню.

У зв'язку з цим, даний метод не дає точний результат. Тому екстраполяційні методи найбільш доцільно використовувати при виконанні середньострокових прогнозів, тобто на 5-7 років.

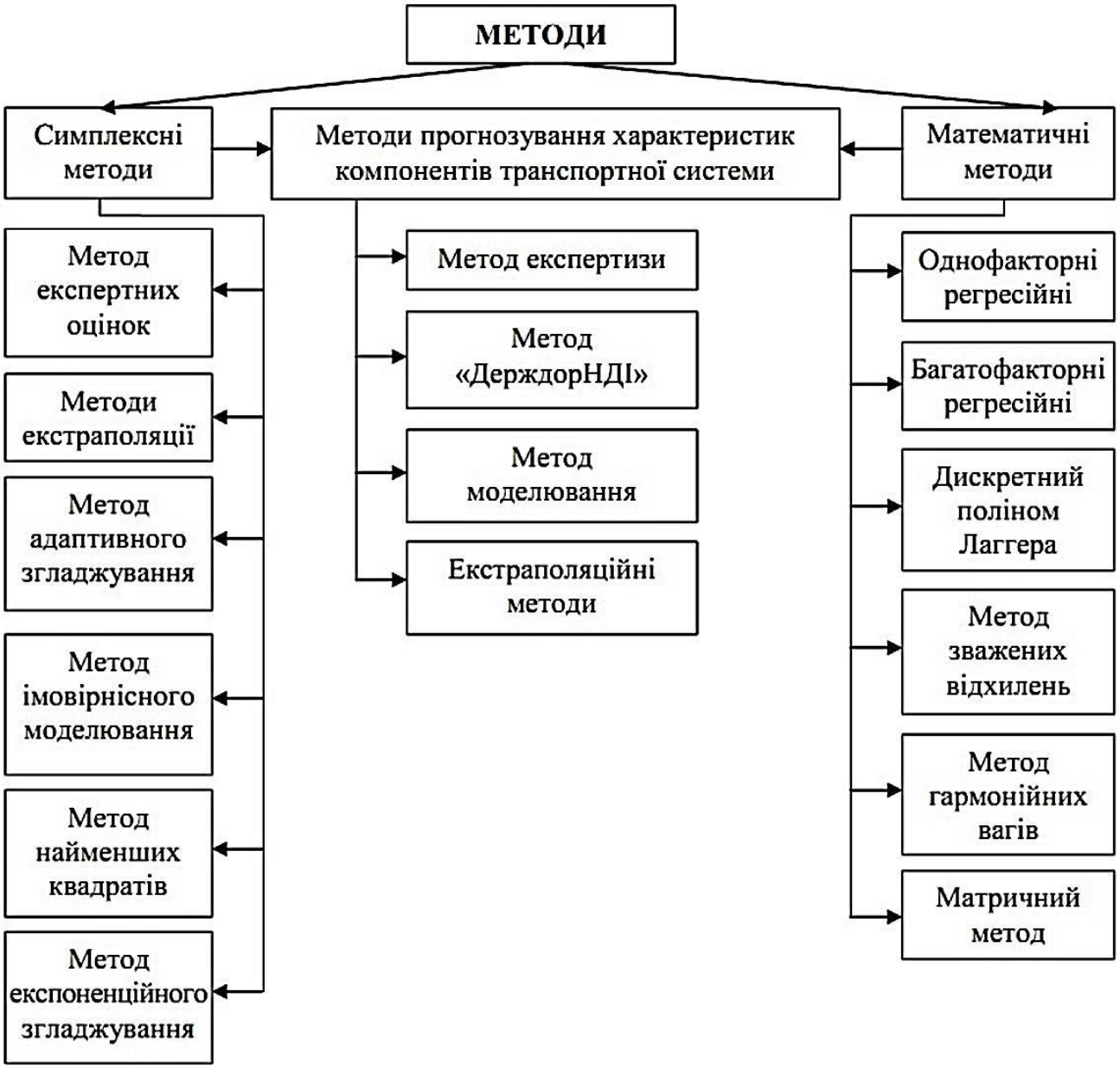


Рис. 1. Методи прогнозування

Експертні методи прогнозування вимагають від експерта глибоких теоретичних знань та практичних навичок при зборі та узагальненні всієї доступної інформації про об'єкт прогнозування [2]. Експертні методи прогнозування, як правило, використовуються у випадках:

– коли неможливо врахувати вплив багатьох факторів через значну складність об'єкта прогнозування;

– наявності високого ступеня невизначеності інформації або при відсутності інформації про об'єкт прогнозування.

З огляду на вищевикладене можна зробити висновок, що експертні методи застосовуються тоді, коли об'єкт прогнозування або дуже простий, або настільки складний, що аналітично врахувати вплив багатьох факторів практично неможливо.

В 1970-1980 рр. були розроблені методики, які дозволяють у деякій мірі організувати статистичну обробку думки експертів-спеціалістів. *Метод «Дельфі»* – один з найбільш розповсюджених методів експертної оцінки майбутнього. Цей метод розроблено американською дослідницькою корпорацією [6].

Метод «Дельфі» має ряд особливостей, таких як анонімність експертів, використання результатів попереднього опитування, статистична характеристика групової відповіді.

Значним недоліком цієї групи методів при прогнозуванні є відсутність математичного зв'язку між причиною, що викликала зміну прогнозованої характеристики і чисельним поданням прогнозу.

У цілому, як відзначається в роботі [2,5], значна група методів експертних оцінок має загальний недолік – залежність вироблюваних прогнозів від компетентності і досвіду експертів.

До математичних методів, які значною мірою застосовуються при прогнозуванні, можна віднести: метод найменших квадратів і його модифікації, метод експоненційного згладжування, метод імовірнісного моделювання і метод адаптивного згладжування [1, 3, 4].

Суть методу *найменших квадратів* полягає у визначенні параметрів моделі тренду, які мінімізують її відхилення від точок вихідного часового ряду, тобто [1]

$$S = \sum_{i=1}^{n} \left(\bar{y}_i - y_i \right)^2 \to \min , \qquad (2)$$

де $\bar{y}_i$ – розрахункове значення вихідного ряду,

y_i – фактичне значення вихідного ряду,

n – число спостережень.

Використання процедури оцінки, що заснована на методі найменших квадратів, передбачає обов'язкове задоволення ряду передумов, невиконання яких може призвести до значних помилок:

1. Випадкові помилки мають нульову середню, кінцеві дисперсії та коваріації.

2. Кожне вимірювання випадкової помилки характеризується нульовим середнім, яке не залежить від значень спостережуваних змінних.

3. Дисперсії кожної випадкової помилки однакові, їх величини не залежать від значень спостережуваних змінних.

4. Відсутність автокорекції помилок.

5. Випадкові помилки мають нормальний розподіл.

Дана функція екстраполюється на майбутнє.

Метод найменших квадратів належить до методів короткострокового прогнозування та широко використовують для отримання конкретних прогнозів, що пояснює його простоту й лег-

кість використання. Недоліком цього методу є те, що модель тренда жорстко фіксується і з допомогою методу найменших квадратів можна отримати надійний прогноз на невеликий період попередження [5].

Метод *експоненційного згладжування* – ефективний і надійний метод прогнозування. До основних його переваг слід віднести: можливість врахування важелів вихідної інформації; простоту розрахункових операцій; гнучкість опису різноманітних динамік процесу. Метод дає можливість отримати оцінку параметрів тренду, що склалася до моменту останнього спостереження. Найбільше застосування він знайшов для реалізації середньострокових прогнозів.

Математичні методи прогнозування дають можливість застосовувати велику кількість функцій для прогнозування змін того чи іншого показника у часі.

Як зазначено в роботі [1] великій кількості методів дослідницького прогнозування на транспорті властивий механістичний підхід.

Лінійні функції відображають зміни в арифметичній прогресії, показникові функції відображають зміни по геометричній прогресії [1].

У більш складних випадках використовують криволінійні залежності, серед яких слід вказати на логістичну криву. Цю криву у більшості випадків слід застосовувати для аналітичного вирівнювання різних економічних та соціальних явищ. Вони характеризуються тим, що при прямуванні незалежної змінної до нескінченності, залежна наближується до деякого максимального рівня.

Рівняння логістичної кривої має вигляд:

$$y = \frac{1}{a + bc^x} \tag{3}$$

Рівняння кривої Гомперца має вигляд:

$$y = a \cdot b^{c^x}, \tag{4}$$

де *a, b, c* – постійні коефіцієнти;

x – незалежна змінна, що приймає цілочисельні значення *x=0,1,2,...,n.*

У 1974 р. була виконана робота по визначенню передбаченого насичення транспортного парку спеціалізованим рухомим складом на період до 1980 р. [5]. Під час дослідження використовувалась екстраполяція часових рядів і метод прямого рахунку. Головною прогнозуючою ознакою був рівень спеціалізації *Y*, виражений у відсотках до загальної кількості автомобілів:

$$Y = P \cdot e^{-a \cdot e^{-b \cdot e \cdot t}}, \tag{5}$$

де *P* – верхня межа насичення вантажного автомобільного парку спеціалізованим рухомим складом, %;

a, b – константи кривої, що характеризує її підйом *a* і нахил *b*;

e – основа натуральних логарифмів (e≈2,72);

t – час, протягом якого розглядається насичення, років.

Але для довгострокового прогнозування дана модель не може бути використана у зв'язку з тим, що мала надійність її результатів. Дана модель може бути використана при виконанні прогнозів в середньому на 6 років.

У подальшому при прогнозуванні параметрів, зокрема розрахункових навантажень, був використаний комбінований метод, який складався з методу екстраполяції, експертних оцінок і методу сценаріїв.

При прогнозуванні інтенсивності руху транспортних засобів в більшості випадків використовується методом екстраполяції [1]. Цей метод застосовується для прогнозування процесів, що мають високий ступінь інерційності, стабільності в зміні. До них відносяться зміна обсягів перевезень, інтенсивності руху [2], вантажообіг. Також є багато показників, що неспрогнозовані, але які не мають високого ступеня інерційності. Тоді використовують методи однофакторних регресійних рівнянь [5]. При цьому необхідно правильно зв'язувати фактор-функцію та фактор аргумент.

Для прогнозування середньої швидкості автомобілів запропонована наступна залежність [2]:

$$V_{cp} = aS^{-\frac{1}{2}} - \beta bN, \tag{6}$$

де *a, b, β* – коефіцієнти, залежні від кількості смуг і складу руху;

S – рівність покриття, см/км;

N – інтенсивність руху, авт/год.

Як недолік слід зазначити, що у таких регресійних моделях недостатньо враховуються власні тенденції розвитку фактора-функції і факторів-аргументів.

Серед великої кількості методів, що дозволяють врахувати нерівноцінність початкових даних, можна виділити метод експоненціального згладжування, метод гармонійних вагів і дискретні поліноми Лагерра [2].

Вказані методи найбільш раціонально використовувати при середньострокових прогнозах.

Більш ефективною є функція яка запропонована М.К. Куликовим. Форма цієї функції може змінюватися і автоматично пристосовуватися до процесу, що вивчається [84]:

$$F(x) = A_0 + \sum_{j=1}^{n} A_j \frac{\delta_j(x - x_0)}{D} \tag{7}$$

де $A_0, A_1, \ldots, A_n$ – постійні дійсні параметри;

n – деяке фіксоване натуральне число;

x_0 – початкове значення фактора-аргументу на даному інтервалі часу;

D – визначник Ван-дер-Мора *k*-го порядку;

$\delta_j(x - x_0)$ – функція, одержана з визначника шляхом зміни рядка j на відповідні функції:

$$\varphi(x - x_0) = \frac{\exp r_\nu (x - x_0) - 1}{r_\nu}, \qquad \nu = 1,2,\ldots,n \tag{8}$$

Аналіз розглянутих моделей дозволив зробити висновок, що не враховується причинність в методах екстраполяції і тенденція розвитку фактора-функції і фактора-аргументу в методах однофакторної регресії. З метою усунення цих недоліків було запропоновано об'єднати ці два методи. Наприклад,

$$y = a_0 + a_1 Q + a_2 t\,, \tag{9}$$

де y – оцінка рівнів досліджуваного показника;

$a_o, a_1; a_2$ – коефіцієнти моделі, що визначаються методом найменших квадратів;

Q – обсяг перевезень;

t – час.

Проте середня помилка прогнозу за цим методом склала 3,5%.

Подальші дослідження існуючих методів дозволили зробити висновок, що для обліку взаємозв'язків більшого числа факторів необхідно застосовувати матричний метод [4], при використанні якого взаємозв'язок між досліджуваними показниками виражається формулою

$$X_i = b_{ij} \cdot X_j, \tag{10}$$

де X_i; X_j – величини досліджуваних показників.

Основна перевага матричного методу полягає в тому, що є можливість обліку великої кількості факторів, а недоліком даної моделі є жорстка фіксована модель зв'язку.

Методика побудови динамічних моделей прогнозування була розроблена О.А. Френкелем, в якій передбачається, що вплив основних факторів на досліджуваний показник не залишається постійним у часі [4]. Завдання зводиться до встановлення значень коефіцієнтів регресії багатофакторної моделі, що змінюються:

$$V_t = f(a_0(t), a_1(t), ..., x_1(t), x_2(t), ...), \tag{11}$$

де $a_0(t)$, $a_1(t)$ – коефіцієнти регресії;

$x_1(t), x_2(t)$ – часовий ряд.

Ця модель у подальшому використовувалась для прогнозування обсягу перевезень О.І. Маровим і І.І. Олексієвим [5].

Переваги цієї моделі полягають у тому, що розширюються межі та вдосконалюється глибина аналізу головної тенденції.

Основними недоліками є те, що подання коефіцієнтів регресії у вигляді функції часу не виявляє причин їх зміни та неможливо оцінити випадковість і вірогідність компоненти досліджуваного процесу.

Експонентні й ступеневі моделі використовують для короткострокових прогнозів в області організації руху. Період упередження досягає 5 років.

Логістичну криву застосовують переважно для довгострокових прогнозів при вирішенні завдань реконструкції та проектування доріг. Її часто використовують для прогнозування загальних показників розвитку автомобільного транспорту, наприклад числа автомобілів на душу населення як в окремих районах, так і в середньому по країні [5].

Висновки

Вищенаведені недоліки розглянутих моделей прогнозування були враховані при розробці методу еволюційно-імовірнісного прогнозування. Згідно з цим методом формується модель імовірності еволюції системи "суб'єкт праці – знаряддя праці – предмет праці – продукт праці", на підставі якої оцінюються не показники стану компонентів системи, а ймовірність переходів станів компонентів з початкового (фактичного) в кінцевий (заданий).

Список літератури

1. Араб-Оглы Э.А. Рабочая книга по прогнозированию / Араб-Оглы Э.А., Бестужев-Лада И.В., Гаврилов Н.Ф. и др. – М.: Мысль, 1982. – 430 с.

2. Мусиенко И.В. Долгосрочное прогнозирование расчетных нагрузок на автомобіль-ных дорогах: дис. канд. техн. наук : 05.22.11 / Мусиенко И.В. – Х., 2004. – 155 с.

3. Хилюк Ф.М. Методы прогнозирования научно - технического прогресса / Ф.М. Хилюк, В.А. Лисичкин - К. : УкрНИИНТИ, 1969. – 132с.

4. Горелова В.Л. Основы прогнозирования систем. Учеб. пособие для инж.-экон. спец. вузов / Горелова В.Л., Мельникова Е.Н. – М.: Высшая школа, 1986. – 285 с.

5. Янч Э. Прогнозирование научно – технического прогресса / Э.Янч ; [Пер. с англ]. – М.: Прогресс, 1970. – 568 с.

6. Гордон Т.И. Новый подход к методу Делфи / Гордон Т.И. // Научно-техническое прогнозирование для промышленности и правительственных учреждений. – М.: Прогресс, 1972. – с. 84-93.

Аннотация. *Проанализированы методы прогнозирования параметров сети автомобильных дорог, определенные недостатки и преимущества методов прогнозирования. Установлено, что недостатки рассмотренных моделей прогнозирования были учтены при разработке метода эволюционно вероятностного прогнозирования.*

Abstract. *The analysis of methods of prognostication of parameters of network is executed motor-car routes, failings and advantages of methods of prognostication are certain. It is set that the lacks of the considered models of prognostication were taken into account at development of method evolutional probabilistic prognostication.*

Стаття надійшла до редакції 14.02.2013 р.

УДК 656.025:510.223

ЛАВРУХІН О.В. д.т.н., доцент,
Українська державна академія залізничного транспорту;
ДОЦЕНКО Ю.В. к.т.н., доцент; ВІХОВСЬКА Л.Й. ст. викладач,
Донецький інститут залізничного транспорту

ФОРМУВАННЯ СИТУАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ КАТЕГОРІЇ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

На основі розробленої нечіткої моделі визначення категорії поїздів розглядається формування ситуаційної моделі системи прийняття рішень, яка дозволить аналізувати вхідні ситуації і варіанти рішень щодо просування поїздопотоків.

Вступ

У роботах авторів [1, 2, 3] було розроблено нечітку модель визначення категорії поїздів, основними параметрами якої є кількість вагонів певної категорії в поїзді та терміни відхилення обігу вагонів від нормативного. Постає завдання побудувати ситуаційну систему прийняття рішень, яка дозволить аналізувати вхідні ситуації і варіанти рішень щодо просування поїздопотоків на полігонах ДН або залізниці.

Постановка задачі дослідження

Слід зазначити, що основною функцією ситуації управління є формування у відповідності з деяким набором правил і наданням в необхідній формі керуючих впливів на виконавчий механізм, в якості якого в даному випадку передбачено поїзного диспетчера. Необхідною умовою корисності сформованих впливів є достовірна оцінка станів, в яких знаходиться об'єкт управління [4]. Для цього перш за все необхідно визначити набір можливих типових ситуацій, які будуть формуватися в залежності від поточного стану об'єкту управління (поїзду). Для вирішення поставленої задачі одержано можливі поточні стани поїзда:

1) на підході до станції – вибір черговості прийняття поїздів;

2) на станції в очікуванні операцій по прибуттю – вибір черговості технічного та комерційного огляду і можливого наступного розформування составу на станції;

3) на станції в очікуванні відправлення – вибір черговості відправлення поїздів на перегін зі станції;

4) на суміжних станціях в очікуванні відправлення (для одноколійних перегонів) – вибір пріоритетності між двома суміжними станціями при відправленні поїзда на перегін.

Формування ситуаційної моделі при визначенні категорії поїздів

Для вищезазначених основних поточних станів необхідно сформувати можливі ситуації. З цією метою надамо формальне визначення нечіткої ситуації $\tilde{S}$. Нехай $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$ - це множина ознак, значенням яких відповідає поїзний стан, який склався в певний момент часу: у першому випадку – на підході до станції; у другому випадку – на станції в очікуванні операцій по прибуттю; у третьому – на станції в очікуванні операцій по відправленню; у четвертому випадку – в очікуванні операцій по відправленню (для одноколійних перегонів). Кожна ознака $x_i (i \in J = \{1,2,...,n\})$ відповідає лінгвістичній змінній (x_i, L_i, D_i), де $L_i = \{L_1^i, L_2^i, ..., L_{m_i}^i\}$ – лінгвістична терм-множина, D – базова множина ознаки x_i. Для опису термів $L_j^i (j \in T = \{1,2,...,m_i\})$,

які в свою чергу відповідають значенням ознаки x_i, використовуються нечіткі змінні $\left\langle L_j^i, D_i, \widetilde{P}_j^i \right\rangle$, це означає:

$$\widetilde{P}_j^i = \left\{ \left\langle \mu_{P_j^i}(d) / d \right\rangle \right\}, \qquad d \in D, \tag{1}$$

Згідно до цього нечіткою ситуацією є [4]:

$$\widetilde{s} = \left\{ \left\langle \mu_s(x_i) / x_i \right\rangle \right\}, \qquad x_i \in X, \tag{2}$$

де

$$\mu_s(x_i) = \left\{ \left\langle \mu_{\mu_s(x_i)}(L_j^i) / L_j^i \right\rangle \right\}, \qquad j \in L, \qquad i \in J, \tag{3}$$

Відповідно до визначення нечіткої ситуації необхідно створити набір ситуаційних правил за типом: „ситуація-дія” для чотирьох зазначених станів, які представлено у вигляді таблиць.

В таблиці 1 наведено набір нечітких ситуацій для стану „Підхід поїзда до станції” з урахуванням ваги, довжини поїзду та профілю дільниці.

Таблиця 1

Визначення „ситуація-дія” для стану „Підхід поїзда до станції”

Нечітка ситуація	Керуюче рішення
$\widetilde{s}_1 = \{\langle 1/"\text{підв.}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{низька}"\rangle / "\text{вага поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 1/"\text{третя}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{друга}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{перша}"\rangle / "\text{категорія поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 1/"\text{підв.}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{низька}"\rangle / "\text{довжина поїзда}"\rangle\}$	Прийняти поїзд третьої категорії, підвищеної ваги та довжини (з боку підйому)
$\widetilde{s}_2 = \{\langle 1/"\text{підв.}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{низька}"\rangle / "\text{вага поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 0{,}5/"\text{третя}"\rangle, \langle 1/"\text{друга}"\rangle, \langle 0{,}4/"\text{перша}"\rangle / "\text{категорія поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 1/"\text{підв.}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{низька}"\rangle / "\text{довжина поїзда}"\rangle\}$	Прийняти поїзд другої категорії, підвищеної ваги та довжини
$\widetilde{s}_3 = \{\langle 1/"\text{підв.}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{низька}"\rangle / "\text{вага поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 0{,}3/"\text{третя}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{друга}"\rangle, \langle 1/"\text{перша}"\rangle / "\text{категорія поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 1/"\text{підв.}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{низька}"\rangle / "\text{довжина поїзда}"\rangle\}$	Прийняти поїзд першої категорії, підвищеної ваги та довжини
$\widetilde{s}_4 = \{\langle 1/"\text{підв.}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{низька}"\rangle / "\text{вага поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 1/"\text{третя}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{друга}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{перша}"\rangle / "\text{категорія поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 0{,}5/"\text{підв.}"\rangle, \langle 1/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}4/"\text{низька}"\rangle / "\text{довжина поїзда}"\rangle\}$	Прийняти поїзд третьої категорії, підвищеної ваги
$\widetilde{s}_5 = \{\langle 0{,}4/"\text{підв.}"\rangle, \langle 1/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}4/"\text{низька}"\rangle / "\text{вага поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 1/"\text{третя}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{друга}"\rangle, \langle 0{,}1/"\text{перша}"\rangle / "\text{категорія поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 1/"\text{підв.}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{низька}"\rangle / "\text{довжина поїзда}"\rangle\}$	Прийняти поїзд третьої категорії, підвищеної довжини
$\widetilde{s}_6 = \{\langle 0{,}4/"\text{підв.}"\rangle, \langle 1/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{низька}"\rangle / "\text{вага поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 1/"\text{третя}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{друга}"\rangle, \langle 0{,}3/"\text{перша}"\rangle / "\text{категорія поїзда}"\rangle,$ $\langle \langle 0{,}4/"\text{підв.}"\rangle, \langle 1/"\text{норм.}"\rangle, \langle 0{,}5/"\text{низька}"\rangle / "\text{довжина поїзда}"\rangle\}$	Прийняти поїзд третьої категорії

Нечітка ситуація	Керуюче рішення
$\tilde{s}_7 = \{\langle\langle 0,3/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"третя"\rangle, \langle 0,5/"друга"\rangle, \langle 0,3/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,3/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle\}$	Прийняти поїзд третьої категорії
$\tilde{s}_8 = \{\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 0,3/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,4/"третя"\rangle, \langle 1/"друга"\rangle, \langle 0,5/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0,4/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle\}$	Прийняти поїзд другої категорії, підвищеної ваги
$\tilde{s}_9 = \{\langle\langle 0,4/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0,4/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,4/"третя"\rangle, \langle 1/"друга"\rangle, \langle 0,5/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 0,3/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle\}$	Прийняти поїзд другої категорії, підвищеної довжини
$\tilde{s}_{10} = \{\langle\langle 0,1/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,4/"третя"\rangle, \langle 1/"друга"\rangle, \langle 0,5/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 0,3/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle\}$	Прийняти поїзд другої категорії, підвищеної довжини
$\tilde{s}_{11} = \{\langle\langle 0,3/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,4/"третя"\rangle, \langle 1/"друга"\rangle, \langle 0,5/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,3/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle\}$	Прийняти поїзд другої категорії
$\tilde{s}_{12} = \{\langle\langle 0,4/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0,5/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,4/"третя"\rangle, \langle 1/"друга"\rangle, \langle 0,5/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,4/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0,5/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle\}$	Прийняти поїзд другої категорії
$\tilde{s}_{13} = \{\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 0,3/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,3/"третя"\rangle, \langle 0,5/"друга"\rangle, \langle 1/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0,4/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle\}$	Прийняти поїзд першої категорії, підвищеної ваги
$\tilde{s}_{14} = \{\langle\langle 0,4/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0,4/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,3/"третя"\rangle, \langle 0,5/"друга"\rangle, \langle 1/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 0,1/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle\}$	Прийняти поїзд першої категорії, підвищеної довжини
$\tilde{s}_{15} = \{\langle\langle 0,3/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,3/"третя"\rangle, \langle 0,5/"друга"\rangle, \langle 1/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 0,3/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle\}$	Прийняти поїзд першої категорії, підвищеної довжини
$\tilde{s}_{16} = \{\langle\langle 0,1/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,3/"третя"\rangle, \langle 0,5/"друга"\rangle, \langle 1/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,3/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle\}$	Прийняти поїзд першої категорії

Таким чином, на основі аналізу роботи ДНЦ було визначено 16 основних типових ситуацій для стану „Підхід поїзда до станції”. Насправді таких ситуацій могло бути набагато більше, що відображено на рисунку 1. Їх врахування може призвести до ускладнення розрахунків та ідентифікації вхідних ситуацій, але використовуючи апарат нечіткої логіки було суттєво скорочено типовий набір ситуації, що свідчить про раціональність обраного математичного апарату.

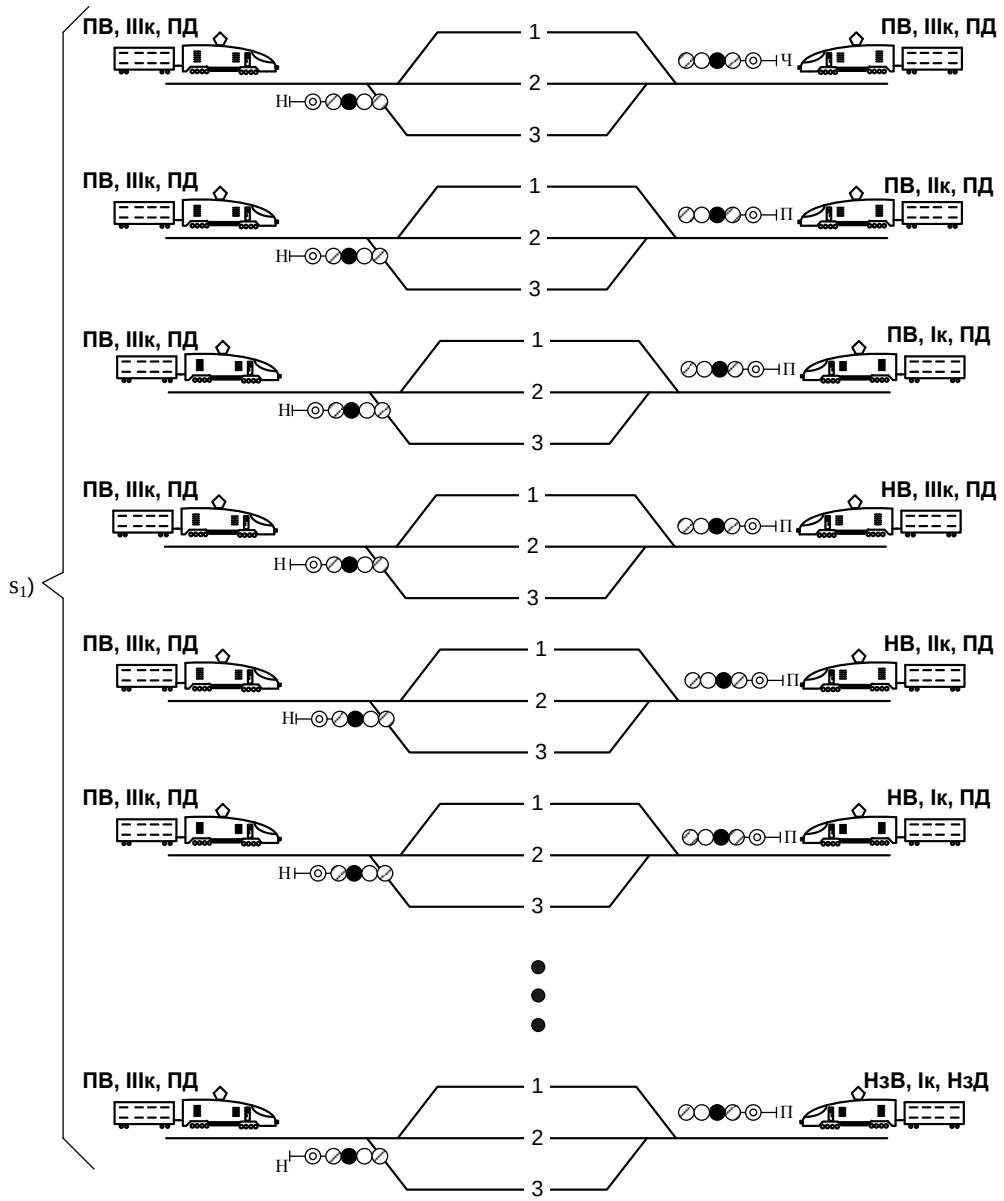


Рис. 1. Схематичне визначення варіантів реалізації ситуації s_1 для стану „Підхід поїзда до станції”

Як видно з визначеного набору чотирьох станів, ситуаційну модель прийняття рішень, яка відповідає стану „підхід поїзда до станції” можливо трансформувати для третього та четвертого станів шляхом заміни відповідного керуючого рішення, наприклад, „Прийняти поїзд третьої категорії, підвищеної ваги та довжини” на „Відправити парний (або непарний) поїзд зі станції _____ з колії №n”. Графічну інтерпретацію ситуації s_1 відповідних станів наведено на рисунках 2 та 3.

Графічну інтерпретацію для „ситуації-дії” s_1, яка характеризує стан „На станції в очікуванні відправлення” відображено на рисунку 2.

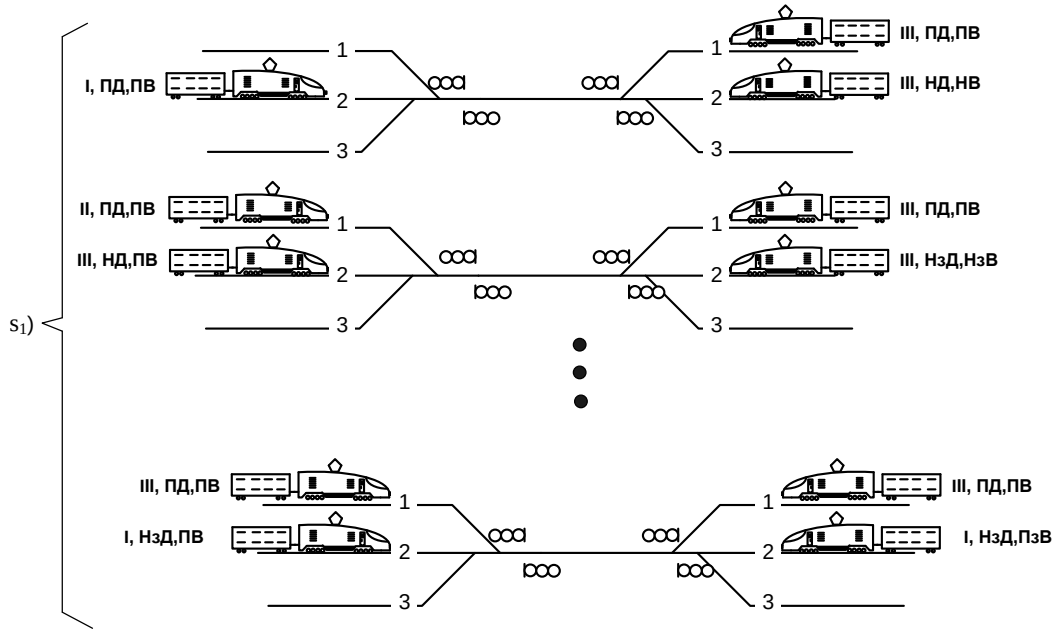


Рис. 2. Схематичне визначення варіантів реалізації ситуації s_1 для третього стану „На станції в очікуванні відправлення”

Графічну інтерпретацію для „ситуації-дії” s_1, яка характеризує стан „На суміжних станціях в очікуванні відправлення” відображено на рисунку 3.

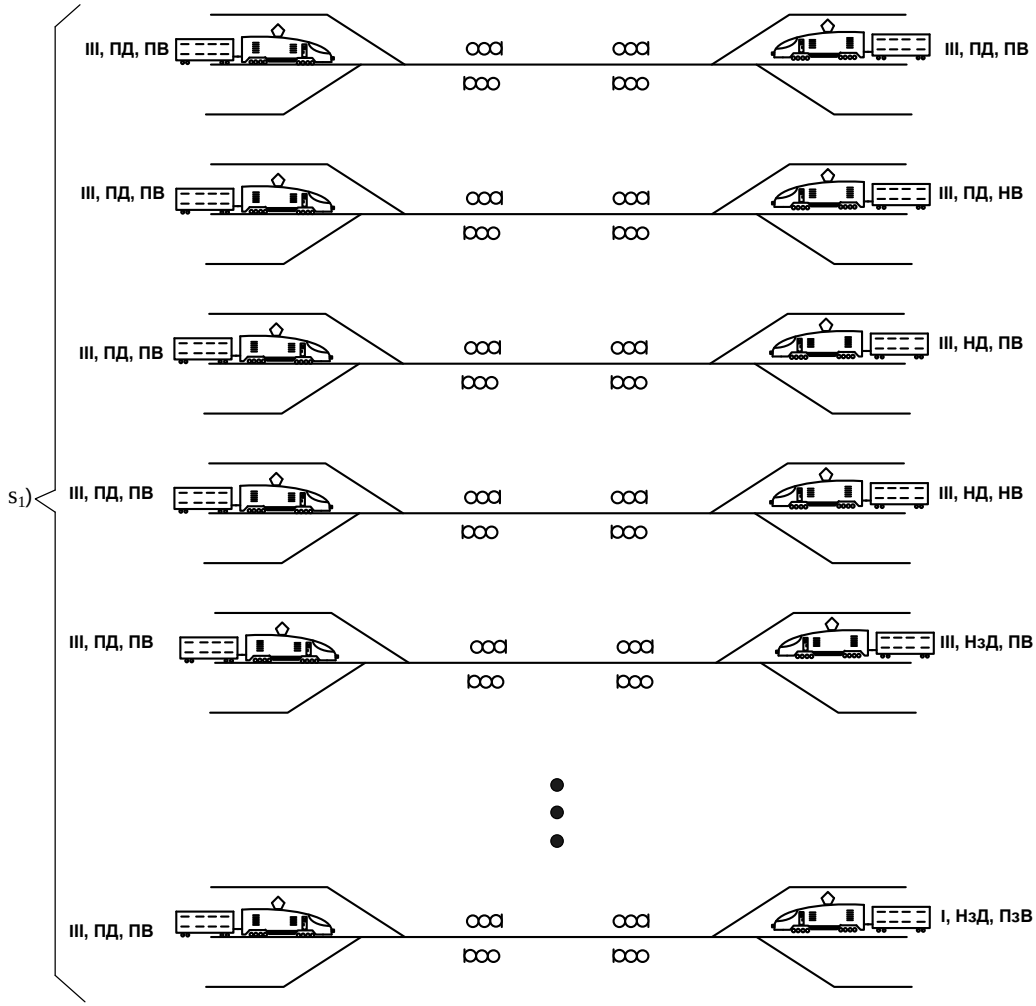


Рис. 3. Схематичне визначення варіантів реалізації ситуації s_1 для четвертого стану „На суміжних станціях в очікуванні відправлення”

Наступним етапом є створення набору ситуаційних правил у вигляді таблиці 2 для стану „вибір черговості обслуговування поїздів по прибуттю”.

Таблиця 2

Визначення „ситуація-дія” для стану „Вибір черговості обслуговування поїздів по прибуттю”

Нечітка ситуація	Керуюче рішення
$\tilde{s}_1 = \{\langle\langle 1/"третя"\rangle, \langle 0{,}5/"другa"\rangle, \langle 0{,}3/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 0{,}3/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 0{,}3/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_2 = \{\langle\langle 1/"третя"\rangle, \langle 0{,}5/"другa"\rangle, \langle 0{,}3/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 0{,}3/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0{,}5/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_3 = \{\langle\langle 1/"третя"\rangle, \langle 0{,}5/"другa"\rangle, \langle 0{,}3/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0{,}5/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 0{,}3/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_4 = \{\langle\langle 1/"третя"\rangle, \langle 0{,}5/"другa"\rangle, \langle 0{,}3/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0{,}5/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0{,}5/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_5 = \{\langle\langle 1/"третя"\rangle, \langle 0{,}5/"другa"\rangle, \langle 0{,}3/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}3/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}3/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_6 = \{\langle\langle 0{,}5/"третя"\rangle, \langle 1/"другa"\rangle, \langle 0{,}5/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 0{,}3/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 0{,}3/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_7 = \{\langle\langle 0{,}5/"третя"\rangle, 1\langle 0{,}5/"другa"\rangle, \langle 0{,}5/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 0{,}3/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0{,}5/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_8 = \{\langle\langle 0{,}5/"третя"\rangle, \langle 1/"другa"\rangle, \langle 0{,}5/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0{,}5/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 0{,}3/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_9 = \{\langle\langle 0{,}5/"третя"\rangle, \langle 1/"другa"\rangle, \langle 0{,}5/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0{,}5/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0{,}5/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_{10} = \{\langle\langle 0{,}5/"третя"\rangle, \langle 1/"другa"\rangle, \langle 0{,}5/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}3/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0{,}3/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_{11} = \{\langle\langle 0{,}3/"третя"\rangle, \langle 0{,}5/"другa"\rangle, \langle 1/"перша"\rangle/"категорія\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 0{,}3/"низька"\rangle/"довжина\ поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0{,}5/"норм."\rangle, \langle 0{,}3/"низька"\rangle/"вага\ поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії

Нечітка ситуація	Керуюче рішення
$\tilde{s}_{12} = \{\langle\langle 0,3/"третя"\rangle, \langle 0,5/"друга"\rangle, \langle 1/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 0,1/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0,5/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_{13} = \{\langle\langle 0,3/"третя"\rangle, \langle 0,5/"друга"\rangle, \langle 1/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0,5/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 1/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 0,3/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_{14} = \{\langle\langle 0,3/"третя"\rangle, \langle 0,5/"друга"\rangle, \langle 1/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0,5/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,5/"підв."\rangle, \langle 1/"норм."\rangle, \langle 0,5/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії
$\tilde{s}_{15} = \{\langle\langle 0,3/"третя"\rangle, \langle 0,5/"друга"\rangle, \langle 1/"перша"\rangle/"категорія поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,3/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"довжина поїзда"\rangle,$ $\langle\langle 0,3/"підв."\rangle, \langle 0,5/"норм."\rangle, \langle 1/"низька"\rangle/"вага поїзда"\rangle\}$	Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії

Таким чином, було визначено 15 основних типових ситуацій для стану „вибір черговості обслуговування поїздів по прибуттю”. Як і у першому випадку таких ситуацій могло бути набагато більше, що відображено на рисунку 4.

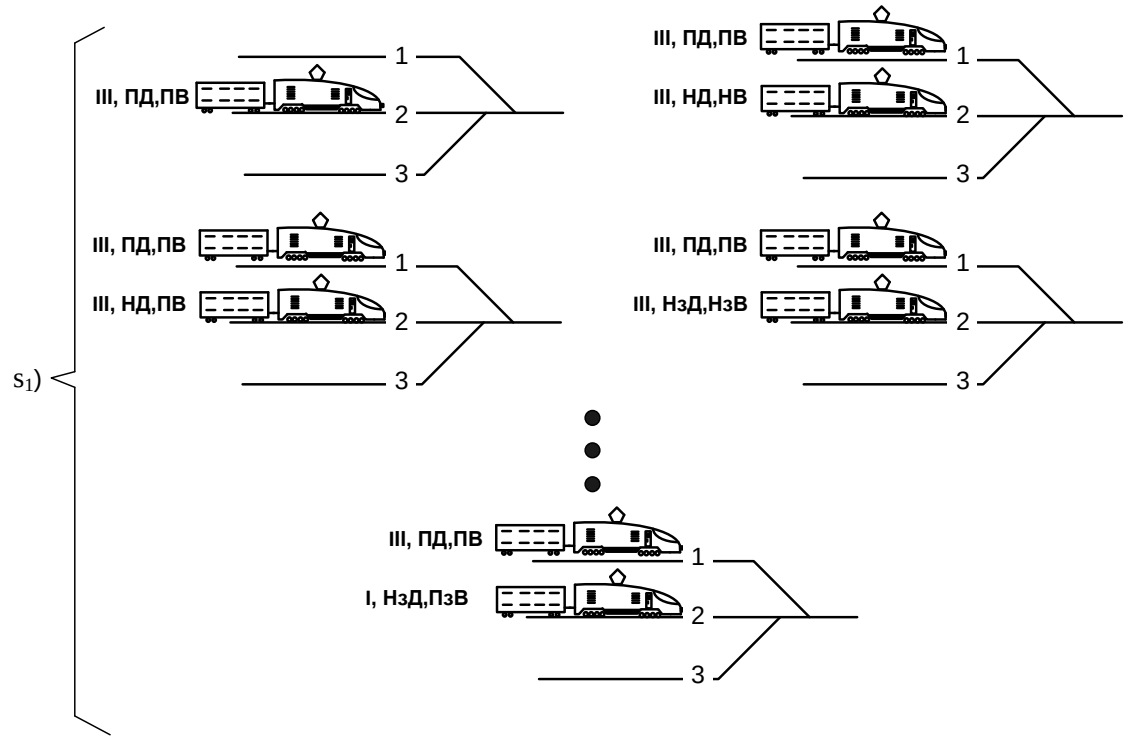


Рис. 4. Схематичне визначення варіантів реалізації ситуації s_1 для стану „Вибір черговості обслуговування поїздів по прибуттю”

В подальшому при програмній реалізації розробленої ситуаційної моделі підтримки прийняття рішення для стану „Вибір черговості обслуговування поїздів по прибуттю” її доцільно використовувати для стану „Вибір черговості відправлення поїздів зі станції”. Для цього необхідно керуюче рішення – „*Приступити до обробки поїзду, який знаходиться на №n колії*” замінити на „*Відправити поїзд з №n колії*”.

Висновки

Сформовано ситуаційну модель, що в подальшому дозволить реалізувати систему підтримки прийняття рішень на основі нечіткої логіки, яка дозволить в оперативному режимі визначати найбільш раціональні варіанти пропуску поїздів різних категорій по полігонах Укрзалізниці з метою зменшення обігу вагона як взагалі, так і по категоріях. Таким чином, буде одержана можливість безпосереднього впливу на оперативну поїзну ситуацію на різних рівнях управління з максимальною швидкістю, яка буде забезпечена використанням автоматизованих робочих місць оперативно-управлінського персоналу.

Список літератури

1. Лаврухін О.В., Доценко Ю.В. Розробка математичної моделі динамічного аналізу елементів обігу вантажного вагону // Зб.наук.праць / ДонІЗТ УкрДАЗТ, 2008. – Вип.14. – с.18 - 26.

2. Лаврухін О.В., Доценко Ю.В. Розробка динамічної моделі визначення категорії поїздів на основі нечіткої логіки // Зб.наук.праць / ДонІЗТ УкрДАЗТ, 2008. – Вип.15. – с.9 - 16.

3. Бутько Т.В., Лаврухін О.В., Доценко Ю.В. Удосконалення управління процесом просування поїздопотоків на основі стабілізації обігу вантажного вагону / Т.В.Бутько, О.В.Лаврухін, Ю.В.Доценко // Зб.наук.праць / ДонІЗТ УкрДАЗТ, 2010. – Вип.22. – с.18 – 26.

4. Мелехов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой / Мелехов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. – М. Наука. Гл. ред. Физ.-мат.-лит. – 1990. – 272 с.

Аннотация. *На основе разработанной нечеткой модели определения категории поездов рассматривается формирование ситуационной модели системы принятия решений, которая позволит анализировать входные ситуации и варианты решений относительно продвижения поездопотоков.*

Abstract. *The developed fuzzy model definition of the category of trains considered forming a situational model of decision-making, which will analyze the input situation and solutions on the progress of threads trains.*

Стаття надійшла до редакції 14.03.2013 р.

УДК: 656.07:658.71

МАЙОРОВА І.М. к.е.н, доцент,
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

УПРАВЛІННЯ ЗАКУПІВЛЯМИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА БАЗІ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ

Для ефективної реалізації задачі управління закупівлями потрібно впровадження сучасних механізмів, які ґрунтуються на стратегічному підході в організації діяльності підприємства. Таким підходом можуть бути методи оцінки й переоцінки постачальників при управлінні поставками промислового підприємства, наприклад, автотранспортного. В статті представлено авторський погляд на розв'язання такої задачі.

Постановка проблеми

На сучасному підприємстві відділу закупівель надається ключова роль. Гнучкість, готовність до змін, вміння знайти необхідних постачальників в умовах постійних змін ринкового середовища, зовнішніх чинників організації і роботи підприємства, з урахуванням вимог споживачів і підвищення їх очікування щодо продукції, яка закупається – складові без яких діяльність відділу закупівель не може бути ефективною.

На будь-якому підприємстві закупівля матеріалів, сировини, запчастин відноситься до діяльності з колосальними можливостями для покращення. Цьому сприяє значний науковий потенціал застосування наукових розробок у галузі закупівель у практичній діяльності підприємства і швидкий зворотній зв'язок за результатами їх впровадження.

Аналіз останніх досліджень

Одна із основних проблем в управління закупівлями матеріальних ресурсів – вибір постачальника. Важливість вибору постачальника пояснюється не тільки тим, що на сучасному ринку функціонує багато постачальників схожих матеріальних ресурсів, але переважно тим, що постачальник повинен бути надійним партнером підприємства в реалізації його логістичної стратегії. До основних наукових підходів вирішення задачі оцінки постачальника найбільш затребувані: оголошення конкурсу, тендера; вивчення рекламних матеріалів; відвідування виставок і ярмарків; листування й особисті контакти з можливими постачальниками. Ці підходи викладено у багатьох наукових працях Сєргєєва В.І., Омельченко В.Я., Ларіної Р.Р., Міротіна Л.Б., Колобова О.О., Мяснікової Л.О., Збаразської О.М., Череп А.О., Губенко В.К., Копнова В.О., Мазуріна О.М., Безсонова О.І., Кіндзерського В.М., Чухрай Н.О., Окландера А.М. та ін.

У працях вище названих авторів подано наукові підходи вирішення задачі управління потребами і складськими запасами промислових підприємств на базі використання ними систем MRP і CRM. Але інші питання організації закупівельної діяльності вирішується досить слабо. Основна причина такого становища, неможливість автоматизації процесу через велику кількість критеріїв і факторів, які визначають процес проведення закупівель. Наприклад, закупівля на державні замовлення проводиться відповідно до одного критерію вибору постачальника – ціна на продукцію. Відповідно, такі закупки можна автоматизувати, що і зроблено на електронних торгівельних площах. Але якість матеріалів і комплектуючих, які було закуплено на електронних торгівельних площадках та якість самого процесу постачання практично не враховується. Розуміється, що закупівля до державного бюджету не може бути з неякісним товаром, в іншому випадку з таким постачальником далі не будуть проводити договірної роботи. Зовсім інша справа з організацією процесу закупівель підприємств реального сектора економіки.

Викладення невирішеної проблеми

У сучасних ринкових умовах промислове підприємство повинно гнучко реагувати на вплив зовнішніх факторів, своєчасно перебудовувати процес закупівель під існуючу ринкову ситуацію і, як результат, забезпечити виробництво матеріалами й комплектуючими в запланований часовий термін, відповідно до вимог виробництва і в потрібній кількості.

Мета статті

Дослідити сучасні практичні механізми реалізації процесу закупівель промислового підприємства. В якості універсального підходу до управління закупками запропонувати міжнародний підхід управління закупками на базі вимог пункту 7.4 ISO 9001:2008.

Основний матеріал статті

На будь-якому підприємстві закупівля матеріалів, сировини, запчастин відносяться до діяльності з колосальними можливостями для покращення. Цьому сприяє великий науковий потенціал застосування наукових розробок у галузі закупівель у практичній діяльності підприємства і швидкий зворотній зв'язок за результатами їх впровадження. В організації процесу закупівель вітчизняного промислового підприємства простежуються наступні тенденції:

– консолідація і централізація закупівель, їх стратегічна орієнтація;

– перехід на нові форми закупівель: конкурсні торги, тендери, аукціони;

– проведення закупівель на електронних торгівельних площадках, в інтернет;

– розширення ринку закупок. [1, с.45-46]

Вказані тенденції обумовлені наступними чинниками:

– зростанням питомої ваги матеріалів і комплектуючих у собівартості продукції;

– зростання ролі конкурентних закупівель;

– високі темпи науково-технічного прогресу, зростання технічної складності продукції, яка закуповується;

– виникнення ланцюгів постачання між постачальниками і споживачами, високими рівнями кооперації і спеціалізації підприємств;

– членством України в СОТ, посиленням конкурентної боротьби ,

– підвищенням вимог споживачів до якості продукції;

– розвиток інформаційних технологій, доступність інформаційних ресурсів.[2, с.14-16]

Вказані вище нові тенденції, що обумовлені об’єктивними чинниками в галузі закупівель, не змінили основний зміст і мету процесу закупівель промислового підприємства, а саме – забезпечення внутрішніх споживачів необхідними матеріалами і комплектуючими в необхідні терміни і в необхідному обсязі. Таким чином, ключовими видами діяльності при закупівлях залишаються:

– передчасний відбір і оцінка постачальників;

– управління постачальниками за результатами переоцінки;

– робота з вимогами виробництва в матеріалах і комплектуючих;

– управління складськими запасами.[6, с. 52]

Задачу управління вимогами і складськими запасами промислові підприємства досить успішно вирішили на базі використання ними систем MRP і CRM. Але інші питання організації закупівельної діяльності вирішується досить слабо. Основна причина такого становища – неможливість автоматизації процесу через велику кількість критеріїв і факторів, які визначають процес проведення закупівель. Наприклад, закупівля на державні замовлення проводиться відповідно до одного критерію вибору постачальника — ціна на продукцію. Відповідно, такі закупки можна автоматизувати, що і зроблено на електронних торгівельних площах. Але якість ма-

теріалів і комплектуючих, які було закуплено на електронних торгівельних площадках та якість самого процесу постачання практично не враховується. Зрозуміло, що закупівля до державного бюджету не може бути з неякісним товаром, в іншому випадку з таким постачальником далі не будуть проводити договірної роботи. Зовсім інша справа з організацією процесу закупівель підприємств реального сектора економіки.

У сучасних ринкових умовах промислове підприємство повинно гнучко реагувати на вплив зовнішніх факторів, своєчасно перебудовувати процес закупівель під існуючу ринкову ситуацію і, як результат, забезпечити виробництво матеріалами і комплектуючими в запланований часовий термін, відповідно до вимог виробництва і в потрібній кількості. Процесам управління закупками, як і будь якому напрямку менеджменту підприємства, в будь який час відповідає власна стратегія, а сукупність всіх стратегій складається у єдину стратегічну поведінку підприємства, наприклад, політика закупок: забезпечення мінімальної ціни при закупівлі необхідних матеріалів і комплектуючих. Такій політиці відповідає мета, а саме: своєчасно забезпечити виробництво матеріалами і комплектуючими, відповідно до вимог виробництва за якістю, кількістю і по оптимальним цінам; оперативно реагувати на зміни вимог виробництва в матеріалах, які закуповуються з метою прийняття оптимальних рішень; провести процес закупівлі у відповідність до існуючих вимог ISO 9001:2008 [2]; скасувати рекламації замовників по покупним матеріалам і комплектуючим; мінімізувати адміністративні витрати на виконання закупівель.

Для реалізації стратегії і мети закупівель підприємству необхідно мати групу процесів, які направлені на управління закупівлями. Найпоширенішою міжнародною методикою, яка є універсальною для будь-якого підприємства виступає стандарт ISO 9001:2008, який схематично зображено на рисунку 1.

Представлена схема-алгоритм ґрунтується на процесному підході і об’єднує процеси відбору, оцінки, вибору і переоцінки постачальника. Застосування розробленого алгоритму в робочому процесі відділку закупівель дозволяє приймати рішення у виборі постачальника, які ґрунтуються на фактах, що дозволяє підвищити рівень управлінських рішень. Як приклад універсального підходу до управління закупівлями, що підходить для будь-якого підприємства, розглянемо схему процесу управління закупівлями, основану на вимогах до закупівель п. 7.4 ISO 9001:2008. (рис.1)

Організація повинна забезпечувати відповідність закуповуваної продукції встановленим закупівельним вимогам. Потрібно, щоб вид і обсяг контролю постачальника та закупленої продукції залежали від того, як впливає ця продукція на подальші процеси виготовляння продукції чи на кінцеву продукцію. Організація повинна оцінювати та вибирати постачальників, беручи до уваги їх здатність постачати продукцію відповідно до вимог організації. Потрібно встановити критерії вибирання, оцінювання та повторного оцінювання. Потрібно вести записи щодо результатів оцінювання та будь-яких необхідних дій, передбачених за цими результатами.

Інформація стосовно закупівлі**.** Потрібно, щоб в інформації стосовно закупівлі було описано продукцію, яку необхідно закупити, зокрема, якщо доцільно, вимоги до:

a) схвалення продукції, методик, процесів і устаткування;

b) кваліфікації персоналу;

c) системи управління якістю.[3, с. 210-211]

Робота з планування потреби в матеріально-технічних ресурсах підприємства проводиться з урахуванням таких складових:

– визначення потреби в фінансовому забезпеченні закупівель ресурсів. Розраховується як сумарні витрати за всі матеріальні ресурси підприємства;

– фінансове обмеження на придбання матеріальних ресурсів. Визначається на основі інформації, яка поступає до відділу матеріально-технічного забезпечення підприємства;

– виробничі плани підприємства, стратегічні і перспективні пропозиції господарської діяльності.

При наявності значних розбіжностей за обсягами фінансування, номенклатурі і термінам постачання необхідно проведення зворотного розрахунку ймовірного корегування виробничих планів.

Потребу в матеріальних ресурсах розраховують різними методами, серед яких найширше застосовують метод прямого розрахунку (детермінований), що ґрунтується на прогресивних нормах витрат матеріалів та планах випуску продукції. До методів прямого розрахунку відносять подетальний, на виробничу одиницю, за аналогами, за типовими представниками, рецептурний та ін.

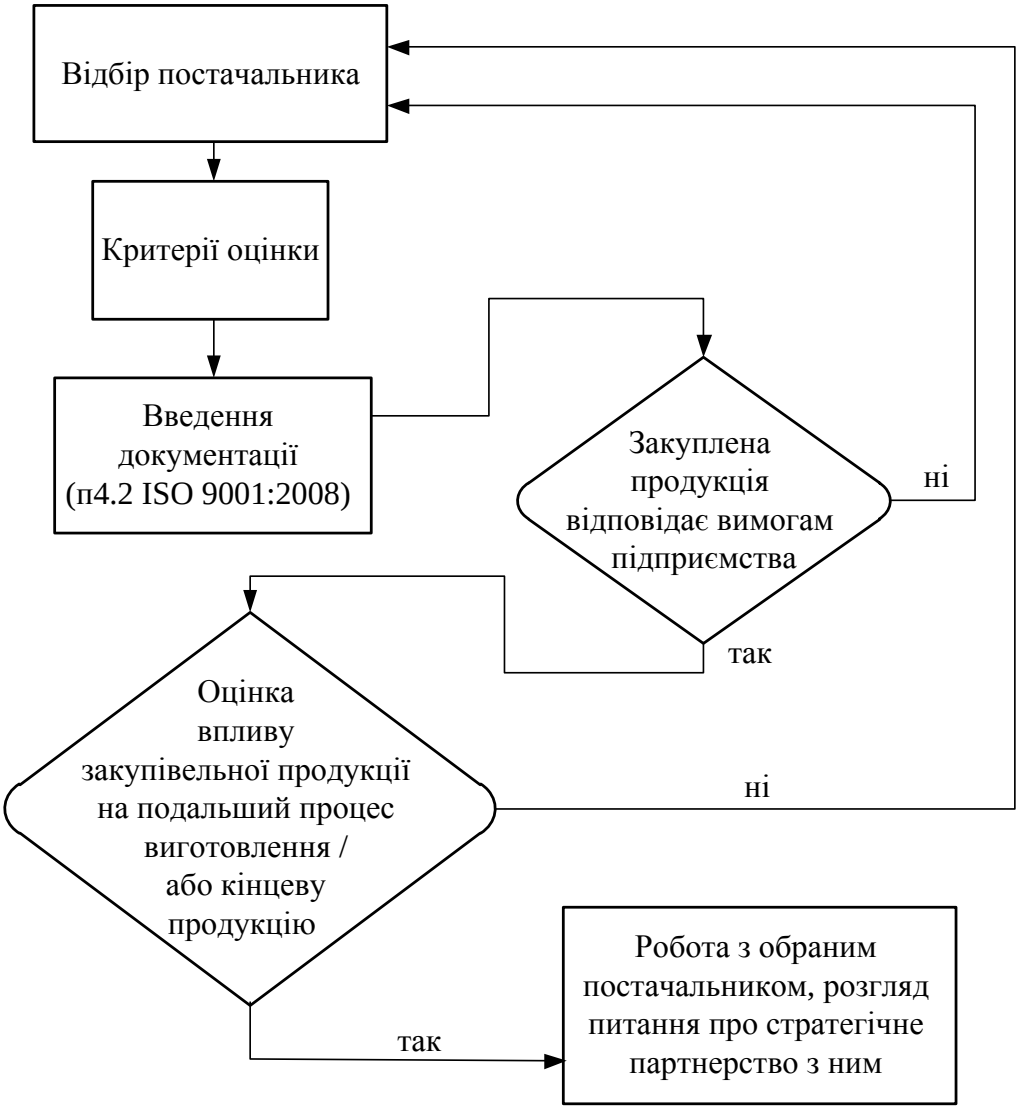


Рис. 1 Схема визначення постачальника і його оцінка відповідно до вимог системи управління якістю (ISO 9001:2008) (складено автором).

Організація повинна забезпечити адекватність установлених закупівельних вимог, перш ніж повідомляти про них постачальнику. Перевірка закупленої продукції. Організація повинна визначити та впровадити інспектування чи інші заходи, необхідні для забезпечення впевненості в тому, що закуплена продукція задовольняє встановлені закупівельні вимоги. Якщо організація чи її замовник мають намір провести перевірку у постачальника, організація повинна в інформації стосовно закупівлі зазначити передбачені заходи перевірки продукції та спосіб її випуску.

Представлена на рисунку 1 схема ґрунтується на процесному підході і об'єднує процес відбору, оцінки, вибору і переоцінки постачальників. Як приклад, розглянемо існуючу схему відбору і оцінки постачальника. Відбір і оцінка постачальника проводяться шляхом формування Листа порівняння конкурентних пропозицій, в якому група комерційних пропозицій постачальників комплексно оцінюється по ряду критеріїв (табл. 1–2)

Таблиця 1

Лист порівняння конкурентних пропозицій на закупівлю підшипників на замовлення прокатного цеху підприємства Х

№ №	Продукція постачання	Кількість, од.	Ціна виробника		Ринкові ціни				Остання закупка підприємства
			Постачальник-1 виробник № 11		Постачальник № 12		Постачальник № 14		
			ціна, у.од. з ПДВ	сума, у.од. з ПДВ	ціна, у.од. з ПДВ	сума, у.од. з ПДВ	ціна, у.од. з ПДВ	сума, у.од. з ПДВ	ціна, у.од. з ПДВ
1	Підшипник 1000801	1000	20	20000	29	29000	35	35000	19
2	Підшипник 1000901	1000	10	10000	19	19000	21	21000	9

Важливо сказати, що вибір постачальника проводиться по сукупності найкращих для поставки критеріїв. Важливість критеріїв для кожної поставки визначається в залежності від вимог виробництва. Відбір постачальників доцільно проводити шляхом моніторингу ринку і запиту комерційних пропозицій на необхідну номенклатуру закупівельної продукції. При розгляді комерційних пропозицій важливо визначити пріоритети, наприклад в такому порядку:

– комерційна пропозиція від виробника;

– комерційна пропозиція від офіційних дилерів;

– комерційна пропозиція від посередників.

Розстановка пріоритетів із пропозицій складається з тої тези, що виробник може запропонувати інноваційне рішення, більш глибоко реалізувати вимоги, що пред'явлені до продукції. Постачальників оцінюють за результатами порівняння декількох пропозицій за критеріями: огляд цін і умови постачання (табл.2)

Такі критерії, як умови і терміни постачання, надання скидки, гарантійні зобов'язання на поставку матеріалів і комплектуючих, що пропонуються постачальниками, детально розглядаються й аналізуються. При виборі постачальника обов'язково аналізується досвід попередньої співпраці з ним, вказуються виявлені проблеми. Для вибраного постачальника відділ закупівель підприємства надає аргументоване обґрунтування закупки. Лист порівняння конкурентних пропозицій повинен бути погодженим з іншими підрозділами підприємства, які відповідають за контроль фінансово-господарської діяльності.

Після вибору постачальника і проведення самого процесу постачання, відділ закупки проводить переоцінку постачальника з періодичністю, яка враховує середню тривалість постачання і придатна для оперативного реагування виробництва. Типова мета процесу закупівель – своєчасне забезпечення потреб підприємства матеріалами і комплектуючими, які відповідають встановленим вимогам. Відповідно до зазначеної мети доцільно сформулювати три групи показників для переоцінки постачальників (табл. 3)

Під час планування поставок матеріальних ресурсів передбачають такі дії:

– вибір постачальника певного виду ресурсу;

– укладання договору на поставку;
– вибір форми постачання ресурсу;
– складання плану-графіка завезення партій ресурсу.

Отже, процес матеріально-технічного постачання є складним багатогранним механізмом, в якому важливу роль відіграють не лише економічні закони та принципи, а й добре налагоджені взаємини між сторонами, що беруть безпосередню участь у цьому процесі. За умов ринку кожне підприємство мусить адаптувати систему матеріально – технічного забезпечення до його вимог, а тому більш успішними будуть ті підприємства, що краще пристосувалися до ринкових реалій. Вирішення цих завдань потребує застосування логістичних підходів для ефективного матеріально-технічного постачання підприємства.

Таблиця 2

Умови постачання і додаткова інформація про постачальника

№	Критерії оцінки	Постачальник-1 11	Постачальник № 12	Постачальник № 17
1	Умови і терміни поставки (днів, самовивіз, склад покупця, склад вантажоперевізника	На складі самовивіз	14 днів, склад покупця	7 днів, склад покупця
2	Скидка	немає	немає	немає
3	Терміни і умови постачання	передплата	Кредит 30 днів	Кредит 30 днів
4	Гарантійні зобов'язання	Відповідно до паспорту виробу	6 місяців з моменту поставки	----
5	Наявність сертифікованої системи менеджменту якості	так	так	так
6	Сертифікація продукції	Продукція сертифікована	Продукція сертифікована	Продукція сертифікована
7	Термін присутності постачальника на ринку	З 1965 року	З 1999 року	З 2005 року
8	Термін роботи з постачальником	10 років	5 років	---
9	Досвід роботи з постачальником	Без зауважень	Затримка поставки на 1 день	----
10	Придатність постачальника до гнучкої, оперативної номенклатури і обсягів постачання	Тільки обсяг постачання, номенклатура фіксована	так	так
11	Рейтинг постачальників за результатами переоцінки	50 максимальний	39	39

Для розрахунку ефективності співпраці з постачальником необхідно розробити систему комплексних показників на основі таблиці 3 і методику оцінки ефективності. Підприємство має право визначати методику оцінки ефективності роботи постачальника за власним поглядом, можливі: експертна оцінка, порівняння запланованих показників з отриманням результатів, комплексний підхід з оцінкою питомої ваги показника і значення попереднього періоду.

Таблиця 3

Критерії переоцінки постачальників (складено автором)

Критерії переоцінки постачальників	Коментарії
1. Якість і кількість поставлених матеріалів і комплектуючих	Виходячи з встановленої мети процесу закупки підприємство повинно отримати закупівельні матеріали і комплектуючі відповідно до встановлених вимог і надійної якості. Використовуючи показник даної групи, можна визначати частку невідповідної продукції в обсязі поставок.
2. Якість процесу поставки	Відповідно до встановленої попередньо мети процесу закупівлі підприємство повинно отримати закупівельні матеріали і комплектуючі у відповідний термін. Даний показник віддзеркалює відхилення від запланованих термінів і якості документарного забезпечення поставки.
3. Суб'єктивна оцінка виконання процесу роботи з постачальником	Оцінка результатів роботи з постачальником може складатися із суб'єктивної оцінки виконавця проведеної раніше роботи з постачальником.

По закінченні процесу переоцінки постачальника необхідно отримати числовий результат – рейтинг постачальника. Ці дані необхідні для прийняття управлінських рішень. Підприємство може визначати і демонструвати ступінь довіри до постачальників і рівень контролю поставленої продукції в залежності від рейтингу, наприклад, в такому порядку:

– вхідний контроль на підставі супроводжувальних документів до продукції;

– вибірковий вхідний контроль поставленої продукції;

– цілковитий вхідний контроль поставленої продукції.

Складений перелік потенційних постачальників аналізується за спеціальними критеріями, які дозволяють здійснити відбір прийнятних постачальників. Кількість таких критеріїв може складати кілька десятків і не обмежується ціною та якістю продукції, яку постачають. Крім них, можна навести ще багато суттєвих критеріїв вибору постачальника, які можуть бути не менш важливими для підприємства.

Критерії оцінки і відбору генераторів матеріальних потоків залежать від вимог споживаючої логістичної системи і можуть бути різними:

– надійність постачання;

– віддаленість постачальника від споживача;

– терміни виконання замовлень;

– періодичність постачань;

– умови оплати;

– мінімальний розмір партії товару;

– можливість отримання знижки;

– частка постачальника у покритті витрат;

– повнота асортименту;

– умови розподілу ризиків;

– наявність сервісного обслуговування;

– рекламна підтримка;

– репутація постачальника;

– фінансове становище постачальника, його кредитоспроможність та ін.

Підприємство визначає для себе найбільш значимі критерії залежно від специфіки своєї діяльності.

Внаслідок аналізу потенційних постачальників формується перелік конкретних постачальників, з якими проводиться робота із встановлення договірних відносин. Список постачальників зазвичай складається за кожним конкретним видом матеріальних ресурсів, які постачаються.

Конкретні результати за багатьма із наведених позицій досягаються як компроміс у процесі переговорів і залежать від позицій постачальника та покупця на ринку.

Оцінка результатів роботи з постачальниками. На вибір постачальника суттєвий вплив здійснюють результати роботи згідно з вже укладеними договорами. Оцінку постачальників потрібно проводити не тільки на стадії пошуку, але й у процесі роботи з уже відібраними постачальниками. Для оцінки вже відомих постачальників часто використовують методику ранжування, за допомогою якої розробляється спеціальна шкала оцінок, що дозволяє розрахувати рейтинг постачальника.

Висновки

У сучасних умовах господарювання на підприємства суттєво впливає ринкова конкуренція і для успішного існування необхідно вести бізнес найбільш ефективними методами. Один із них – широкомасштабне впровадження принципів менеджменту якості відповідно до вимог стандарту ISO 9001. Виконання вимог у проведенні оцінки і переоцінки посередників дозволяє покращити не тільки діяльність відділу закупівель, а й якість продукції, що закупається для вимог підприємства. На сучасному етапі в процесі взаємодії з постачальниками промислові підприємства прагнуть до стратегічного партнерства з останніми. Вітчизняні виробники все частіше прагнуть до усталених партнерських відносин з постачальниками ніж пошук мінімальної ціни, проведення формальних конкурсних процедур.

Стратегічне партнерство з постачальником дає промисловому підприємству стабільність відносин, покращення якості планування, можливість значного підвищення рівня сервісу відповідно до вимог споживачів, підвищення якості матеріально-технічних ресурсів. Для відповідності таким критеріям підприємство – споживач повинно максимально пильно підходити до обирання стратегічних партнерів, щоб в подальший роботі таке співробітництво не приносило підприємству додаткових проблем і не погіршувало ключових показників діяльності.

Вкрай важливим і актуальним залишається питання глибокої методологічної розробки задачі вибору стратегічного партнера з урахуванням детального аналізу як фінансово-економічних показників, так і показників, які оцінюють рівень технологічної оснащеності, управлінської і технологічної культури. Також необхідним є всебічна оцінка ризиків кожного з партнерів і пропозиції з мінімізації таких ризиків.

Список літератури

1. Миротин Л.Б. Логистика для предпринимателя: основные понятия, положения и процедуры: Учебное пособие / Л.Б. Миротин, И.Э. Ташбаев. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 252 с.

2. Парфенов А.В. Методология формирования логистической системы управления потоковыми процессами в транзитивной экономике. / А.В. Парфенов. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ. 2008. – 183 с.

3. Губенко В.К. Логистическая централизация материальных потоков: теория и методология логистических распределительных центров. Монография. / В.К. Губенко. – НАН Украины, Институт экономики промышленности. – Донецк: 2007. – 495 с.

4. Господарський кодекс України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, N 18, N 19-20, N 21-22, ст. 144

Електронний ресурс. Режим доступу:[http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/436-15]

5. Економіка логістичних систем: Монографія / [М. Василевський, І. Білик, О. Дейнега та ін.]: під ред. Крикавського Є.В. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008 — 596 с.

6. Майорова І.М. Логістика в міжнародному бізнесі. Монографія / І.М. Майорова – Маріуполь: Видавничо-поліграфічний центр ДВНЗ «ПДТУ», 2012. – 390 с.

Аннотация. *Для эффективной реализации задачи управления закупками нужны современные механизмы, основанные на стратегическом подходе к деятельности предприятия. Так, при управлении поставками ими могут служить методы оценки и переоценки поставщиков. В статье представлен авторский подход на решение данной проблемы.*

Abstract. *Fr the effective implementation of the objective of procurement — required management mechanisms based on a strategic approach to the activities of the enterprise. It is methods of assessment and reassessment of suppliers. The article presents the author's view on the solution of these problems.*

Стаття надійшла до редакції 15.03.2013 р.

УДК 620

ОСИПОВ В.О., викладач спеціальних дисциплін,
Державний вищий навчальний заклад «Луганський будівельний коледж»

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СВІТЛОПОВЕРТАЛЬНИХ ПЛІВОК ДЛЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ

Проведено експериментальне порівняння механічних властивостей сучасних світлоповертальних плівок. Надано пропозиції щодо внесення змін до існуючих нормативних документів з метою збільшення гарантійного терміну експлуатації дорожніх знаків

Постановка проблеми

Дорожні знаки є основним засобом регулювання дорожнього руху; саме з них водії отримують необхідну для безпечного проїзду інформацію, що попереджає про умови руху. Тому якість матеріалів для виготовлення знаків грає значну роль у роботі по зменшенню аварійності.

Аналіз останніх досліджень

При проведенні роботи вивчалися вимоги нормативних документів у сфері безпеки руху та метрології, які регламентують матеріали, способи виміру та правила використання дорожніх знаків на автомобільних дорогах.

Мета статті

Доведення через результати експерименту можливості збільшення гарантійного терміну використання дорожніх знаків через використання більш сучасних плівок, і як наслідок заощадження державних коштів.

Основний розділ

Виготовлення та використання дорожніх знаків в Україні регламентується національним стандартом України ДСТУ 4100 [1].

Основним параметром якості знаків є визначення коефіцієнту сили світу знаків, контроль за яким виконується за допомогою спеціального приладу – рефлектометру. Однак знаки можуть також зменшити свою експлуатаційну якість і через механічні пошкодження плівки. Проведено декілька експериментальних аналізів двох видів плівок; за основу було взято [2]. У подальшому зразок А – нова запропонована плівка, зразок Б – плівка, яка використовувалася раніше; назви виробників плівок навмисно не приводяться.

Визначення стійкості плівок до статичної дії рідини

Випробування проводилися протягом 1 години при температурі повітря 20(±2)º С і відносній вологості 65(±5) %.

Суть методу полягає у визначенні зовнішнього вигляду і захисних властивостей покриттів після дії рідини протягом заданого часу.

Вживані засоби виміру і допоміжне устаткування: піпетка, що забезпечує об'єм однієї краплі 0,1 мл.; лупа чотирьохкратного збільшення за [3];

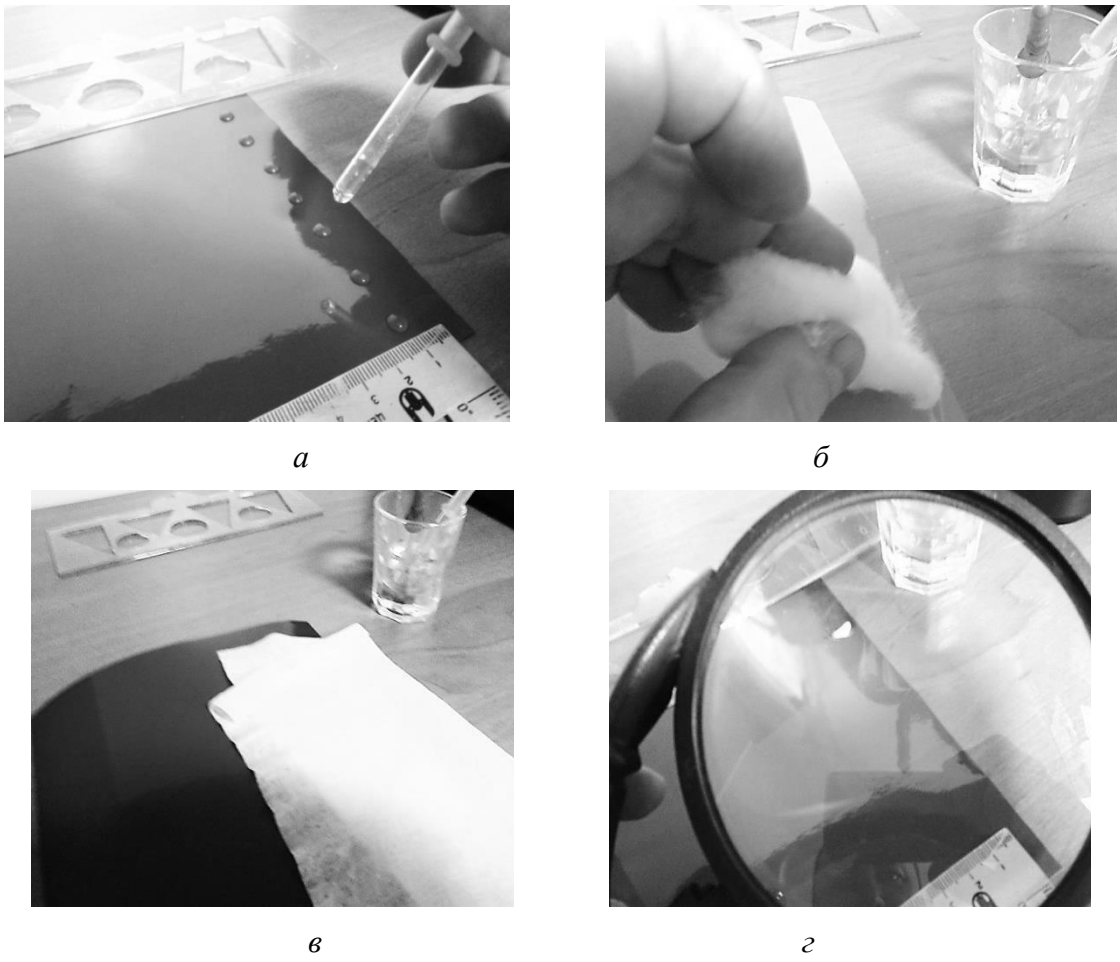
Підготовка до виконання вимірів. Було виготовлено зразки плівки розміром не менш ніж 150х150 мм.

Виконання вимірів. На горизонтально розташований зразок плівки на відстані 20 мм від краю нанесено 10 крапель рідини (рис 1а). Відстань між краплями не має бути менш ніж 20 мм. Випробування проведено на десятьох зразках плівки.

Після випробувань краплі видалено з поверхні плівки; мінеральною олією плівку було протерто ватою, злегка змоченою уайт-спіритом (до повного видалення слідів олії, рис. 1б). Після випробування бензином і 3%-вим розчином *NaCI*, плівку промито проточною водою і висушено фільтрувальним папером (рис. 1в).

Обробка результатів вимірів. При огляді було порівняно ділянку плівок на всіх зразках, де було нанесено краплі з ділянками, що не піддавалися дії рідини. При огляді було застосовано лупу чотирикратного збільшення (рис 1г).

За наявності істотного розтріскування, лущення, утворення бульбашок, згортання країв і інших дефектів, випробування повторюють на подвоєній кількості зразків. З останніх чотирьох випробовуваних зразків невідповідність вимогам допускається для одного зразку.



а *б*

в *г*

Рис. 1. Етапи проведення експерименту

У результаті проведеного аналізу жоден із зразків не виявив будь-яких дефектів.

Визначення достатньої ударної міцності зразків

Умови вимірів. Виміри проводилися при температурі повітря 20(±5)° С, відносній вологості від 45% до 80%.

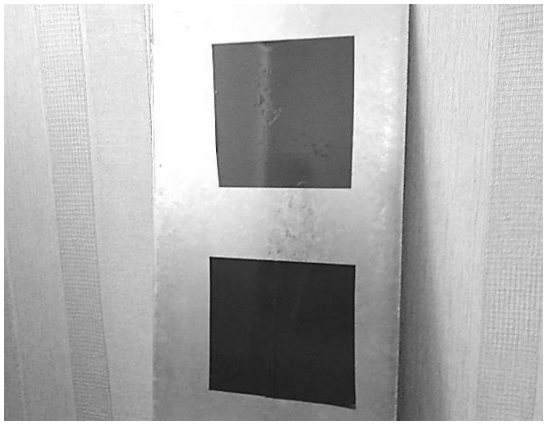
Метод визначення. Суть методу полягає в дії ударним навантаженням на зразки світлоповертальної плівки.

Вживані пристрої. Сталевий бійок зі сферичним наконечником радіусом 8 мм і масою (1.00±0.01) кг.

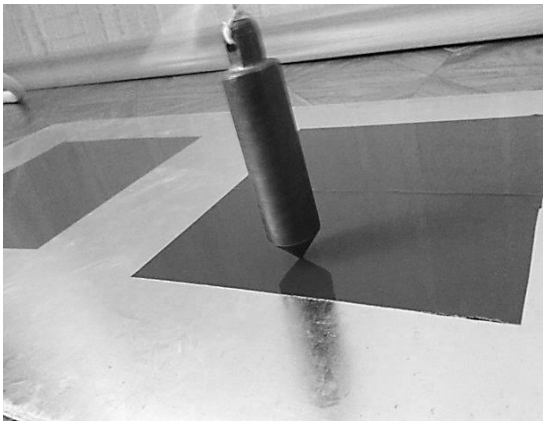
Підготовка до виконання вимірів. Для експерименту було взято фрагмент дорожнього знаку, зразки світлоповертальної плівки розміром не менш ніж 150х150 мм були наклеєні на основу дорожнього знаку (рис. 2а).

Виконання вимірів. Фрагменти знаку піддавалися ударній дії 10 разів кожен шляхом скидання на нього сталевого бійка з сферичним наконечником з висоти (1000±10) мм (рис. 2б).

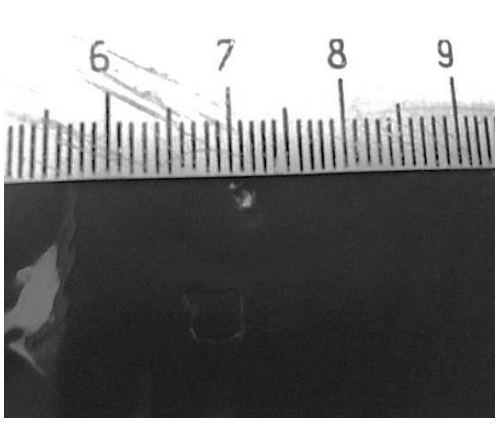
Обробка результатів вимірів. При візуальному огляді виявлялися тріщини та розміри деформації у безпосередній області удару і за її межами (рис 2в – зразок А; рис 2г – зразок Б). Результати огляду викладено у табл. 1.



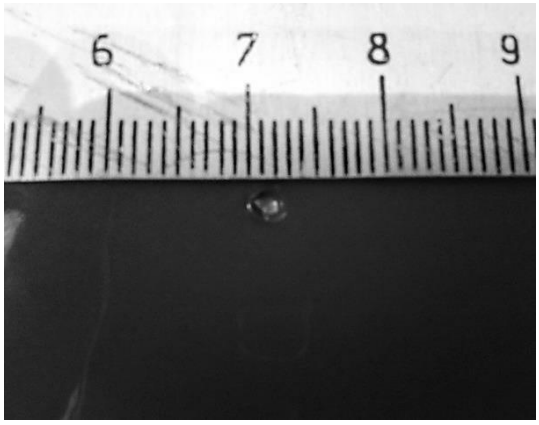
а



б



в



г

Рис. 2. Визначення ударної міцності зразків

Таблиця 1

Результати випробування зразків

Тип зразка	Виявлені пошкодження, мм									
Цикл випробування	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зразок А	2	1,5	2	2,5	2	2	1,5	2	2	1,5
Зразок Б	3	3	4	3	3,5	2	3	3	3,5	4

На основі таблиці проводимо порівняльний аналіз рівня деформації зразків (рис. 3).

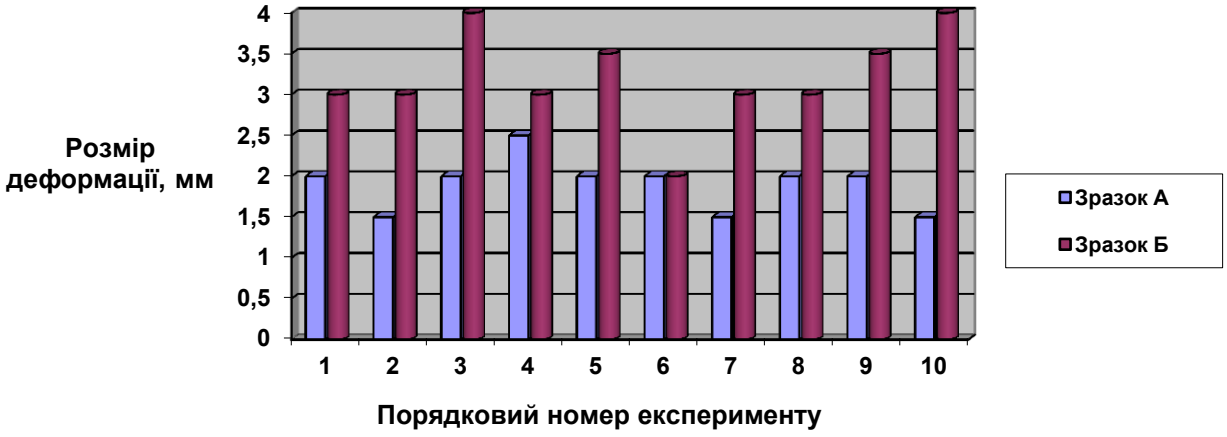


Рис. 3. Порівняльний аналіз випробувань

Як видно з гістограми, зразок А отримав менші деформації ніж зразок Б, показник зразку А тільки один раз перевищив відмітку у 2 мм, тоді як у зразка Б середній розмір деформації складає 3 мм.

Визначення міцності зчеплення клейового шару зразків (адгезії)

Умови вимірів. Виміри проводилися при температурі повітря 20(±5)º С, відносній вологості від 45% до 80%.

Метод визначення. Суть методу полягає у визначенні міри адгезії світлоповертальних плівок до основи дорожнього знаку.

Використані засоби виміру: лінійка металева за [4]; секундомір.

Використані допоміжні пристрої: вантаж масою 0,4 кг; ніж.

Підготовка до виконання вимірів. Зразки плівок розміром 200х100 мм, наклеєні на основу фрагменту дорожнього знаку.

Виконання вимірів. Плівку розрізано ножем з гострим лезом до металевої основи паралельними перерізами (через кожні 10 мм) на 10 смуг (рис. 4а).

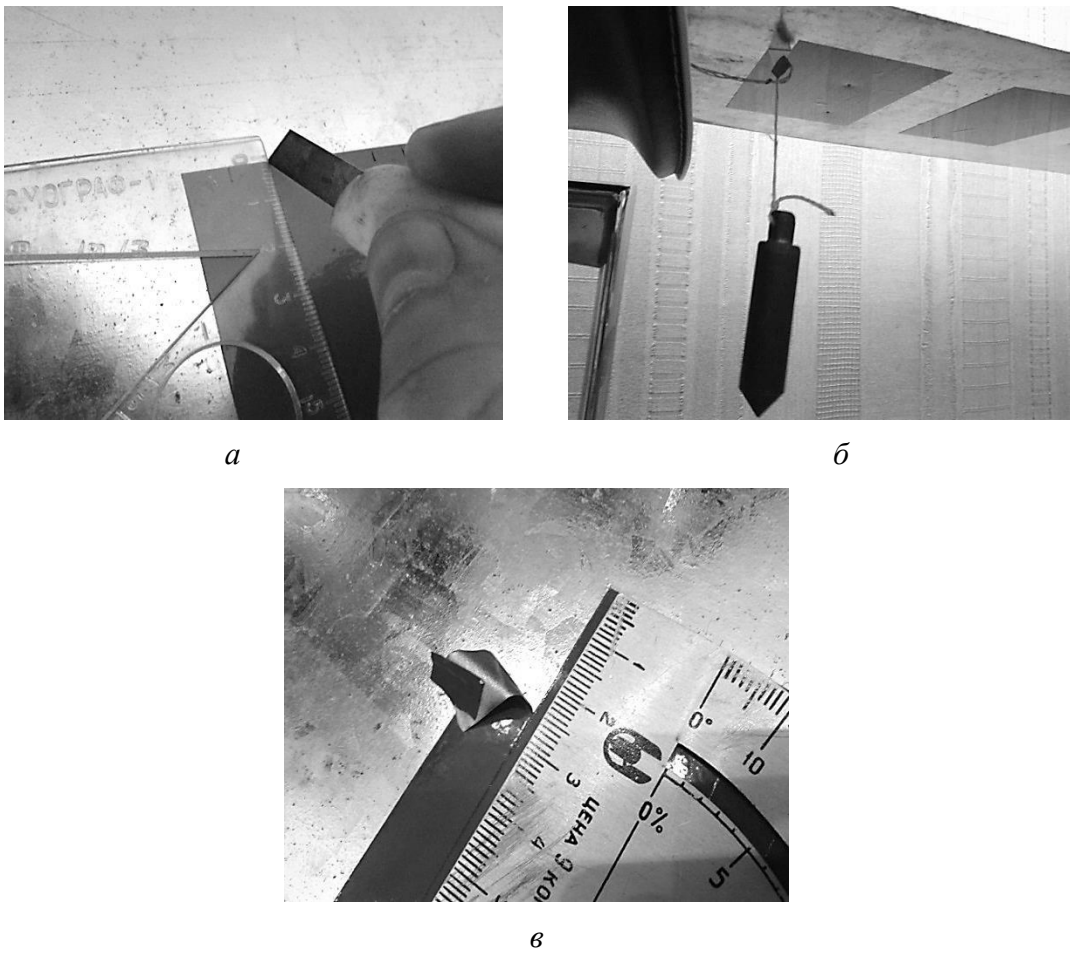
Зразки було розташовано плівкою донизу в горизонтальній площині. До заздалегідь відклеєних вручну на довжину 10 мм кінців однієї із смуг плівки був перпендикулярно підвішений вантаж масою 0,4 кг на 10 хв. Операцію було повторено для кожної із смуг (рис. 4б). Металевою лінійкою проводилися заміри величин відшарування кожної із смуг (рис. 4в).

Обробка результатів вимірів. При вимірі величини відшарування кожної із смуг за результат вважають значення, які виражені в міліметрах і закруглені до цілого значення. Результати експерименту викладено у табл. 2.

Таблиця 2

Результати випробування зразків

Тип зразка	Виявлені пошкодження (відшарування), мм									
Цикл випробування	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зразок А	12	15	20	15	10	12	15	20	20	14
Зразок Б	35	38	40	30	35	27	36	38	35	41



а *б*

в

Рис. 4. Визначення адгезії клейового шару зразків

На основі таблиці проводимо порівняльний аналіз рівня адгезії клейового шару зразків (рис. 5).

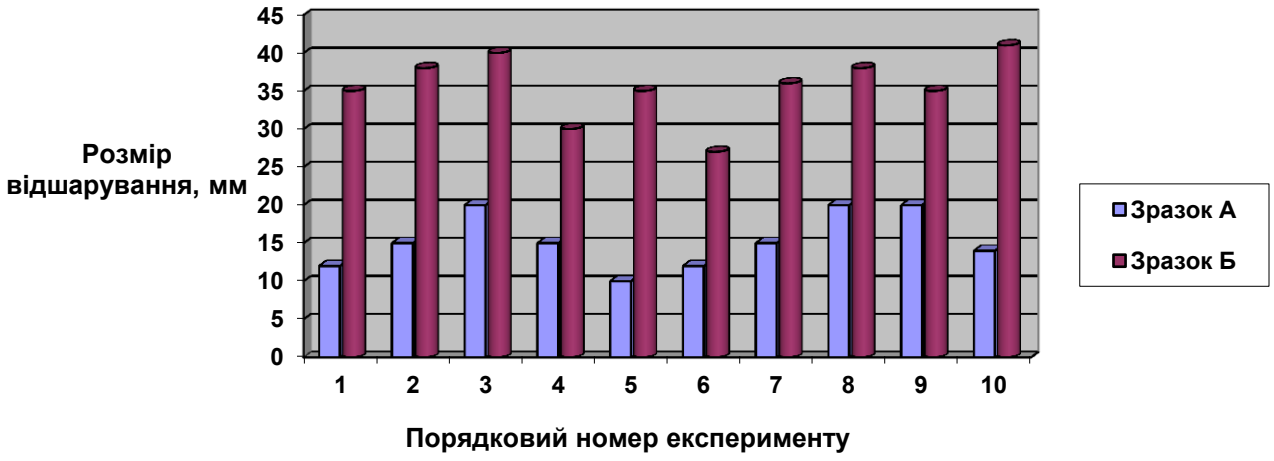


Рис. 5. Порівняльний аналіз випробувань на адгезію

Висновки

Проведене порівняльне експериментальне дослідження нового типу плівки дає змогу говорити про подальше застосування сучасних матеріалів при виготовленні знаків та про внесення змін у існуючий [1] для збільшення їх гарантійного терміну служби мінімум вдвічі (на сьогодні гарантійний термін для дорожніх знаків складає всього 1 рік). Це дасть змогу заощадити дер-

жавні кошти на експлуатаційному утриманні автомобільних доріг та направити їх на інші потреби.

Список літератури

1. ДСТУ 4100-2002. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. – К.: Держстандарт України, 2002.

2. ОДМ [проект, окончательная редакция] Рекомендации по контролю качества дорожных знаков. – М.: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2010. – 37 с.

3. ГОСТ 25706-83. Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1983. – 31 с.

4. ГОСТ 427-75. Линейки измерительные металлические. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1977. – 24 с.

Аннотация. *Проведено экспериментальное сравнение механических свойств современных световозвращающих пленок. Даны предложения относительно внесения изменений в существующие нормативные документы с целью увеличения гарантийного срока эксплуатации дорожных знаков.*

Abstract. *An experimental comparison of mechanical properties of the modern reflective films. Given suggestions on changes to the existing normative documents in order to increase warranty period of operation of road signs.*

Стаття надійшла до редакції 05.03.2013 р.

УДК 62-503.57; 519.876.5; 656.051

МОГИЛА І.А., аспірант; ДЯК М.А., ШВАРИК І.Є.
Національний університет «Львівська політехніка»

АДАПТИВНИЙ АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ РУХОМ НА РЕГУЛЬОВАНОМУ Т-ПОДІБНОМУ ПЕРЕХРЕСТІ ТА ЙОГО ЕФЕКТИВНІСТЬ

Проаналізовано адаптивні алгоритми керування рухом на регульованих перехрестях. Запропоновано алгоритм керування, який подовжуватиме дозвільний сигнал, якщо інтенсивність значна, або швидше вмикатиме наступну фазу, якщо на конфліктному напрямку є значна черга. За результатами моделювання роботи перехрестя у VISSIM встановлено, що відстань між детекторами на підході до перехрестя не впливає на ефективність роботи алгоритму.

Формулювання проблеми

Для ефективного керування дорожнім рухом на регульованому перехресті потрібно налаштовувати параметри роботи світлофорної сигналізації з урахуванням інтенсивності руху транспортних засобів. Відомо, що інтенсивність змінюється протягом дня, і її коливання можна врахувати, використовуючи часово-залежне (жорстке багатопрограмне) або транспортно-залежне (адаптивне) керування [1-2]. Використання другого є доцільнішим, оскільки параметри керування розраховуються в режимі реального часу. Першочерговим у створенні адаптивних систем є питання вибору або розроблення алгоритму керування світлофорною сигналізацією [3].

Вибір алгоритму (сукупності алгоритмів) керування залежить в першу чергу від об’єкта керування, а потім від характеристик транспортного потоку. Об’єктами керування в умовах міста можуть бути окремі ізольовані перехрестя, процес руху транспорту на яких не залежить від роботи світлофорної сигналізації на суміжних перехрестях, група перехресть магістралі або мережа магістралей. Відповідно до цього вибирають алгоритми керування. При цьому неправильний вибір керуючих впливів (робота алгоритму в неоптимальному режимі) іноді може призвести до зниження ефективності роботи перехрестя [3].

Аналіз відомих адаптивних алгоритмів керування

У загальному випадку процес керування рухом є процесом із зворотнім зв’язком, блок-схема якого наведена на рис. 1 [3-5]. Оптимізація керування за тим чи іншим алгоритмом означає пошук таких значень керуючих впливів β_j, за яких вибраний критерій якості керування Q є мінімальним (максимальним) для умов руху, що визначаються параметрами транспортного потоку α_i.

За способом опрацювання інформації, що надходить в керуючий пристрій від транспортних детекторів, алгоритми із зворотнім зв’язком для керування рухом на ізольованих перехрестях можна поділити на три групи [3, 6].

В алгоритмах першої групи питання про потребу перемикання сигналу вирішується за інформацією про стан перехрестя в даному циклі регулювання. Алгоритми другої групи враховують на кожному кроці керування історію процесу і здійснюють керування на основі ймовірнісного прогнозування ситуацій на наступному кроці. В алгоритмах третьої групи здійснюється випадковий пошук керування, що найкраще відповідає умовам руху.



Рис.1. Блок-схема процесу керування із зворотнім зв'язком:
α_i – параметри потоку, що характеризують умови руху; β_j – керуючі впливи

Алгоритми першої групи по суті є евристичними. До них належать: алгоритм пошуку розриву в транспортному потоці за фіксованих значень керуючих умов; алгоритм пошуку розриву за змінних керуючих умовах; алгоритм виклику на себе дозвільного сигналу; алгоритм порівняння концентрації транспорту на напрямку з червоним сигналом; алгоритм вимкнення дозвільного сигналу при зникненні насичення та наявності обмежень на тривалість сигналів; алгоритм керування з відбивними бар'єрами; алгоритм перерозподілу тривалості фаз [1, 3-9]. Серед перелічених алгоритмів в АСКДР найчастіше використовуються алгоритми пошуку розриву та виклику дозвільного сигналу. Інші є менш поширеними або фактично не використовуються. Алгоритми другої та третьої групи через складність реалізації не мають практичного застосування.

Під час впровадження адаптивного автоматичного керування рухом потрібно вибрати критерій якості керування. Існує багато кількісних параметрів, які можуть використовуватись як критерії, зокрема, затримка (середня і загальна), час руху, кількість зупинок, середня швидкість руху, довжина черги (середня і максимальна), тривалість заторів, ймовірність проїзду на перший дозвільний сигнал світлофора, пропускна здатність, симетрія керування (відносно напрямків руху чи потоків, що конфліктують), ефективність використання вулично-дорожньої мережі, викиди шкідливих речовин у довкілля, транспортний шум, витрати палива тощо [5, 8, 10-12]. Досвід показує, що варто використовувати не один, а декілька критеріїв.

Викладене переконує, що не існує універсального адаптивного алгоритму керування, який був би нескладним в програмній та практичній реалізації і забезпечував би ефективне керування рухом на будь-якому перехресті. Це вказує на те, що розроблення чи вдосконалення алгоритмів керування рухом на регульованих перехрестях є актуальним завданням. При цьому потрібно враховувати місцеві умови (геометрично-планувальні параметри перехрестя, умови руху, схема пофазного роз'їзду тощо).

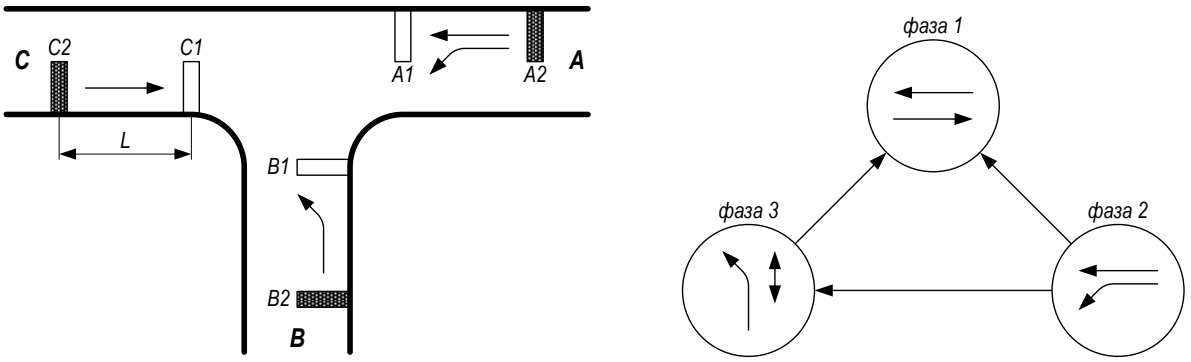
Характеристика запропонованого алгоритму керування

У роботі [13] встановлено, що за зростання інтенсивності руху транспортні потоки стають стаціонарнішими, тобто кількість автомобілів, що проїжджають через певний переріз дороги протягом однакових інтервалів часу, мало відрізняється між собою. Зважаючи на це, для перехресть із значною інтенсивністю прибуття автомобілів запропоновано використовувати жорстке керування, а за малої інтенсивності, коли потоки не є стаціонарними, – адаптивне [13].

Однак відомо, що інтенсивність прибуття автомобілів до перехрестя не є постійною, і за її зменшення знижується стаціонарність потоків. При цьому на перехрестях можуть виникати ситуації, коли зникає насичення на дозвільному сигналі (виникають значні розриви у потоці) або не всі транспортні засоби встигають проїхати перехрестя за перший дозвільний сигнал світлофора. Тому доцільним є застосування алгоритму керування, який базуватиметься на жорсткому циклі, проте вловлюватиме розриви у транспортних потоках, буде подовжувати дозвільний си-

гнал, якщо інтенсивність значна, або швидше вмикатиме наступну фазу, якщо на конфліктному напрямку є довга черга. Послідовність перемикання фаз при цьому не змінюватиметься.

Розглянемо типове Т-подібне перехрестя (рис. 2, а), рух на якому організовано у 3-х фазах (рис. 2, б). Послідовність перемикання фаз не змінюється. Для фіксування параметрів транспортних потоків на кожному підході використовуються два детектори: один в перерізі стоп-лінії фіксує розриви у транспортному потоці (А1, В1, С1), а другий, розташований на відстані L від першого проти руху, – тривалість очікування автомобіля з порядковим номером у черзі N (А2, В2, С2). При цьому відстань між детекторами може впливати на ефективність роботи алгоритму.



а) **б)**

Рис. 2. Схема регульованого Т-подібного перехрестя з детекторами транспорту (а) та пофазний роз'їзд на ньому (б)

Блок-схему запропонованого алгоритму керування рухом (на прикладі підходу *А*) наведено на рис. 3. У разі, коли тривалість дозвільного сигналу є меншою за $t_{\min}$ (мінімальна тривалість сигналу за ДСТУ 4092-2002 «Світлофори дорожні» або мінімальний час, потрібний пішоходам для переходу проїзної частини), алгоритм жодних дій не пропонує. Проте у разі, якщо тривалість сигналу є більшою за $t_{\min}$, але не перевищує $t_{зел}$ (тривалість дозвільного сигналу за жорсткого регулювання), то алгоритм перевіряє, чи не зникає насичення під час роз'їзду черги. Якщо розрив у транспортному потоці не перевищує $g_{\max}$, жодних дій не виконується. В іншому разі перевіряється тривалість очікування автомобілів на конфліктних напрямках та вмикається наступна фаза. Якщо тривалість дозвільного сигналу перевищує $t_{зел}$, розриви у транспортному потоці є менші ніж $g_{\max}$, а очікування автомобілів на конфліктному напрямку незначне, то наступна фаза не вмикається. В іншому разі вмикається наступна фаза. Для підходів *В* та *С* алгоритм записується аналогічно.

Моделювання роботи перехрестя

У дослідженні роботи регульованого перехрестя з розробленим алгоритмом керування найкраще використати імітаційне моделювання [14]. При цьому для моделювання роботи перехрестя дослідники використовують спеціалізований продукт VISSIM, універсальне середовище MATLAB або інші програмні продукти. Оскільки VISSIM має додатковий модуль VAP для запису логіки роботи контролера, то це середовище вибрано для моделювання роботи перехрестя та дослідження роботи алгоритму.

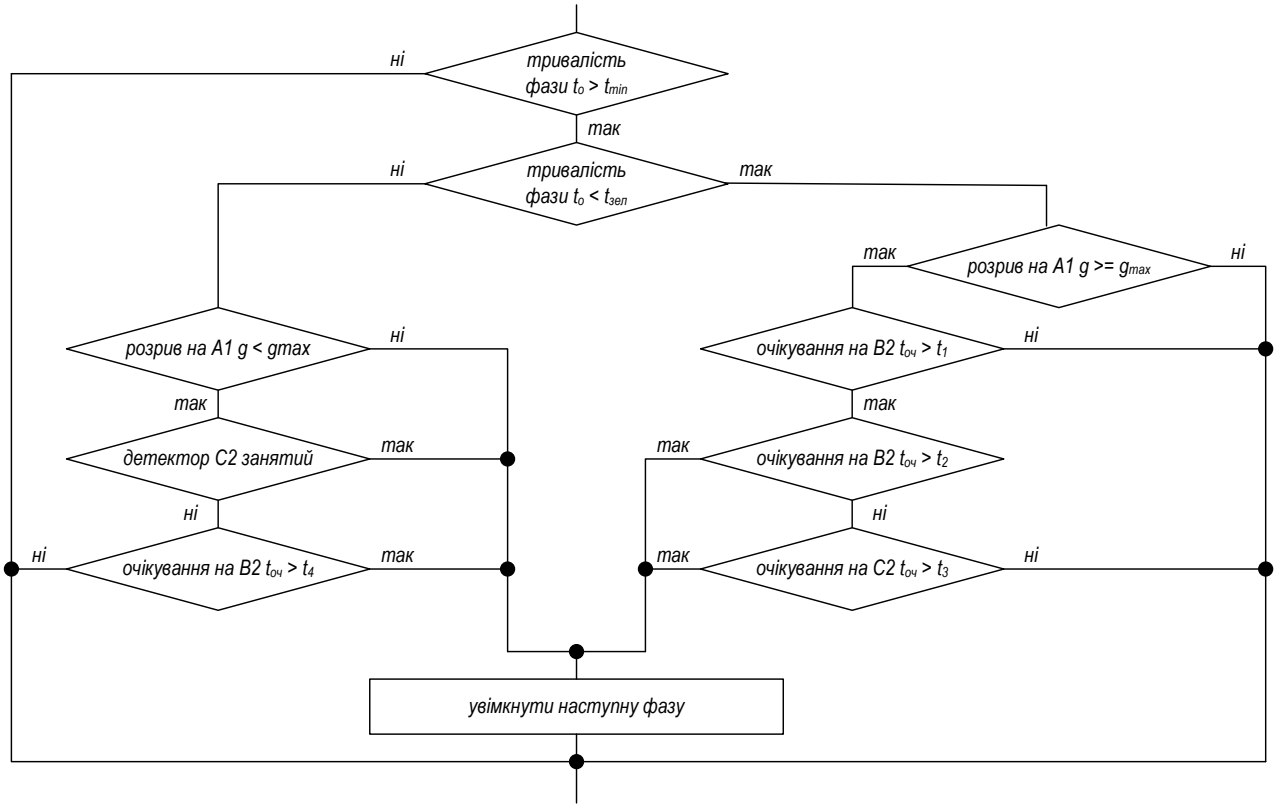


Рис. 3. Фрагмент алгоритму керування дорожнім рухом для підходу А на Т-подібному перехресті

У цьому дослідженні вибрано регульоване Т-подібне перехрестя вул. Личаківська – вул. Пасічна (м. Львів). Транспортні потоки на перехресті є інтенсивними, і їх інтенсивність різко змінюється протягом дня (перехрестя розташоване на околиці, тому зранку переважають потоки до центру міста, ввечері – від центру). Крім цього, в потоках є значна частка вантажних автомобілів та автобусів. Це вказує на потребу оптимізації світлофорного регулювання для зменшення затримок, в тому числі з використанням адаптивного керування.

Регулювання на перехресті є жорстким трипрограмним. Кількість фаз регулювання – 3 (рис. 4). Правоповоротні потоки рухаються безконфліктно у всіх фазах. Тривалість проміжних тактів – 3 с.

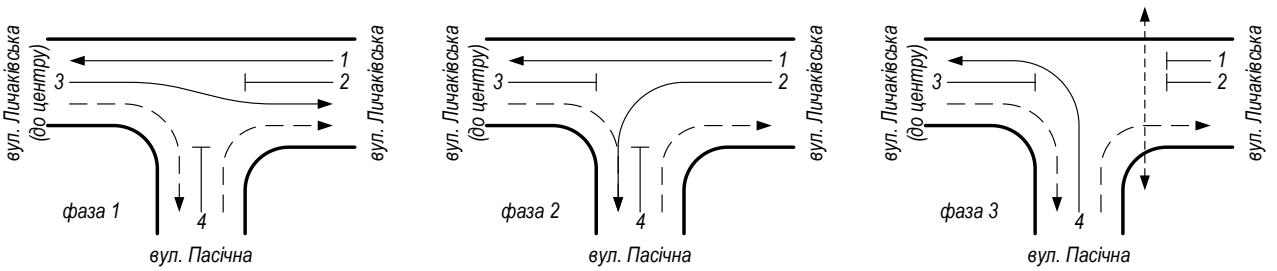


Рис. 4. Пофазний роз'їзд на перехресті вул. Личаківська – вул. Пасічна

В імітаційну модель перехрестя вул. Личаківська – вул. Пасічна закладено жорстке регулювання за програмою, яка вмикається у період ранкового піку (тривалість циклу 95 с). Зважаючи на це, було задано інтенсивність транспортних потоків та їх склад, які спостерігаються на перехресті у ранковий період. Для створення адаптивного алгоритму керування також було створено 2 файли: файл опису сигнальних груп та перехідних інтервалів та файл логіки із розробленим алгоритмом.

Методика проведення експерименту

Робота перехрестя моделювалась протягом години. Кількість імітацій для усереднення результатів – 5. Результатами моделювання були середні затримки транспортних засобів, середні черги перед стоп-лінією та тривалість горіння дозвільного сигналу.

В алгоритмі керування використовується інформація з двох детекторів: один розташований на стоп-лінії, інший на деякій відстані перед ним. Щоб визначити відстань між детекторами, за якої затримки та черги будуть мінімальними, проведено дослідження для різних відстаней – 20, 25, 30, 35, 40, 45 та 50 м.

Аналіз результатів дослідження

Опрацьовані результати моделювання роботи перехрестя вул. Личаківська – вул. Пасічна наведено у табл. 1-3 (номери напрямків відповідають вказаним на рис. 4), в останньому стовпці таблиць – результати моделювання за жорсткого керування. Графічно результати наведено на рис. 5-7.

Таблиця 1

Усереднені значення довжини черги (м) залежно від відстані між детекторами для кожного підходу

Напрямок	Адаптивне керування							Жорстке керування
	Відстань між детекторами, м							
	20	25	30	35	40	45	50	
1	27,2	23	23,8	24,6	26	22,4	24	29
2								
3	21,8	20,4	22	22,4	23,4	24,6	25,6	21,8
4	40,6	46,2	34,8	44,8	38	38,2	39,6	40,6

Таблиця 2

Усереднені значення затримок (с) залежно від відстані між детекторами для кожного підходу

Напрямок	Адаптивне керування							Жорстке керування
	Відстань між детекторами, м							
	20	25	30	35	40	45	50	
1	21,84	18,28	18,54	19,5	20,18	17,52	18,56	21,84
2	26,42	24,92	26,4	26,9	28,24	29,26	30,08	26,42
3	37,52	31,62	34,24	33,4	35,42	32,1	33,1	37,52
4	51,24	53,96	45,92	55,46	49,14	48,44	51,56	51,24

Таблиця 3

Усереднені значення горіння зеленого сигналу (с) залежно від відстані між детекторами для кожного підходу

Напрямок	Адаптивне керування							Жорстке керування
	Відстань між детекторами, м							
	20	25	20	25	20	25	20	
1	44,02	45,12	47,24	48,98	48,86	51,38	52,58	51
2	17,3	18,1	18,76	19,28	19,3	20,28	20,56	31
3	21,7	22,04	23,48	24,68	24,56	26,1	26,98	35
4	34,04	34,12	34,36	34,68	34,76	34,78	35,14	20

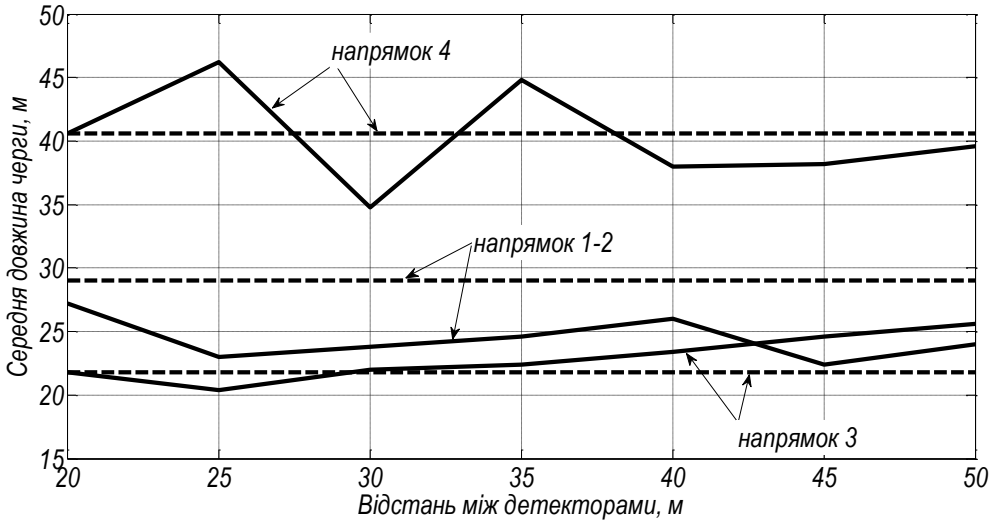


Рисунок 5. Вплив відстані між детекторами на середню довжину черги (суцільна лінія – адаптивне керування, штрихова – жорстке)

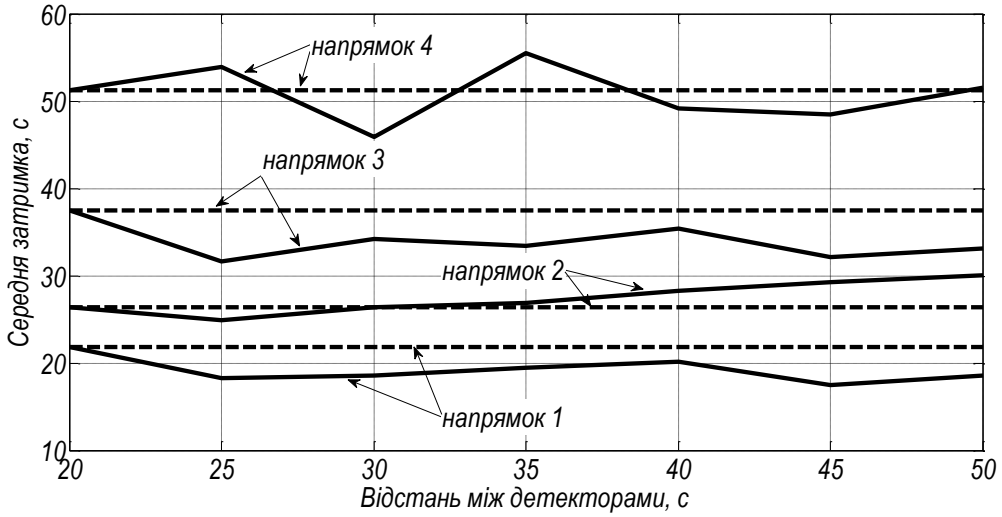


Рисунок 6. Вплив відстані між детекторами на середні затримки при проїзду перехрестя (суцільна лінія – адаптивне керування, штрихова – жорстке)

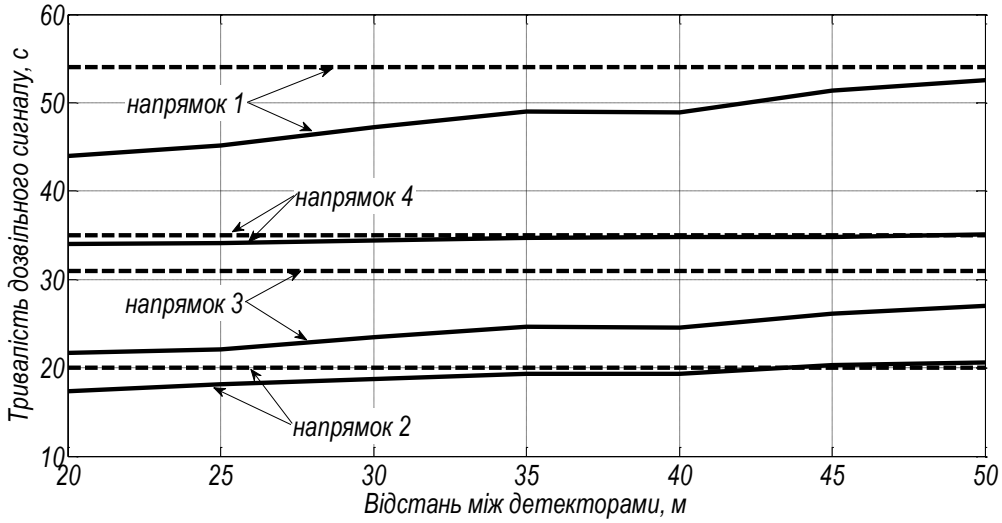


Рисунок 7. Вплив відстані між детекторами на тривалість дозвільного сигналу (суцільна лінія – адаптивне керування, штрихова – жорстке)

З рис. 5 та 6 видно, що застосування запропонованого алгоритму призводить до покращення роботи перехрестя. Зокрема, на найбільш інтенсивному напрямку 1-2 (вул. Личаківська до центру та ліворуч на вул. Пасічну) середні черги порівняно з жорстким керуванням зменшуються 4-7 м (0,6-1,1 автомобілі), на інших напрямках не змінюються. Проте середні затримки зменшуються на всіх напрямках на 2-7 с.

З рис. 5 та 6 також видно, що відстань між детекторами практично не впливає на ефективність роботи алгоритму, оскільки зниження затримок і черг спостерігається для всіх відстаней. З цього випливає, відстань між детекторами не є визначальним параметром під час практичної реалізації адаптивного алгоритму на перехресті. Отже, відстань між детекторами можна приймати будь-яку в діапазоні 20-50 м, що дає змогу суттєво знизити витрати шляхом встановлення, наприклад, відеодетекторів на існуючі опори або індукційних рамок в місцях, де не проходять комунікації. За критерієм мінімальних черг та затримок найбільша ефективність досягається за відстані між детекторами 25-30 м та 43-47 м (рис. 5 та 6).

З рис. 7 видно, що за менших відстаней між детекторами середні тривалості дозвільних сигналів, і, відповідно, тривалість циклу, є меншими, ніж за жорсткого керування. За відстані між детекторами 50 м ці тривалості практично однакові.

Висновок

На основі аналізу адаптивних алгоритмів керування дорожнім рухом на регульованих перехрестях встановлено, що не існує універсального алгоритму, який би підходив для всіх перехресть. Кожен з них або має межі застосування, або призначений для керування рухом в конкретних умовах. Частина відомих алгоритмів є занадто складними для практичного використання.

Добові зміни інтенсивності транспортних потоків, які прибувають до перехрестя, можна врахувати багатопрограмним жорстким керуванням. Проте транспортні потоки не є стаціонарними, і в них можуть виникати або значні розриви, або різке збільшення інтенсивності. Тому запропоновано адаптивний алгоритм керування рухом, який базується на жорсткому циклі, проте вловлює різкі коливання інтенсивності транспортних потоків. Використання його, порівняно з жорстким регулюванням, призводить до зменшення затримок та черг перед перехрестям. Крім цього, встановлено, що відстань між детекторами на одному підході практично не впливає на ефективність роботи алгоритму.

Список літератури

1. Пржибыл П., Свитек М.: Телематика на транспорте (пер. с чешского). МАДИ. Москва, 2003. – 540 с.

2. Traffic Signal Timing Manual / P. Koonce [and others] – McLean: US Department of Transportation, 2008. – 264 p.

3. Брайловский Н.О. Управление движением транспортных средств / Н.О. Брайловский, Б.И. Грановский. – М.: Транспорт, 1975. – 112 с.

4. Врубель Ю.А. Потери в дорожном движении / Ю.А. Врубель. – Мн.: БНТУ, 2003. – 380 с.

5. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука; О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2012. – 468 с.

6. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: Учебник для вузов / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 280 с.

7. Капитанов В.Т. Управление транспортными потоками в городах / В.Т. Капитанов, Е.Б. Хилажев – М.: Транспорт, 1985. – 94 с.

8. Иносэ Х. Управление дорожным движением; пер. с англ. / Х. Иносэ, Т. Хамада // под ред. М.Я. Блинкина – М.: Транспорт, 1983 – 248 с.

9. Гаврилов А.А. Моделирование дорожного движения / А.А. Гаврилов – М.: Транспорт, 1980. – 190 с.

10. Пономаренко Л.А. Управління нестаціонарними транспортними потоками на регульованих перехрестях: дис. … канд. техн. наук: 05.22.01 / Любов Анатоліївна Пономареко. – К.: НТУ, 2006. – 145 с.

11. Левашев А.Г. Проектирование регулируемых пересечений: учеб. пособие / А.Г. Левашев, А.Ю. Михайлов, И.М. Головных. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 208 с.

12. Капитанов В.Т. Методика расчета светофорных циклов: пособие / В.Т. Капитанов, С.В. Шауро. – М.: ВНИИБДР МВД СССР, 1979. – 44 с.

13. Дідківська Л.С. Гнучкі методи світлофорного регулювання в умовах не стаціонарності параметрів транспортного потоку: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.22.01 / Людмила Сергіївна Дідківська. – К. НТУ, 2011. – 20 с.

14. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Дрю – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.

Аннотация. *Проанализированы адаптивные алгоритмы управления движением на регулируемых перекрестках. Предложен алгоритм управления, который удлиняет разрешающий сигнал, если интенсивность большая, или включает следующую фазу, если на конфликтном направлении есть длинная очередь. По результатам моделирования работы перекрестка у VISSIM установлено, что расстояние между детекторами на подходе к перекрестку не влияет на эффективность работы алгоритма.*

Abstract. *The adaptive algorithms for traffic control at signalized intersections were analyzed. It was proposed the control algorithm which will extend the green light if the traffic volume is high or turn on the next stage if it is the long queue at the conflict direction. Based on the VISSIM simulation of the intersection functioning it was determined that the distance between detectors at the intersection's approach doesn't influent on the efficiency of algorithm functioning.*

Стаття надійшла до редакції 15.04.2013 р.

УДК 656

КРАСНОШТАН О.М., к.т.н.,
Національний транспортний університет (м. Київ);
ЄФРЕМЕНКО О.М., асистент,
Донецька академія автомобільного транспорту;
САЛО М.М.,
Державне підприємство "Українська залізнична швидкісна компанія" (м. Київ)

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, ЩО ЗАСТОСОВУВАЛИСЬ ПІД ЧАС ТУРНІРУ УЄФА ЄВРО 2012

Розглянуто інноваційні технології та підходи до транспортного обслуговування масштабних спортивних подій, а також досвід та результати їх застосування під час проведення в Україні матчів фінальної частини чемпіонату Європи 2012 року з футболу

Постановка проблеми

Проведення матчів фінальної частини чемпіонату Європи 2012 року з футболу (далі – Турнір УЄФА ЄВРО 2012™) пов'язане із значним скупченням людей біля стадіонів та в центральних частинах приймаючих міст – в окремих випадках ця кількість перевищувала 300 000 осіб. Очевидно, це спричиняє значне навантаження на транспортну систему міста: вулично-дорожну мережу, систему громадського транспорту та основні транспортно-пересадочні вузли – аеропорти, залізничні та автовокзали. Ситуація ускладнюється ще й тим, що до транспортного обслуговування окремих категорій учасників та гостей Турніру (так звані цільові групи УЄФА) – команд, арбітрів, керівників УЄФА тощо, а також осіб, щодо яких здійснюється Державна охорона, висуваються окремі жорсткі вимоги. Складності цій задачі додає ще й факт, що планування та організація транспортного обслуговування Турніру відбувається в умовах обмежених ресурсів, а всі прийняті рішення повинні безумовно гарантувати безпеку громадян. Тому ефективне і раціональне планування та організація транспортного обслуговування масштабних заходів є серйозною задачею, яка потребує комплексного підходу до його рішення.

Під час проведення Турніру УЄФА ЄВРО 2012™ Україна здобула унікальний досвід в усіх галузях, причетних до організації заходу, зокрема і в сфері транспортного забезпечення. Запропоновані та практично апробовані підходи та рішення пройшли реальну практичну оцінку. І на сьогодні важливим є узагальнення набутого досвіду з тим, щоб у майбутньому застосовувати перевірені підходи та не допустити повторення допущених помилок.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Планування транспортного обслуговування Турніру УЄФА ЄВРО 2012™ розпочалось ще у 2007 році. Протягом етапу планування було проведено ряд серйозних досліджень у цьому напрямку. Зокрема, проведено ґрунтовний аналіз світового досвіду та його адаптація до українських реалій. Здійснено прогнозування попиту на транспортні переміщення та запропоновано методи його задоволення. Підготовлено концепцію транспортного обслуговування Турніру. Вагомий вклад у цьому напрямку здійснили видатні вчені А.М. Новікова, І.А. Вікович, А.М. Редзюк, М.Ю. Григорак, М.М. Жук, Р.М. Зубачик, О.Г. Вілюра О.Г. [1-4]. Зміст ідей, підходів та рішень, запропонованих у працях цих учених були практично запроваджені під час проведення Турніру і зарекомендували себе позитивно.

Основна частина

Турнір УЄФА ЄВРО 2012, який проводився в Україні та Польщі влітку 2012 року, став визначною спортивною подією за останні 30 років. Розклад Турніру складався з 31 футбольного матчу, 16 з яких було проведено в Україні, включаючи фінальний матч 1 липня 2012 року. В Україні матчі Турніру проводились у чотирьох містах (рис. 1, табл. 1).

Таблиця 1

Параметри приймаючих міст Турніру УЄФА ЄВРО 2012™ в Україні

Місто	Кількість та категорії матчів	Стадіон	Місткість стадіону, осіб	Місткість фанзони, осіб
Київ	5 = 3 групових матчі + 1 чвертьфінал + 1 фінал	НСК "Олімпійський"	63000	200000
Донецьк	5 = 3 групових матчі + 1 чвертьфінал + 1 півфінал	Донбас-Арена	50000	150000
Харків	3 групових матчі	Стадіон "Металіст"	33000	150000
Львів	3 групових матчі	Арена Львів	30000	80000



Рис. 1. Приймаючі міста Турніру УЄФА ЄВРО 2012 ™ в Україні та Польщі

Зважаючи на важливість заходів, підготовка та саме транспортне обслуговування було проведено на найвищому рівні за світовими стандартами – таку оцінку було надано експертами УЄФА. Зокрема, до підготовки та організації транспортного обслуговування Турніру були залучені найкращі фахівці та сили Уряду, центральних та місцевих орагнів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування та суб'єктів господарювання.

Організація транспортного обслуговування цільових груп УЄФА

Для планування та організації транспортного обслуговування Турніру УЄФА ЄВРО 2012™ учасників, організаторів, вболівальників усіх причетних до цієї знаменної події осіб було розділено на такі цільові групи:

- Національні збірні команди
- VIP-гості та сім'я УЄФА
- Особи, щодо яких здійснюється Державна охорона;
- Персонал УЄФА та місцевий організаційних комітетів (МОК)
- Персонал із забезпечення телетрансляцій заходів
- Вболівальники з квитками на стадіон
- Інші вболівальники (в тому числі глядачі фан-зони)

Транспортне обслуговування кожної із спеціалізованих цільових груп вимагає особливих підходів, оскільки:

- Обслуговування цільових груп УЄФА (відповідальність УЄФА та Місцевого організаційного комітету) чітко регламентується відповідними вимогами та стандартами УЄФА. Крім того, національні збірні команди, персонал, сім'я УЄФА – це спеціалізовані цільові групи, відсутність яких унеможливила б проведення будь-якого матчу, що потягнуло б за собою складні наслідки. У порівнянні з масовими вболівальниками, ці групи не є чисельними, але є дуже важливими.
- Обслуговування вболівальників (відповідальність Уряду та приймаючих міст) надскладне через їх велику кількість, важку керованість транспортних та пішохідних потоків, а також необхідність гарантування безпеки та правопорядку.

Відповідно до складеного розкладу матчів, перевезення цільових груп УЄФА відбувалося за наступними основними маршрутами, які сполучають офіційні місця Турніру (Рис. 2.):

- Аеропорт – базовий тренувальний центр - аеропорт;
- Базовий тренувальний центр – стадіон – Базовий тренувальний центр;
- Аеропорт – штаб-квартира - аеропорт;
- Аеропорт – стадіон – аеропорт;
- Штаб-квартира – стадіон – штаб-квартира.

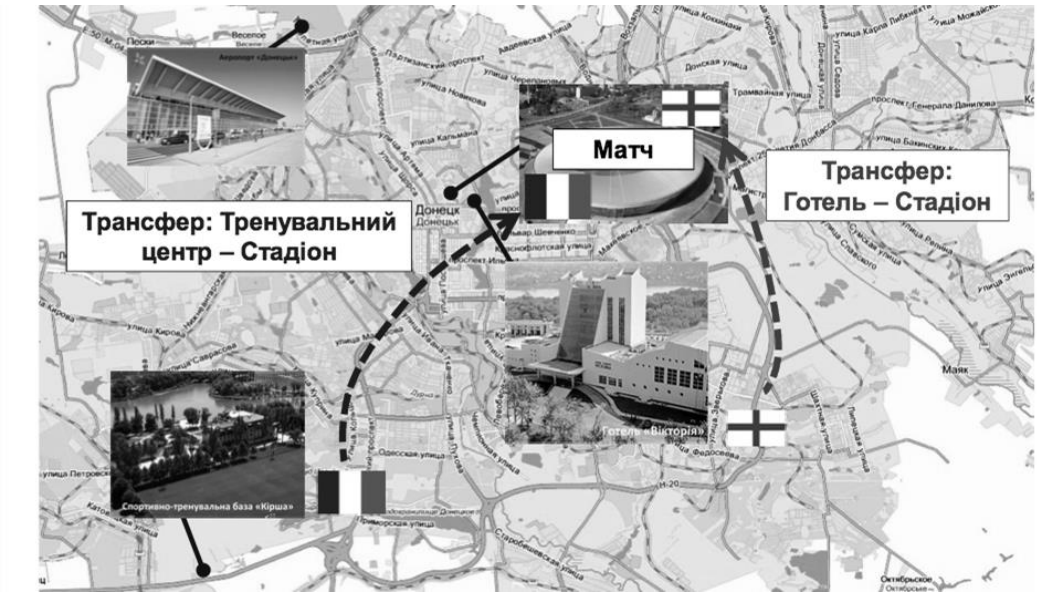


Рис. 2. Розміщення офіційних місць та маршрути переміщення цільових груп УЄФА між ними на прикладі міста Донецька

Особливістю транспортного обслуговування в столиці України – Києві – було те, що використовувалося 2 аеропорти: Державний Міжнародний аеропорт "Бориспіль та Міжнародний аеропорт "Київ" (Жуляни).

З метою забезпечення вчасного та безпечного прибуття Національних збірних команд до офіційних місць Турніру та на стадіони, їх транспортне обслуговування виконувалося із супроводженням ескорту автомобілів ДАІ без перекриття руху. Цей підхід дозволив не допустити жодного серйозного інциденту та запізнення команд та забезпечити їх своєчасне прибуття на стадіон.

Рухомий склад, який використовувався для обслуговування цільових груп УЄФА:

Для обслуговування використовувалося 3 типи рухомого складу:

Автобуси – туристичні автобуси VIP-класу з кількістю місць для сидіння не менше 49. Основні моделі автобусів: ЛАЗ-5208NL, Setra-S416GT-HD.

Здійснювалося резервування наявності рухомого складу у випадку виникнення технічних проблем – в дні матчів у приймаючому місті перебував принаймні один резервний автобус. Випадки залучення резервних автобусів для перевезення не зафіксовані.

Легкові автомобілі: відповідно до умов проведення Турніру, всі легкові автомобілі різного класу, залучені для перевезення цільових груп УЄФА надані спонсорами (компанії «Hyundai» та «Kia»).

Обслуговування масових цільових груп

Масові цільові групи – вболівальники із квитками на матч та решта вболівальників обслуговувалися за такими основними маршрутами (Рис. 3):

- Аеропорт – кінцева станція метро – стадіон – кінцева станція метро – аеропорт;
- Центр міста (фан-зона) – стадіон – центр міста;
- Аеропорт – центр міста (фан-зона) – аеропорт.
- Залізничний вокзал – центр міста (фан-зона) – залізничний вокзал;

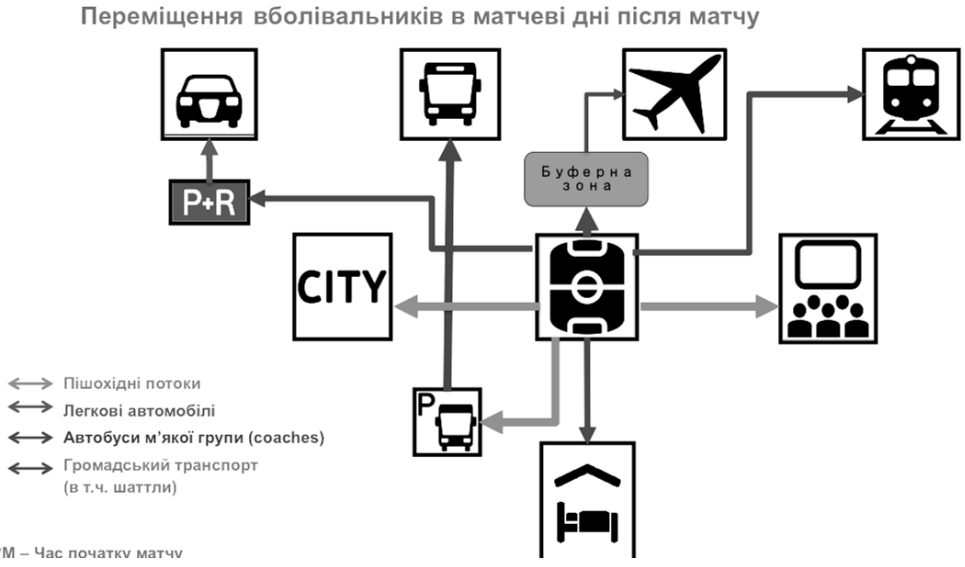


Рис. 3. Принципова схема організації переміщення масових цільових груп в дні проведення матчів.

Зважаючи на досить значну відстань між приймаючими містами, прибуття більшості іноземних та українських вболівальників здійснювалося через реконструйовані аеропорти. У зв'язку із цим, саме маршрут "аеропорт-стадіон" планувався як один із найбільш напружених. Тому

найважливішому маршруті було передбачено основну кількість рухомого складу автобусів ЛАЗ-А183D1, МАЗ-107 та тролейбусів ЛАЗ-Е301.

Наприклад, у місті Києві для цього маршруту було забезпечено 50 основних та 10 резервних одиниць рухомого складу.

У Харкові основні перевезення на маршруті з/до аеропорту виконувалися тролейбусами особливо великої місткості із резервуванням автобусів на випадок виходу із ладу контактної мережі тролейбусів.

Суттєвим спрощенням технології обслуговування учасників та гостей Турніру було впровадження "Ініціативи безкоштовного громадського транспорту УЄФА". Відповідно до цієї програми всі вболівальники, які мали квитки на матчі, мали право безкоштовного користування системою міського пасажирського транспорту в межах приймаючого міста в день проведення матчу, а також на наступний день до 12:00. Витрати на перевезення були компенсовані за рахунок УЄФА. Ця практика дозволила уникнути суттєвих ускладнень, пов'язаних із збором виручки при перевезеннях іноземців (мовний бар'єр, валютообмінні операції в аеропортах тощо).

Значна (в окремих випадках до 80%) частина вболівальників, які замовили тури, обслуговувалися туристичними компаніями та замовленими автобусами туристичного класу відповідно до програми туру.

Важливою задачею було управління підхідними потоками. Відповідно до рекомендацій професора Філіпа Бове, при організації масових заходів доцільно планувати пішохідні потоки, оскільки вони краще піддаються управлінню, ніж транспортні потоки.

Для управління пішохідними потоками використовувалась тимчасова система вказівників напрямку (Рис. 4) та інформаційними вежами (Рис. 5).

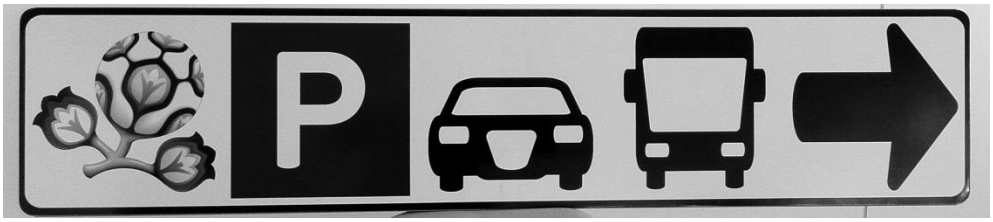


Рис. 4. Тимчасовий вказівник для пішоходів.



Рис. 3. Інформаційна вежа – стаціонарний вказівник для розмежування пішохідних потоків.

Висновок

Злагоджена робота організаторів, представників приймаючих міст, силових структур дала прекрасний результат. Позитивний досвід і критичний аналіз недоліків та прорахунків дає впевненість в успішній орагнізації транспортного обслуговування масових заходів у майбутньому.

Список літератури

1. Редзюк А.М. Застосування практики єдиного квитка під час проведення Євро-2012/ Редзюк А.М., Новікова А.М., Ященко Т.М. //Автошляховик України, №1 – 2010 р. - С.2-5.

2. Вікович І.А., Зубачик Р.М., Вілюра О.Г. Організація перевезення відвідувачів ЄВРО-2012 після проведення матчу у місті Львові. – Автошляховик Укрїани, №6 – 2012 р.

3. Новікова А.М., Ворон О.І., Черенько П.М. Концептуальні підходи транспортного забезпечення проведення чемпіонату Європи з футболу у 2012 році. – Автошляховик Укрїани, №3 – 2009 р.

4. Вікович І.А., Зубачик Р.М,. Вілюра О.Г. Транспортне обслуговування під час проведення ЄВРО 2012 у Львові. – Вісник Донецької акаждемії автомобільного транспорту, №1 – 2012 р.

Аннотация. *Рассмотрены инновационные технологии и подходы к транспортному обслуживанию массовых спортивных событий, а также опыт и результаты их применения во время проведения в Украине матчей финальной части чемпионата Европы 2012 года по футболу.*

Abstract. *The innovation technologies and approaches for transport servicing of mass sport events has been considered. The experience and results of their implementation during the Tournament UEFA EURO 2012™ has been analyzed.*

Стаття надійшла до редакції 12.04.2013 р.

УДК 621.431

ЦИМБАЛ С.В., ст.викладач, ЗАКОРЧЕВСЬКИЙ А.В.,
БЕРЕЗОВСЬКИЙ Є.Е., КОЗАК Р.О.
Вінницький національний технічний університет

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПОРШНЄВИХ ДВЗ І АГРЕГАТІВ НА ЇХНІЙ БАЗІ

Наведені європейські норми емісії шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигунів. Розглянуто технічний рівень сучасних автомобільних двигунів. Запропоновано комплекс алгоритмів керування оптимального адаптивного керування.

Вступ

На сьогоднішній день більше 70 % енергії на нашій планеті виробляють поршневі ДВЗ. Крім того, поршневі двигуни залишаються на доступну для огляду перспективу найекономічнішою установкою в діапазоні від 5 кВт до 100 МВт в одному агрегаті. Вони практично безальтернативно використовуються в таких життєво важливих секторах економіки, як транспорт, гірничодобувна промисловість, сільськогосподарська й будівельно-дорожня техніка, мала автономна енергетика. Технічний рівень поршневих ДВЗ і агрегатів на їхній базі по економічності, надійності, екологічній чистоті викидів, масогабаритних показниках, ступеню автоматизації й іншим параметрам значною мірою визначає як рівень досконалості й конкурентоспроможності об'єктів експлуатації (судів, тепловозів, автомобілів, електростанцій і ін.), так і раціональне використання найважливіших експлуатаційних матеріалів (масло, паливо, метали та ін.), а також витрати на обслуговування й ремонт об'єктів застосування.

Розвиток двигунобудування безпосередньо впливає на розвиток ряду галузей, що використовують ДВЗ та забезпечують двигунобудування (це металургія, верстатобудування, нафтохімія, електротехніка й електроніка). Наявність власної наукової й промислової бази є одним з найважливіших факторів розвитку двигунобудування в країні. Поршневі двигуни є одним з найбільш наукомістких і трудомістких видів продукції машинобудування. Створення, наприклад, нового типорозміру двигунів вимагає навіть у передових закордонних фірм, що не мають фінансових обмежень, 3-5 років і витрат у сотні мільйонів доларів.

Оскільки поршневому двигунобудуванню самим життям вирішено в найближчому майбутньому бути основою світової енергетики, доцільно розглянути концептуальні питання науково-технічного розвитку поршневих двигунів, пріоритетів їх удосконалення.

Аналіз останніх досліджень та основні задачі

Світовим досвідом, накопиченим в області поршневого двигунобудування й сферах експлуатації, сформульовані принципи й концепції конструювання нових і модернізації моделей, що випускаються, основні напрямки розвитку поршневих ДВЗ. Це підтверджується, зокрема, змістовною частиною 24-го Міжнародного Конгресу CIMAC по поршневих ДВЗ і газових турбінах, який пройшов у Японії в червні 2004 р.

Сьогодні до таких напрямків можна віднести:

– підвищення циліндрових і агрегатних потужностей за рахунок форсування по середньому ефективному тиску та середньої швидкості поршня: у класі МОД досягнуте p_e=19,5 бар (фірма MAN B&W), у класі СОД – 28,2 бар (фірма Wartsila NSD), у класі ВОД – 30,2 бар (фірми MTU і Paxman);

– підвищення надійності, у тому числі ресурсних показників;

– поліпшення паливної й масляної економічності;

– поліпшення масогабаритних показників;

– екологічна безпека техніки двигунобудування в багатьох випадках виходить на перший план, це особливо відноситься до транспортних ДВЗ і, насамперед, до автомобільних двигунів;

– оснащення ДВЗ сучасними системами регулювання, керування, автоматизації та діагностики.

Загалом кажучи, спектр проблем сучасного двигунобудування набагато ширше (новітні принципи конструювання, параметри шуму й вібрації, перехідних процесів при знакозмінних навантаження на дизель-генератори змінного струму та ін.), але вище перераховані основні напрямки покращення показників ДВЗ, по яких між світовими провідними розроблювачами йде серйозна конкурентна боротьба.

Основна частина

Велику державну значимість для економіки країни, як відомо, має транспортний комплекс і темпи розвитку транспортного поршневого двигунобудування. Сьогодні в ситуації, що склалася, життєво необхідним стає подолання галузевої роз'єднаності, консолідація матеріальних ресурсів на найважливіших науково-технічних напрямках, найчастіше загальних для всього двигунобудування.

Як відомо, у якості автомобільних використовуються бензинові двигуни й дизелі, причому частка дизелів постійно підвищується. Розвиток бензинових і дизельних автомобільних ДВЗ іде по шляху підвищення паливної економічності й виконання перспективних екологічних показників, європейські норми емісії шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигунів наведені в табл. 1 (у г/(кВт*год)).

Сьогодні починають діяти вже екологічні норми EURO-4, але й досягнення норм EURO-3, менш жорстких, являє собою непросте завдання. Звичайно вважають, що норми EURO-3 забезпечуються завдяки застосуванню нейтралізаторів відпрацьованих газів і введенню мікропроцесорного керування.

Таблиця 1

Європейські норми емісії шкідливих речовин

Норми	Дата ведения, категория	CO	HC	NOx	Тверді частинки PM
Euro I	1992 <85кВт 1992 >85кВт	4,5 4,5	1,1 1,1	8,0 8,0	0,612 0,36
Euro II	1996 1998	4,0 4,0	1,1 1,1	7,0 7,0	0,25 0,15
Euro III	1999	1,5	1,1	2,0	0,02
Euro IV	2005	1,5	0,46	3,5	0,02
Euro V	2008	1,5	0,46	2,0	0,02

Усі відомі концепції бензинових двигунів і дизелів, які можуть задовольняти нормам EURO-4, передбачають впровадження корінних змін у конструкцію двигунів і істотний розвиток системи керування. Норми EURO-4 не можуть бути виконані без створення двигунів з гнучким багатопараметричним керуванням робочих процесів і без використання адаптивних самонастроювальних і самонавчальних систем.

Більше того, створення конкурентоспроможних моделей обумовлює розробку електронних інформаційно-керуючих комплексів, що поєднують керування автомобілем і двигуном.

Технічний рівень сімейств двигунів нових типорозмірних рядів представлений у табл. 2.

Таблиця 2

Технічний рівень автомобільних двигунів

Країна, фірма, модель двигуна	Розміщення і число циліндрів	Робочий об'єм двигуна, л	Діаметр циліндра і хід поршня, мм	Потужність, частота обертання, л.с./хв-1	Максимальний крутний момент, частота обертання, Нм/хв-1	Мінімальна питома витрата палива, г/(л.с.*год)	Літрова потужність, л.с./л
Росія, ОАО «Барнаултрансмаш» 4ТД1.6	Р4	1,8	82х84	89/4000	257/1800	211	49,4
Німеччина, BMW	Р4	1,95	84х88	100/4000	280/1750	–	51,3
Німеччина, Volkswagen	Р4	1,9	79,5х95,5	96/4000	285/1750	203	50,5
Японія, Mitsubishi	Р4	1,87	80х93	75/4000	215/1700	–	41,7
Росія, ОАО «ЗМЗ», 43.514.30	Р4	2,23	87/94	96/4200	284/2500	199	43,1
Німеччина, Ford	Р4	2,0	86х86	85/4000	230/1900	–	42,5
Німеччина, Mercedes-Benz	Р4	2,18	88х88,3	105/1800	315/1800	200	48,2
Франція, Peugeot	Р4	2,18	85х96	98/4000	317/2000	201	44,95
Росія, ОАО «Автодизель», ЯМЗ 534	4Р	3,94	102х122	125/2300	650/1400	193	31,7
Німеччина, Mercedes-Benz, ОМ904 LA-180	4Р	4,25	102х130	130/2200	675/1200	193	30,6
Франція, Renault, DC-14	4Р	4,12	102х126	128/2400	560/1800	197	31,1
Італія, Iveco Tector 4	4Р	3,92	102х120	125/2700	560/2100	197	31,9
Росія, ОАО «Автодизель», ЯМЗ 536	6Р	5,99	102/122	177/2300	1020/1400	193	29,5
Німеччина, Mercedes-Benz,	6Р	6,37	102х130	205/2200	110/1200	193	32,2
Італія, Iveco, Tector 6	6Р	5,8	102х120	202/2700	9300/2100	197	34,8
Росія, ОАО «КамАЗ»	Р6	9,5	120х140	257/2000	1500/1100	197	27,1
Швеція, Scania, DC-9	Р6	8,97	115х144	221/2000	1400/1100	199	24,6
Франція, Renault, Midr 06.20.45 Е41	Р6	9,8	120х145	249/2000	1550/1200	205	25,4
Нідерланди, DAFPE265C	Р6	9,2	118/140	265/2200	1450/1100	193	28,8
Росія, ОАО «КамАЗ», ОАО «Автодизель»	Р6	11,9	130х150	368/1900	2200/1000	195	30,9

Країна, фірма, модель двигуна	Розміщення і число циліндрів	Робочий об'єм двигуна, л	Діаметр циліндра і хід поршня, мм	Потужність, частота обертання, л.с./хв-1	Максимальний крутний момент, частота обертання, Нм/хв-1	Мінімальна питома витрата палива, г/(л.с.*год)	Літрова потужність, л.с./л
Німеччина, Mercedes-Benz, OM 444.901	V8	21,92	128x142	441/1900	2300/1200	207	20,1
Швеція, Volvo, D12C460	P6	12,1	131x150	338/1900	2400/1100	189	27,9
Швеція, Scania, DC 12	-	11,70	127x154	346/1900	2200/1050	193	29,6
Німеччина, MAN, D2866LF28	P6	11,97	128x155	302/1900	1850/900	–	25,2
Нідерланди, DAF, XE390C	P6	12,58	130x158	390/1900	2350/1100	178	31,0
Італія, Iveco, Cursor 13	P6	12,88	135x150	397/1900	2350/1000-1400	197	30,8
Росія, ОАО «Автодизель», ЯМЗ 260	V6	11,15	130x140	287/1900	1760/1100	195	25,7
Німеччина, Mercedes-Benz, OM501 LA-400	V6	11,95	130x150	290/1800	1850/1080	189	24,3
Німеччина, Mercedes-Benz, OM 441	V6	10,96	128x142	280/1900	1850/1100	–	25,6
Росія, ОАО «Автодизель», ЯМЗ 751	V8	14,36	130x140	386/1900	2370/1100	195	26,9
Росія, ОАО «КамАЗ» 340.8-450	V8	12,30	120x136	331/1800	1750/1100	197	26,9
Німеччина, Mercedes-Benz, OM 502 LA-570	V8	15,93	130x150	419/1800	2700/1080	189	24,3
Швеція, Scania DSC-14	V8	14,19	127x140	390/1900	2300/1100	193	27,5
Росія, ОАО «ТМЗ»	V8	17,24	140x140	368/2100	1960/1400	197	21,4
Італія, Iveco, 8280, 42 S	V8	17,17	145x130	378/1900	2200/1100	197	22,0
Росія, ОАО «Автодизель», ЯМЗ 401	V8	25,86	140x140	478/2100	2450/1300	207	18,5
США, Cummins, VTA 28C	V8	28,0	140/152	467/2100	2400/1350	211	16,7
США, Caterpillar, 3412T	V8	22,3	130x140	382/1800	2300/1100	214	17,13
Німеччина, Mercedes-Benz, OM 444.901	V8	21,92	128x142	441/1900	2300/1200	207	20,12

Проблема створення інтелектуальних двигунів стоїть перед двигунобудуванням практично всіх типів поршневих ДВЗ.

Мікропроцесорне керування інтелектуальних ДВЗ вже отримало практичне втілення – поліпшення їх екологічних і економічних характеристик за рахунок високого рівня індивідуальної оптимізації робочого процесу в кожному циклі кожного циліндра. Вона досягається автоматичним вибором і встановленням сукупності значень параметрів робочого процесу в циліндрах двигуна та алгоритмів керування, оптимальних по витраті палива і якості перехідних процесів, при виконанні обмежень по екологічних і технічних параметрах.

Неодмінною умовою реалізації ефективного мікропроцесорного керування ДВЗ є наявність у ньому електронних систем паливоподачі й газообміну. Найбільш ефективні з паливних систем, що серійно випускаються, акумуляторні системи з електрокерованими форсунками (ЕКФ). ЕКФ містять електромагнітні керуючі клапани й гідравлічний підсилюючий привід голок форсунок. Однак ряд закордонних фірм, у тому числі Siemens, Bosch, виробляють і більш досконалих ЕКФ із п'єзоелектричними керуючими клапанами.

Усі функції керування упорскуванням палива в акумуляторних системах реалізуються бортовим мікроконтролером. Ці системи мають найбільші діапазони індивідуального роздільного незалежного імпульсного керування параметрами упорскування палива (тривалістю, фазою, тиском і формою характеристики упорскування), необхідного для оптимізації робочих процесів у кожному циклі кожного циліндра в будь-якій точці будь-якого режиму роботи ДВЗ аж до відключення подачі палива в окремі циліндри (цикли) на холостих ходах і часткових навантаженнях.

Висока стабільність і ідентичність параметрів упорскування палива в акумуляторних паливних системах на всіх режимах роботи двигуна знижують витрату палива, зміст токсичних компонентів у відпрацьованих газах і гучність ДВЗ. Саме акумуляторні електронні паливні системи забезпечують виконання, наприклад, автомобільними дизелями екологічних вимог не тільки EURO-3, але й наступних, ще більш жорстких.

Мікропроцесорне керування параметрами повітряного заряду (зокрема фазами газорозподілу) створює додаткові можливості оптимізації робочих циклів дизелів.

Електронне керування геометрією впускних і випускних каналів і рециркуляцією відпрацьованих газів забезпечує додаткове поліпшення робочих циклів ДВЗ. Уже почалося активне застосування систем, що використовують електромагнітні клапани, наприклад, на двигунах легкових автомобілів та вантажівок. Швидкодіючі електромагнітні клапани дозволяють, так само як і електрогідравлічні форсунки, забезпечити індивідуальну оптимізацію тривалості, фази й переміщення кожного клапана (впускного й випускного) у будь-який час на будь-якому режимі роботи двигуна, аж до повного відключення циліндрів (циклів), і швидке переведення двигуна в гальмівний режим.

За кордоном над системами й пристроями, що забезпечують повну зміну фаз газорозподілу, працюють ряд фірм. Так, фірма FEV Motorenteclmick розробила систему електромагнітного привода до клапанів, систему VNT розробила фірма Meta, систему EVA – фірма Aura Sistems. Фірма Aura Sisterns стверджує, що з електромагнітними клапанами EVA при використанні будь-яких типів палива (бензину, дизельного, природного газу, етанолу, метанолу або спирту) паливна економічність двигуна за рахунок оптимізації згоряння у всьому діапазоні частот обертання, зниження насосних втрат і втрат на тертя поліпшується на 15%. Підкреслюється, що із клапанами EVA підвищуються потужність, крутний момент, надійність, знижуються рівень шкідливих викидів і вартість двигуна.

Фірма BMW створила 4-циліндровий двигун із системами Valvetronic і Doppelvanos. Фірма BMW уважає, що розробка сімейства двигунів, оснащених системою зміни фаз газорозподілу залежно від режиму роботи двигуна (Valvetronic), є найбільш значною подією в історії фірми.

Ще одним найважливішим фактором, що визначають ефективність мікропроцесорного керування двигунами (агрегатами на їхній базі), є алгоритми керування, і в першу чергу, регулювання частоти обертання, які реалізуються мікроконтролерами.

Застосування раціональних алгоритмів у комбінації з імпульсним керуванням подачею палива й повітря забезпечує досягнення гранично можливих найкращих значень показників якості. Це відноситься, насамперед, до точності підтримки частоти обертання в сталих режимах, величині максимального відхилення й тривалості перехідних процесів пуску, розгону, навантаження й відпрацьовування зміни навантаження. Найбільш ефективним для регулювання частоти обертання двигунів і особливо дизель-генераторів вважаються нелінійні алгоритми, які реалізуються в мікроконтролерах. Встановлено, що оптимізація системи регулювання частоти обертання по швидкодії мінімізує і максимальні відхилення частоти обертання в перехідних процесах. При цьому зменшуються відповідно витрата палива й шкідливі викиди. Підвищення якості регулювання частоти обертання мікропроцесорними регуляторами на сталих режимах дозволяє також знизити мінімально стійку частоту обертання на холостому ходу.

Отже, у комплекс алгоритмів керування інтелектуальних двигунів входять у загальному випадку: алгоритми оптимального адаптивного керування випередженням, тиском, числом фаз, формою характеристики упорскування палива, обмеженням подачі палива, виключенням подачі палива, якщо немає умов його запалення й ефективного згоряння, фазами газорозподілу, тиском надуву та ін.

Не можна забувати й про засоби й алгоритми безрозбірної автоматичної технічної діагностики. На всіх дизелях з електронними керуючими пристроями досягнуте істотне зниження експлуатаційної витрати палива, температури відпрацьованих газів і шкідливих викидів. Поліпшені також пускові й гальмові характеристики, підвищена живучість і надійність.

Висновки

Усе перераховане вище показує, що розвиток поршневого двигунобудування вступило в нову фазу – створення, виробництво й експлуатацію суперінтелектуальних двигунів нових поколінь. На цьому шляху, будемо сподіватися, нас чекають вражаючі науково-технічні ідеї, які дозволять продовжити життєвий цикл сучасних ДВЗ.

Список літератури

1. Автомобільні двигуни: [підручник] / Ф.І. Абрамчук, І.І. Тимченко, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долгунов. – [2-е вид.]. – К., 2004. – 476 с.

2. Алексеев И.В. Автомобильные двигатели: учебник [для студ. высш. учебн. завед.] / Алексеев И.В. – М.: Транспорт, 2010. – 464 с.

3. Конструкция и расчет поршневых и комбинированных двигателей / [Орлин А.С., Вырубов Д.Н., Круглов М.Г. и др.]. – М.: Машиностроение, 1992. – 464 с.

4. Хачиян А.С. Двигатели внутреннего сгорания: в 3-х кн./ А.С. Хачиян, К.А. Морозов, М.Г. Шатров; под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2005.

Аннотация. *Приведены европейские нормы эмиссии вредных веществ в отработанных газах двигателей. Рассмотрен технический уровень современных автомобильных двигателей. Предложен комплекс алгоритмов управления оптимального адаптивного управления.*

Abstract. *The brought European norms over of emission of harmful substances in exhaust gases of engines. The technical level of modern motor-car engines is considered. The complex of algorithms of management of optimal adaptive control is offered.*

Стаття надійшла до редакції 18.01.2013 р.

УДК 621.38; 629.113

СУНЦОВ А.Н., к.ф.-м.н., доцент,
Донецкая академия автомобильного транспорта

ФОРМУЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРЫЖКОВОГО МЕХАНИЗМА ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ НОСИТЕЛЕЙ ТОКА УТЕЧКИ В СВЕЧАХ ЗАЖИГАНИЯ

Рассмотрена физика и химия нанопроцессов, приводящих к поверхностной утечке тока в свечах зажигания и предложена формула для оценки прыжкового механизма ионов кислорода по поверхности изоляторов

Постановка проблемы

Изоляторы в искровых свечах зажигания являются их важной составной частью и во многом определяют качество продукции. Изготавливают изоляторы по керамической технологии на основе соединения Al_2O_3. Ионы кислорода образуют многослойную гексагональную упаковку (Рис.1). В ней имеются тетраэдрические и октаэдрические пустоты. Катионы алюминия имеют меньшие размеры, чем анионы кислорода, и находятся в более просторных октапустотах, занимая их частично по определенной закономерности. Для удобства рассмотрения на рисунке подрешетка катионов выдвинута из подрешетки анионов. В решетке сохраняется соотношение катионов и анионов в соответствии с химической формулой 2/3.

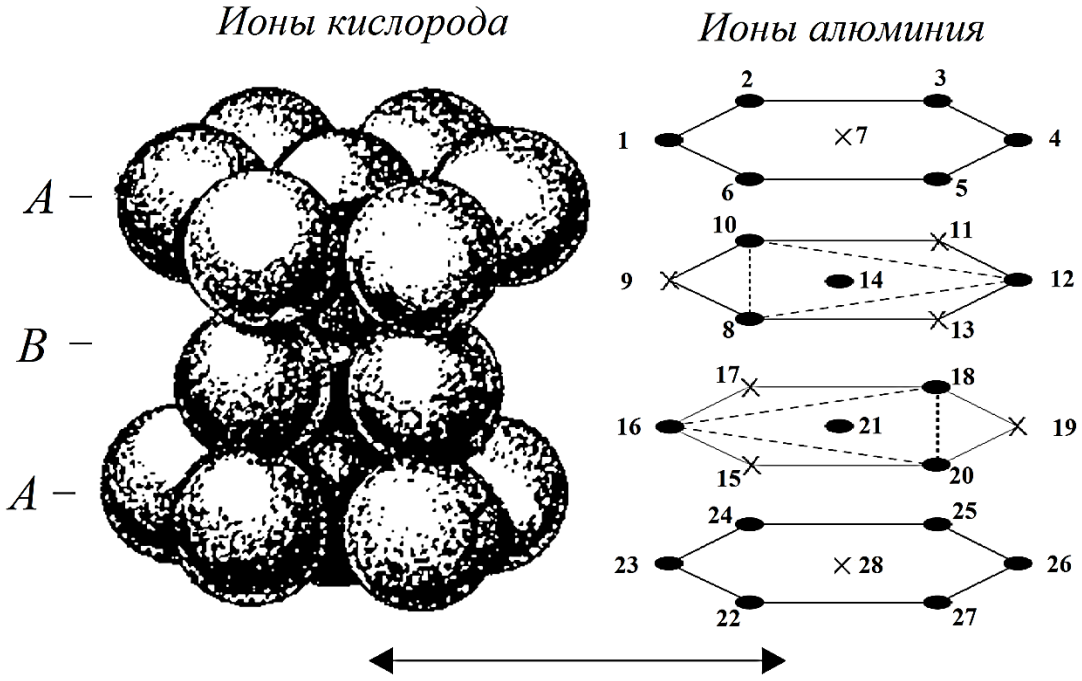


Рис.1. Кристаллическая решетка Al_2O_3 *раздвинутая* на две подрешетки

Структуру таких ионных соединений принято рассматривать как результат баланса электрических сил отталкивания и притяжения. Так как в $\alpha - Al_2O_3$ входит два типа ионов, то на структуру оказывает влияние также и соотношение ионных радиусов компонентов. Катионы из-за значительных размеров входя в анионную структуру вызывают расширения анионной подрешетки. Анионы уже не контактируют друг с другом [3]. Монокристаллы для наших исследований выращены в Институте кристаллографии РАН (Россия). Параметры

$a = 4{,}7569 \cdot 10^{-10}$ и $c = 12{,}98157 \cdot 10^{-10}$ м (согласуется с работами [3-5]). Отношение $c/a = 2{,}730$ значительно превышает теоретическое значение для плотной гексагональной упаковки шаров 1,633(на 67%). Это говорит о том, что в электрическом поле при поляризации будут значительные смещения ионов.

Ионы кислорода упакованы гексагонально слоями ***ABA.*** Октаэдрические пустоты заняты ионами алюминия частино.

Таким образом, при выводе формулы для миграции ионов кислорода по поверхности изолятора необходимо учитывать кристаллографические особенности Al_2O_3.

Цель статьи

В работе на основе рассмотрения физико-химических нанопроцессов на поверхности изолятора свечи зажигания выводится математическое выражение для описания тока утечки по поверхности изолятора.

Основная часть

При подачи высокого напряжения на электрод свечи зажигания, как показано выше, должна происходить значительная поляризация Al_2O_3.

На величину диэлектрической проницаемости сказываются все виды поляризованности диэлектрика (ионная, электронная, дипольная и объемнозарядная). Действительно, общая величина диэлектрической проницаемости корунда при температуре $293K$ равна 12,3 [3,5]. Наша оценка *ионной* составляющей поляризуемости корунда [2] составляет 9,17. Это 74,5% от общей поляризуемости. Изоляторы свечей изготовленны по керамической технологии из порошка и, следовательно, являются поликристаллами. Кристаллические частицы в нем разбросаны хаотически.

Несмотря на это поляризуемость вещества велика и катионы алюминия создают на наружной поверхности связанные положительные заряды, находясь друг от друга на некотором расстоянии. Это расстояние, исходя из рисунка 1, можно оценить средней величиной расстояний между катионами.

Отрицательные ионы кислорода воздуха, «прилипая» к поверхности в участках появления положительных связанных зарядов, находятся в потенциальных энергетических ямах и под действием электрического поля мигрируют вдоль поверхности изолятора к положительному электроду преодолевая энергетический барьер, очевидно, прыжковым способом. Для ионов преодоление энергетического барьера туннельным способом маловероятно.

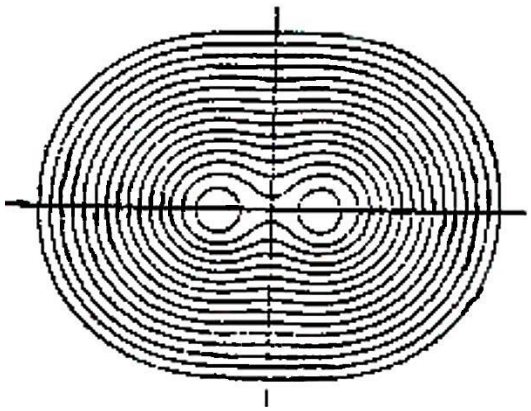


Рис.2. Контурная диаграмма общей электронной плотности молекулы кислорода [3,5].

Длинна молекулы L = 126 *пм* [3]. Это позволяет нам оценить ширину как 93,13 *пм*. При взаимодействии O^{2-} со связанным поверхностным зарядом Al^{3+} вблизи поляризованной поверхности диэлектрика происходит поляризация молекулы. Она поворачивается и как бы «прилипает» к поверхности в точках максимальной концентрации положительного связанного заряда (вблизи Al^{3+}. Точки *A, B, ...*). Наиболее выгодное энергетической точки зрения положение. Так прилипают, как показывают опыты, к наэлектризованным поверхностям мелкие частички из диэлектрика вследствии электростатической индукции (Рис.3).

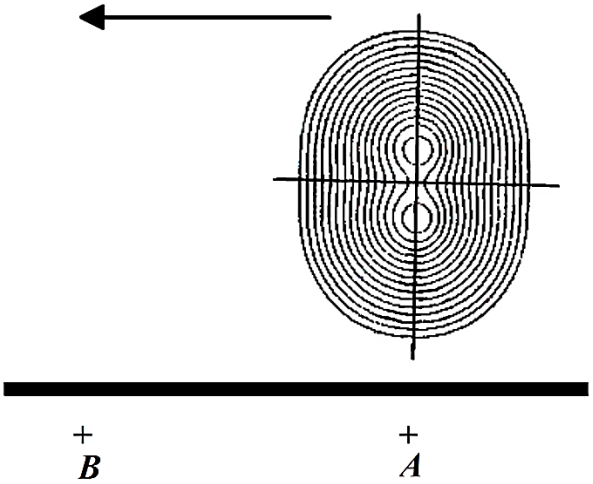


Рис.3. Притяжение молекулы кислорода к поверхности диэлектрика вследствии явления электростатической индукции

Очевидно,что перенос ионов кислорода по поверхности диэлектрика может осуществляться путем активируемых перескоков ионов из одного положения в другое, создавая поверхностную проводимость. Поэтому их перемещения должны сопровождаться некоторым возмущением окружающего пространства. Рассмотрим возможность использования уравнения Аррениуса для описания ионной проводимости. Зависимость потенциальной энергии ионов O_2^- от координат x вдоль некоторой оси при отсутствии поля и во внешнем электрическом поле изображены на рис. 4.

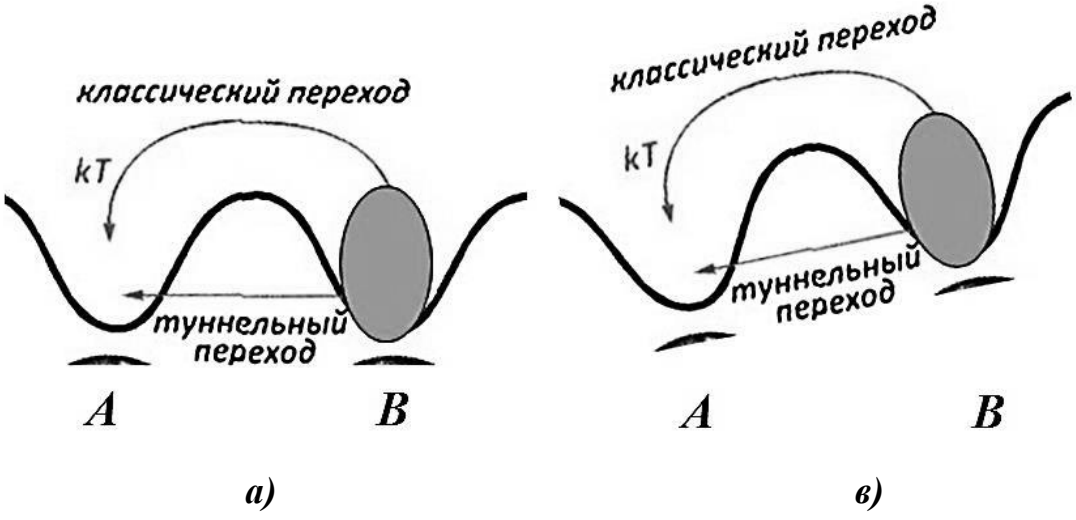


Рис.4. Зависимость потенциальной энергии молекулы O_2^- на поверхности

Al_2O_3 вдоль координаты ***X*** в отсутствии поляризации *(а)* и при поляризации *(в)* изолятора свечи зажигания.

В отсутствии внешнего электрического поля вероятность перехода молекулы O_2^- из положения ***A*** в аналогичное положение ***B***, очевидно, равно вероятности перехода ее в обратном направлении и в целом поверхностный электрический ток отсутствует.

Вероятность перехода частицы через потенциальный барьер *E* равна [6]

$$\nu \exp\left(-E/kT\right) \tag{1}$$

где *ν* – число попыток перехода, равное частоте тепловых колебаний ($10^{12} – 10^{13}$ *Гц*).

Когда кристалл находится во внешнем электрическом поле, то за счет взаимодействия зарядов с полем картина искажается. Потенциальные барьеры, находящиеся на пути движения молекулы O_2^- к положительному электроду, уменьшаются , а потенциальные барьеры, находящиеся на пути движения к отрицательному электроду, повышаются на величину ΔE. Найдем величину ΔE с помощью формулы работы, необходимой для перенесения заряда $q=e$ в электрическом поле из точки ***A*** в точку ***B***:

$$A = q\Delta\varphi = q\frac{\Delta\varphi}{\Delta x}r = qVr \tag{2}$$

Величина работы соответствует разности потенциальной энергии между точками ***A*** и ***B***. Поэтому $A = 2\Delta E$ (см. рис. 4). Следовательно,

$$\Delta E = 0{,}5qVr. \tag{3}$$

При миграции O_2^- к положительному электроду энергетический барьер становиться равным $(E - \Delta E)$, при миграции к отрицательному электроду становиться равным $(E + \Delta E)$. Первое направление миграции становится наиболее вероятным, чем второе. Общая вероятность *Z* перехода через некоторое сечение перпендикулярное оси *X* будет равна разности вероятностей:

$$\begin{aligned}
Z &\sim \nu\, exp\left[-\left(\frac{E-0{,}5qVr}{kT}\right)\right] - \nu exp\left[-\left(\frac{E+0{,}5qVr}{kT}\right)\right],\\
Z &\sim \nu\, exp\left[\frac{-E}{kT}+\frac{qVr}{2kT}\right] - \nu\, exp\left[\frac{-E}{kT}-\frac{qVr}{2kT}\right],\\
Z &\sim \nu\left[exp\left(-\frac{E}{kT}\right)exp\left(\frac{qVr}{2kT}\right) - exp\left(-\frac{E}{kT}\right)exp\left(-\frac{qVr}{2kT}\right)\right],\\
Z &\sim \nu\, exp\left(-\frac{E}{kT}\right)\left[exp\left(\frac{qVr}{2kT}\right) - exp\left(-\frac{qVr}{2kT}\right)\right]
\end{aligned} \tag{4}$$

Выражение в квадратных скобках разложим в степенной ряд исходя из следующих соображений:

Пусть $\frac{qVr}{2kT} = x$, тогда $exp(\frac{qVr}{2kT}) - exp(-\frac{qVr}{2kT}) = e^x - e^{-x}$, но $1/2(e^x - e^{-x}) = shx$, значит $e^x - e^{-x} = 2shx$.

Учитывая, что $|x| < \infty$, разложим гиперболический синус в ряд

$$shx = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!} = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \frac{x^7}{7!} + \ldots$$

Величина $x = \frac{qVr}{2kT}$. При $qVr<<kT$ в разложении остается лишь первый член ряда $shx = x \ \ (при \ eVr << kT)$.

Тогда $e^x - e^{-x} = 2x$ или

$$\exp(\frac{qVr}{2kT}) - \exp(-\frac{qVr}{2kT}) = 2\frac{qVr}{2kT} = \frac{qVr}{kT}.$$

Следовательно, вероятность перескока *Z*

$$z \sim \frac{qVr}{kT} \exp(-\frac{E}{kT}). \tag{5}$$

Удельная электропроводность вдоль некоторой цепочки, очевидно, равна произведению величины заряда, концентрации носителей тока и их подвижности.

$$\sigma_u = e\left[(O_2^-)_i\right] \cdot u_u. \tag{6}$$

Средняя скорость $\overline{U}$ дрейфа молекул O_2^- пропорциональна *Zr*. Тогда

$$u_u = \frac{\overline{U}}{V} \sim \frac{Zr}{V}. \tag{7}$$

Зависимость (5) можно уточнить, введя коэффициент пропорциональности [6].

$$k \cdot \exp(\Delta S / k). \tag{8}$$

Здесь *ΔS* – энтропия активации; *κ* – трансмиссионный коэффициент, характеризующий вероятность преодоления барьера. При достижении барьера возможно возвращение в исходное состояние.

Учитывая зависимости (5), (7) и (8), перепишем зависимость (6) в виде:

$$\sigma_u = \frac{[\left(O_2^-\right)_i] e^2 r^2 \nu \ \ \kappa}{kT} \exp(\Delta S / k) \exp(-\frac{E}{kT}). \tag{9}$$

Здесь величина концентрации ионов O_2^- на поверхности описывается зависимостью:

$$\left[(O_2^-)_i\right] = C \exp(-E_{об} / kT).$$

Тогда зависимость (9) можно переписать в виде

$$\sigma_u = \frac{Ce^2 r^2 \nu\kappa}{kT} \exp(\Delta S / k) \exp(-\frac{E + E_{об}}{kT}). \quad (10)$$

Последнюю зависимость можно представить так:

$$\sigma_u T = \frac{Ce^2 r^2 \nu\kappa}{k} \exp(\Delta S / k) \exp(-\frac{E + E_{об}}{kT}). \quad (11)$$

Из формулы (11) видно, что тангенс угла наклона прямой в графике зависимости $ln(\sigma T)$ от T^{-1} дает величину $(E+E_{обр})/k$.

σ_u^* – ионная проводимость вдоль одной цепочки в направлении ***AB***. Проводимость по всей поверхности σ_u будет в *n* – раз больше. Величина *n* равна числу цепочек (числу связанных зарядов Al^{3+}), находящихся на цилиндрической поверхности изолятора на одном перпендикулярном сечении. Величину *n* легко определить, если длину окружности изолятора разделить на среднее расстояние между катионами алюминия.

E – энергия активации прыжка иона; $E_{обр}$ – энергия образования иона кислорода по реакции $O_2^x + e^- \rightarrow O_2^-$ ($A_e = -48 кДж/моль$) [3].

Теоретическая зависимость (11) будет нами использована в следующих работах при подробном изучении поверхностного тока утечки в свечах зажигания.

Выводы

1. Рассмотрена физика и химия нанопроцессов на поверхности изолятора свечи зажигания приводящих к появлению поверхностного тока утечки.

2. Получено математическое выражение для описания процесса поверхностного тока утечки в керамических изоляторах .

Список литературы

1. Оборудование для СТО и автомобильных запчастей: [каталог] – К.:BOSCH, 2007. – С.30.

2. О влиянии гофрированной керамики на качество работы свечей зажигания. Вісник ДААТ. – 2011, №2. – С.53-57.

3. Хьюи Дж. Неорганическая химия – М.: Химия, 1987 – 696 с.

4. Гавриленко В.И. Оптические свойства полупроводников /В.И. Гавриленко, А.М. Грехов, В.Г. Литовченко. – Киев: Наук. думка,1987. – 608 с.

5. Чеботин В.Н., Перфильев М.В. Электрохимия твердых электролитов. – М.: Химия, 1978 – 312с.

6. Кофстад П. Отклонение от стехиометрии, диффузия и электропроводность в простых окислах металлов. – М.: Мир, 1975. – 396с.

Анотація. *Виконано аналіз експеременталь них результатів та літературних даних з метою дослідження нанопроцесів, що пов'язані з поверхнею ізоляторів іскрових свічок запалювання.*

Abstract. *There is the analysis of results and a literary data with a research objective of the process connected with the surface of insulators of spark plugs.*

Стаття надійшла до редакції 14.02.2013 р.

УДК 620.178.15

ПИСАНЕЦ А.А., к.т.н.
Донецкая академия автомобильного транспорта

ДИАГНОСТИКА НЕОДНОРОДНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

В статье рассматривается метод диагностирования деталей цилиндрической формы с различными способами упрочнения поверхности. Предлагаемый метод диагностирования деталей транспортных средств цилиндрической формы основан на ударном испытании. В качестве примера рассмотрена одна из важнейших технологически неоднородных деталей цилиндропоршневой группы ДВС – поршневой палец. Важную роль в диагностике образования и развития трещин являются методы позволяющие проводить диагностику деталей при изготовлении, эксплуатации и ремонте. Приведены частоты, на которых можно провести анализ характеристик колебательного процесса.

Введение

Эффективным средством обеспечения надежности объектов транспортных средств (ТС) является диагностический контроль качества изделий, сущность которого заключается в установлении на каждой стадии производства и ремонта ТС строгого соответствия характеристик материалов требованиям ГОСТ, СНиП и других нормативных документов. Качество исходных материалов должно подтверждаться сертификатом, а дальнейшее изменение свойств тщательно диагностироваться непосредственно на всех стадиях «жизненного» цикла изделия: проектирования, изготовления, эксплуатации и утилизации.

Однако существующие по точности методы диагностирования механического состояния материалов не отвечают современным требованиям контроля на реальных деталях по точности и диапазону применимости, либо связаны с необходимостью изготовления образцов и проведения испытаний в лабораторных условиях. Определение пределов текучести и прочности, относительного удлинения требует проведения испытаний на одноосное растяжение, определение ударной вязкости или трещиностойкости – сложного лабораторного оборудования и квалифицированного персонала. Использование известных методик [1–6], базирующихся на эмпирических данных, ограничено узким диапазоном их применимости. В последние годы широкое распространение получили технологические методы повышения надежности деталей, основанные на нанесении покрытий, пленок, порошковых материалов, аморфизации, химико-термической обработки поверхности (в том числе лазерной, плазменной и т.д.), поверхностной пластической обработки и др. Использование эмпирических методик в этих случаях связано с большим объемом экспериментальных исследований, что не эффективно из-за больших затрат времени и средств.

Среди важнейших особенностей комплекса механических свойств можно выделить следующие три:

– случайный характер, являющийся их объективным свойством и обусловленный несовершенствами структуры материала. По данным испытательных центров Великобритании рассеивание предела текучести качественных легированных сталей может достигать 30%. Для отечественных сталей обыкновенного качества разброс составляет 50% и выше (например, для ударной вязкости до 200%) [7–8];

– взаимозависимость механических свойств между собой, что ставит задачу их одновременного определения на любом участке детали. Это обстоятельство в сочетании с вероятност-

ным характером механических свойств делает существующие образцовые методы чрезвычайно дорогостоящими и трудоемкими;

– зависимость механических свойств от способа технологической обработки поверхности детали с целью ее упрочнения.

Таким образом, можно утверждать, что для эффективного решения вопросов, связанных с проектированием и изготовлением деталей ТС высокой надежности, необходимо научиться диагностировать комплекс механических характеристик материалов на любом участке детали и организовать контроль качества продукции и ее прочностный анализ с учетом перечисленных особенностей механических свойств.

Цель данной работы

Рассмотреть возможности совместного применения акустического метода свободных колебаний и компьютерного моделирования к диагностированию качества технического состояния технологически неоднородных приповерхностных слоев деталей автомобилестроения.

В качестве примера рассмотрена одна из важнейших технологически неоднородных деталей цилиндропоршневой группы ДВС – ПП. Предложенная в [9], численно-экспериментальная методика определения комплекса механических характеристик ПП в зависимости от глубины позволяет использовать полученные данные в численных расчетах спектра РЧ и форм колебаний. При этом будем учитывать, что развитие дефектов в приповерхностных слоях упрочненной боковой поверхности ПП влечет за собой изменение ЧСК.

Основная часть

Основными факторами, влияющими на выход из эксплуатации поршневых пальцев ДВС, поршневых пальцев компрессора, пальцев ушек в установке передней подвески автомобиля, оси гидроцилиндра в установке гидроцилиндра автомобиля самосвала и шеек коленвалов, являются изнашивание рабочих поверхностей и образование трещин. Образование и развитие трещин обусловлено разными причинами и относятся к процессу разрушения, поэтому очень важно разработать методы диагностики деталей ТС на различных стадиях жизненного цикла: изготовление, эксплуатация, ремонт и т.д. Одним из наиболее эффективных методов диагностики деталей ТС является ударное испытание с регистрацией спектрального отклика на динамическое воздействие.

Совершенствование динамических методов испытаний деталей ТС сопряжено с разработкой математических моделей, учитывающих инерционные силы, волновые и диффузионные процессы, происходящие при ударе. Аналитический подход к решению динамических задач позволяет получить удовлетворительные результаты лишь для небольшого класса задач. В большинстве случаев приходится вводить упрощения, такие, как квазистатическая гипотеза, плоская задача, идеализация материала и т.д. Использование квазистатической гипотезы позволяет построить вполне удовлетворительные решения при малых скоростях соударения, поскольку эта гипотеза отражает главные особенности упругопластического деформирования в зоне контакта. Вместе с тем, при скоростях удара 3 м/с и выше отклонения экспериментальных данных от теоретического решения становятся существенными и могут быть объяснены динамичностью возникающих процессов.

Интенсивно развиваются методы технологического упрочнения деталей ТС (чаще всего их приповерхностных слоев). Контроль качества и диагностирование таких деталей связаны со сложными микроструктурными исследованиями. С этой точки зрения разработка метода диагностики деталей ТС, имеющих сложные свойства, является важной технической проблемой.

Несмотря на свою актуальность, проблема динамических испытаний и диагностирование технического состояния таких материалов исследована сравнительно мало. При решении динамических упругопластических задач в настоящее время применяют в основном численные схемы. Использование аналитических методов для построения приближенного решения возможно при введении некоторых предположений, достаточно физичных при малых и средних скоростях удара.

Работоспособность двигателей внутреннего сгорания различного назначения во многом определяется качеством деталей, входящих в конструкцию. Очень часто при ремонтных работах является рациональной лишь частичная замена комплектующих, что существенно снижает затраты. Однако в этом случае требуется производить оценку состояния и отбраковывать элементы. Ответственными деталями, например, в двигателе являются поршни, поршневые пальцы, шарнирные соединения с подшипниками скольжения и др. Наиболее опасными видами их разрушения являются трещины, которые могут привести к отказу ТС в целом. Их выявление при диагностировании может являться достаточно трудоемкой задачей, требующей специального оборудования.

Одним из методов диагностики трещин в различных телах является звуковой метод, заключающийся в ударе каким-либо предметом по исследуемому предмету и последующим прослушиванием звуковых колебаний. Как известно, детали с трещинами издают при этом приглушенный звук. Для этих целей, на первом этапе нами был рассмотрен процесс импульсного воздействия на поршневой палец без дефектов с последующей оценкой колебательного процесса в различных его точках. Для решения такого рода задач применяют, как было отмечено выше, аналитические и численные методы, среди которых наибольшее распространение получил метод конечного элемента.

Структура выполнения исследования представлена на рис. 1.

Рассматриваются выполненные ранее научно-исследовательские работы по динамическим методам диагностирования, отмечается перспективность методики, а также достаточная чувствительность и информативность возможных диагностических параметров.

Определенные ударные воздействия обуславливают отклик объекта в виде его вынужденных колебаний и собственных колебаний, именно эти сигналы анализируются в качестве диагностических.

Отдельно серьезное внимание уделяется характеристикам полого цилиндра как объекта с неоднородными свойствами материала за счет технологического упрочнения поверхности. Для оценки его состояния проводится микроструктурный анализ поршневого пальца, в том числе с трещинами [9].

Используется метод конечных элементов и проводится компьютерное моделирование полых цилиндров с трещинами и без них.

Оцениваются частоты, на которых можно провести анализ характеристик колебательного процесса. Если эти характеристики не отвечают требованиям, то, начиная с ударного воздействия (изменения его вида), повторяют изложенную выше последовательность исследования до получения достаточно чувствительных и информативных диагностических параметров.

При этом в качестве выходных факторов используют характеристики, приведенные на рис. 2, а функциями отклика являются показатели амплитудно-частотных характеристик (АЧХ).



Рис. 1. Структура метода диагностирования деталей ТС цилиндрической формы

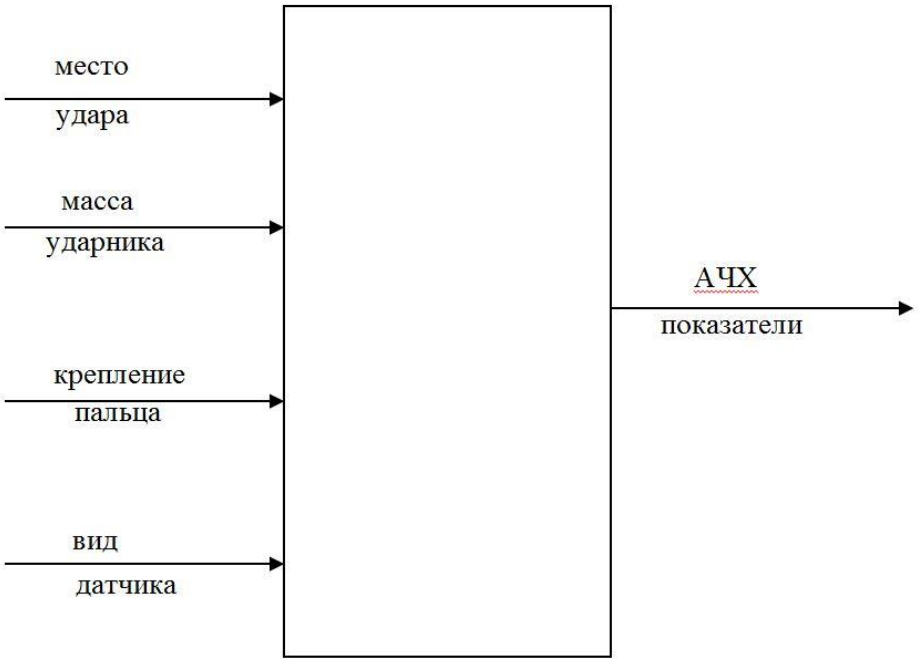


Рис. 2. Модель экспериментального исследования

В динамической теории упругости колебания ПП описываются сложными системами дифференциальных уравнений движения Ляме эллиптического типа. Частоты колебаний определяются по этим уравнениям с удовлетворительной точностью только для низших форм колебаний. Появление и накопление усталостных повреждений ПП и неоднородность его внутренней структуры приводят к тому, что все механические характеристики материала ПП становятся зависимыми от координат и времени. Это в свою очередь делает решение уравнений движения ПП невозможным. Таким образом, традиционные методы, предполагающие строгое теоретическое обоснование в данном случае применены быть не могут, а расчеты ведутся на основе необоснованных упрощающих гипотез [10], не учитывающих сложный характер нагружения и внутренней структуры ПП.

Для решения поставленной задачи был выбран МКЭ, являющийся мощным современным средством решения динамических задач теории упругости. Проблемы определения собственных форм и собственных частот колебаний в форме МКЭ сводятся к решению системы уравнений

$$M\ddot{q} + Kq = 0 \tag{1}$$

В задачах гармонического анализа вектор обобщенных перемещений в узлах системы имеет вид $q = \bar{q}\exp(i\lambda t)$.

Тогда матричное уравнение (4.1) может быть записано в виде

$$Kq_i = \lambda_i M q_i, \tag{2}$$

где K – матрица жесткости системы;

q_i – собственный вектор;

λ_i – собственное значение;

M – матрица масс.

Уравнение (2) представляет собой уравнение собственных колебаний рассматриваемой системы и имеет решение, кроме тривиального, когда детерминант системы равен нулю $\left|K - \lambda^2 M\right| = 0$.

Решение уравнения проводилось на основе прямых численных схем с использованием пакета ANSYS. Чаще всего применялись процедуры сокращенного и подпространственного методов.

Например, в сокращенном методе исходное уравнение (2) записывается в виде

$$K^C q_i^C = \lambda_i M^C q_i^C, \tag{3}$$

где K^C, M^C – известные матрицы жесткости и масс;

q_i^C, λ_i – неизвестные собственный вектор и собственные значения.

Это уравнение должно быть трансформировано к виду $A\psi = \lambda\psi$, где A – симметричная матрица.

В уравнении (3) умножим обе части на $(M^C)^{-1}$ $(M^C)^{-1}K^C q^C = \lambda q^C$

Далее матрицу $(M^C)^{-1}$ по методу Холесского приводим к виду LL^T, где L – нижняя треугольная матрица

$$L^{-T}L^{-1}K^C q^C = \lambda q^C. \tag{4}$$

Определим

$$q^C = L^{-T}\psi \tag{5}$$

Комбинируя (4) и (5), получим

$$L^{-1}K^C L^{-T}\psi = \lambda\psi, \quad \text{или} \quad A\psi = \lambda\psi,$$

где $A = L^{-1}K^C L^{-T}$.

Подпространственный метод основан на последовательном выделении начальных векторов и соответствующих собственных частот из общей генеральной матрицы. Определим $K^* = K + sM$, где K – генеральная матрица жесткости; M – генеральная матрица масс; s – параметр сдвига. На каждой итерации формируется матрица $F = MX_{n-1}$ и масштабируется к вектору собственных значений λ_{n-1}. Находится $\overline{X}_n$ и формируется матрица $K^*\overline{X}_n = F$. Эти уравнения решаются фронтальным методом. Затем вектор $\overline{X}_n$ масштабируется к значениям $(\lambda_{n-1} - s)/\lambda_{n-1}$ и определяются подпространственные матрицы $\overline{K} = \overline{X}_n^T K\overline{X}_n$, $\overline{M} = \overline{X}_n^T M\overline{X}_n$. Собственные векторы и собственные значения вычисляются при помощи соотношения $K^*Q = \overline{M}Q\lambda_n$, где Q – собственный вектор; λ_n – модифицированный вектор собственных значений.

Для определения собственных значений и форм колебаний ПП была разработана МКЭ-модель без трещины (рис. 3) и с трещиной (рис. 4). Видно, что в зоне трещины имеется значительное сгущение сетки конечных элементов.

Трещина в цилиндре имеет пространственную форму (эллиптическую), на поперечном срезе она наклонена под углом примерно 450 (рис. 5 а, б).

Подобное расположение трещины выбрано с учетом приведенных [9] результатов микроструктурных исследований.

Методы неразрушающего контроля, основанные на измерении ЧСК, хотя и не нашли до настоящего времени такого широкого распространения, как ультразвуковая дефектоскопия, но области их применения существенно расширились. В соответствии с общепринятой классификацией акустических методов диагностирования эти методы разделяются на методы свободных колебаний и методы вынужденных колебаний.

Серьезным препятствием на пути практического применения метода является сильная зависимость ЧСК от формы и размеров диагностируемого изделия, однако, успехи, достигнутые в области анализа спектров ЧСК изделий различных форм и размеров, а также широкое применение компьютерной техники, позволяют существенно упростить процесс диагностирования, что приводит к расширению областей применения метода.

В процессе расчета были определены первые 200 форм колебаний и соответствующие им частоты. Эти данные в сравнении с данными по ПП с трещиной позволяют определить частоты, более чувствительные к трещине заданных размеров и ориентации [9]. На рис.6,7,8 показаны формы колебаний и соответствующие им частоты.

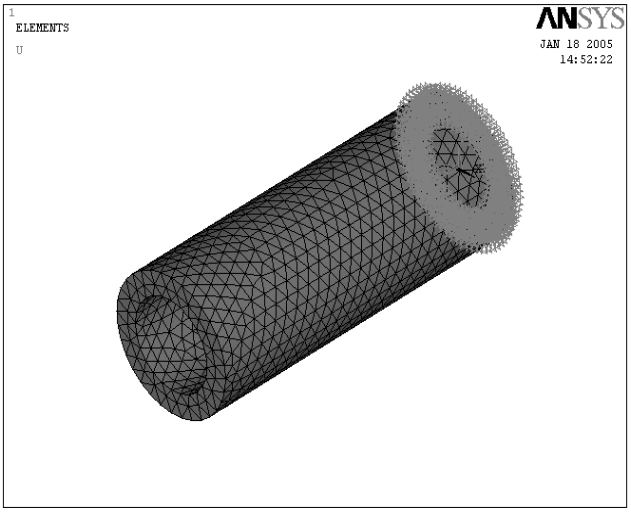


Рис. 3. МКЭ-модель ПП без трещины

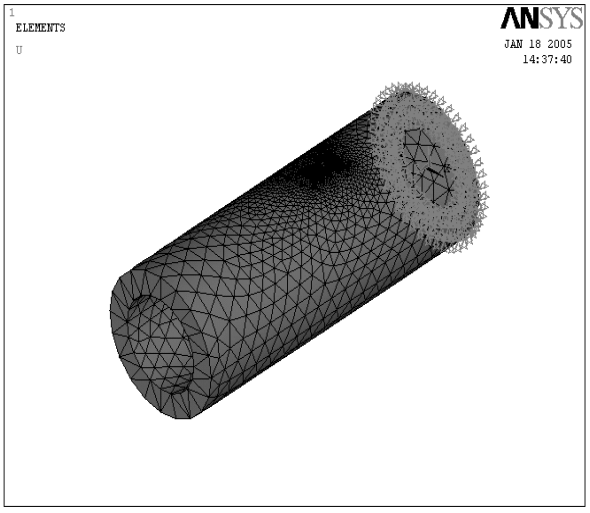
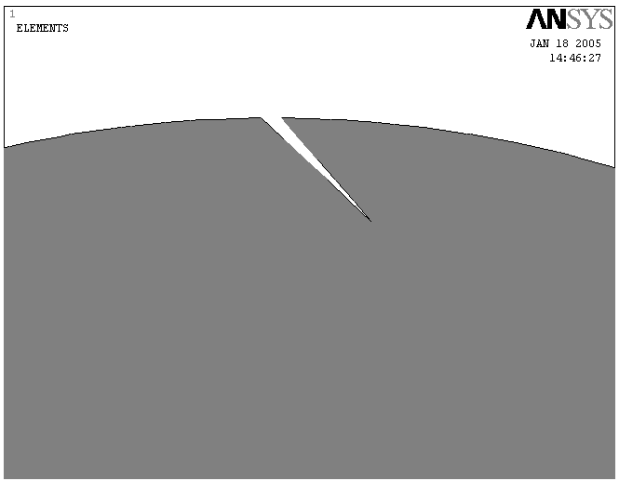
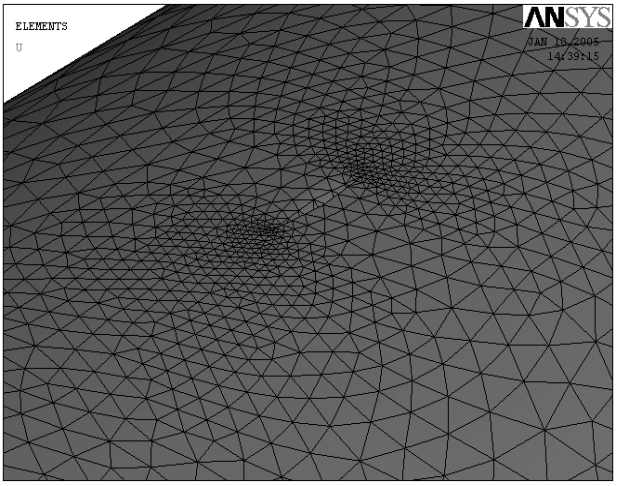


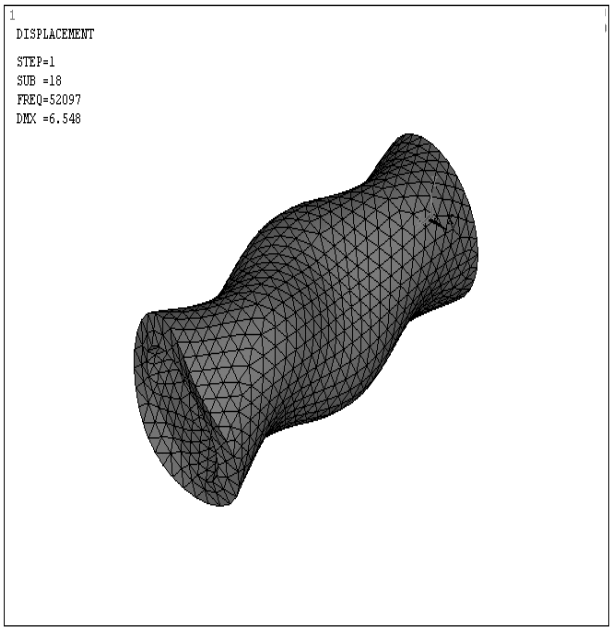
Рис. 4. МКЭ-модель ПП с трещиной





а) *б)*

Рис. 5. Геометрия трещины поршневого пальца



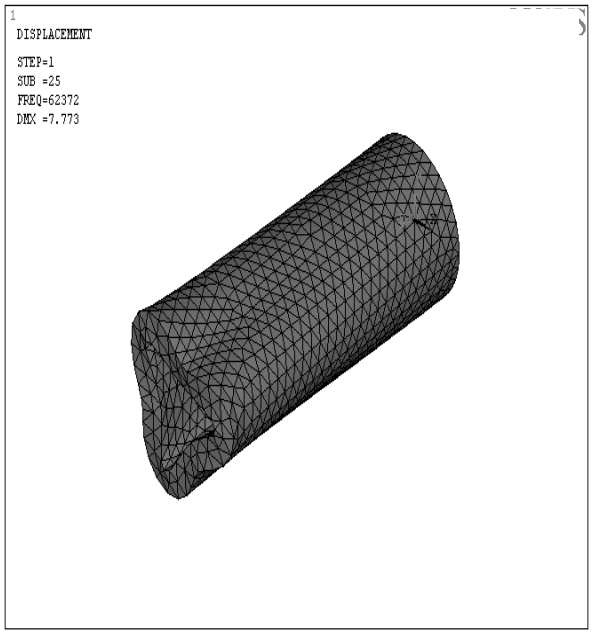


Рис. 6. Формы колебаний и соответствующие частоты (18 и 25)

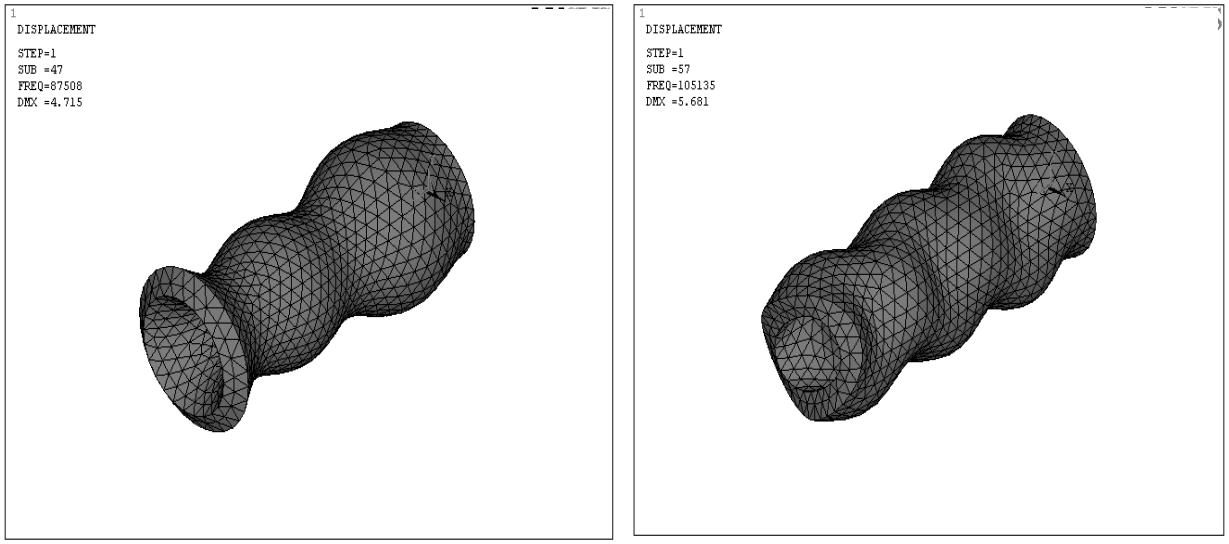


Рис. 7. Формы колебаний и соответствующие частоты (47 и 57)

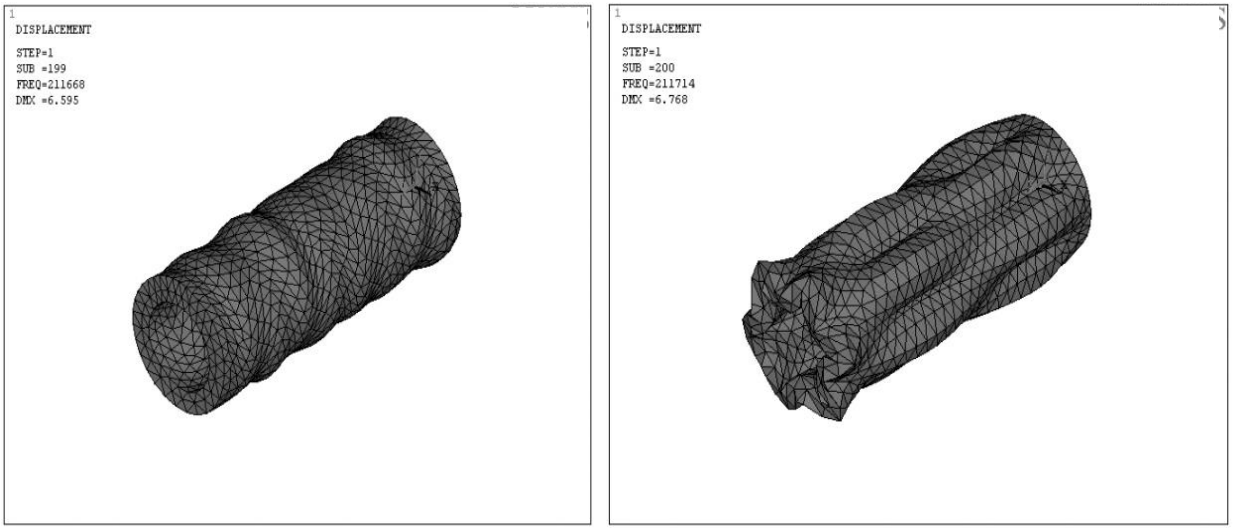


Рис. 8. Формы колебаний и соответствующие частоты (199 и 200)

Из анализа представленных рисунков можно сделать вывод о том, что возможность распознавания дефекта на внешней поверхности ПП при диагностировании существенно зависит от формы собственных колебаний на РЧ. Именно: не на всех формах собственных колебаний можно ожидать существенного изменения собственной частоты колебаний ПП из-за наличия дефекта.

На рис. 9 представлены графики ЧСК для ПП с трещиной и без трещины. Видно, что в высокочастотной области (более 100 кГц) наблюдается существенное расхождение этих числовых рядов. В результате проведенного анализа численного моделирования установлено, что:

1. Наличие дефектов в детали приводит к изменению спектра ЧСК.

2. Величина «сдвига» частот зависит от размера и местоположения дефекта на внешней боковой поверхности ПП.

3. Если дефект находится в «пучности» колебаний, то соответствующая частота сдвигается на максимальную для данного размера дефекта величину.

4. Нахождение дефекта в «узле» колебаний не приводит к сдвигу соответствующей частоты.

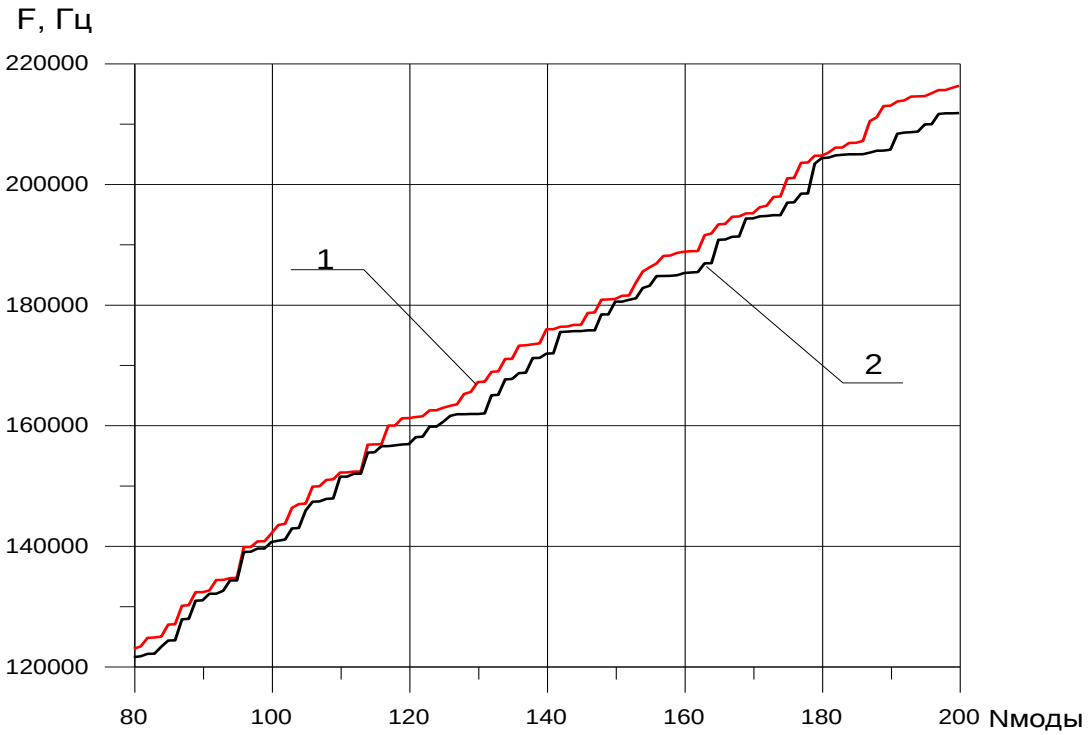


Рис. 9. Собственные частоты для ПП без трещины (1) и с трещиной (2)

Выводы

1. Разработана конечно-элементная методика определения собственных частот и форм колебаний ПП ДВС. Ее особенность состоит в том, что при компьютерном моделировании учитывается технологическая неоднородность материала приповерхностных слоев детали, что выражается в изменении всего комплекса механических характеристик по глубине ПП.

2. Методика определения РЧ и собственных форм колебаний ПП позволяет использовать метод собственных частот для диагностирования наличия дефекта на внешней поверхности детали. Из анализа данных, представленных на рис. 4, 5, 9, следует, что теоретические результаты моделирования колебаний ПП с дефектами на внешней поверхности позволяют определить информативные параметры наличия дефектов в деталях рассматриваемой конфигурации по анализу частотного спектра колебаний.

Полученные результаты показывают, что использование современных программных комплексов при математическом моделировании колебаний деталей машиностроения сложной внутренней структуры и последующего анализа спектра колебаний могут сделать метод свободных колебаний перспективным для проведения экспресс – контроля и диагностирования технического состояния неоднородных деталей ТС при эксплуатации.

3. Предложенный метод анализа нестационарных сигналов оказывается одинаково эффективным при использовании для сигналов различной природы и сложности. Эта универсальность обусловлена тем, что в основе метода лежат наиболее общие принципы исследования динамики сложных, как правило, нелинейных процессов. Рассмотренные в работе примеры демонстрируют эффективность применения метода к решению задач для диагностирования технического состояния структурно-неоднородных деталей автомобилестроения.

Список использованной литературы

1. Булычев С.И. Испытание материалов непрерывным вдавливанием индентора / С.И. Булычев, В.П. Алехин - М.: Машиностроение, 1990. – 224 с.

2. Марковец М.П. Определение механических свойств металлов по твердости / Марковец М.П. - М.: Машиностроение. 1979. – 192 с.

3. Марковец М.П. Переносные приборы для измерения твердости и механических свойств металлов / М.П. Марковец, В.П. Матюнин, В.М. Шабанов, Б.А. Юзиков // Заводская лаборатория. – 1989. – № 12. – С.73 – 76.

4. Марковец М.П. Связь между напряжениями при растяжениями и вдавливании в пластической области/ М.П. Марковец, В.М. Матюнин, А.М. Семин // Изв. АН СССР. Механика твердого тела. – 1985. – № 4. – С. 185 – 187.

5. Славский Ю.И. Проблемы контроля качества изделий машиностроения методами локального контактного деформирования / Ю.И. Славский // Заводская лаборатория. – 1989. – № 12. – С. 65 – 69.

6. Беленький Д.М. Сертификация качества материалов металлопроката / Д.М. Беленький, А.Н. Бескопыльный // Заводская лаборатория. – 1993. – №3 – С. 37 – 40.

7. Бескопыльный А.Н. Оценка параметра сдвига в моделях с логарифмически нормальным распределением / А.Н. Бескопыльный, О.А. Санжарова, А.Г. Леонов // В кн.: «Надежность машин». – Ростов-на-Дону. – РИСИ. – 1991. – С. 37 – 46.

8. Бескопыльный А.Н. Вероятностные модели механических свойств / А.Н. Бескопыльный // Надежность и контроль качества. – 1995. – № 3. – С. 9 – 14.

9. Вовк Л.П. Теоретические и экспериментальные методы определения механических характеристик неоднородных деталей машиностроения / Л.П. Вовк, А.А. Писанец – Донецк: «Вебер» (Донецкое отделение), 2007. – 213 с.

10. Кинасошвили Р.С. Расчет поршневого пальца авиационного двигателя / Р.С. Кинасошвили – М.: Оборонгаз, 1977. – 148 с.

Анотація. *У статті розглядається метод діагностування деталей циліндричної форми з різними способами зміцнення поверхні. Пропонований метод діагностування деталей ТЗ циліндричної форми заснований на ударному випробуванні. Як приклад, розглянуто одну з найважливіших технологічно неоднорідних деталей циліндропоршневої групи ДВЗ – поршневий палець. Важливу роль у діагностиці утворення й розвитку тріщин є методи, що дозволяють проводити діагностику деталей при виробництві, експлуатації й ремонті. Наведені частоти, на яких можна провести аналіз характеристик коливального процесу.*

Abstract. *The article discusses a method of cylindrical parts diagnosing with different ways of the surface hardening. The proposed method of diagnosing of vehicle parts of cylindrical shape is based on hanmmer testing. As an example, it is considered one of the most important parts of technologically heterogeneous details of combustion engine cylinder group it is the piston pin. An important role in the diagnosis of creating and development of cracks are methods allow doing the diagnosis of details in the manufacture, maintenance and repairing. Rates are given at which it is possible to analyze the characteristics of the vibration process.*

Стаття надійшла до редакції 05.04.2013 р.

УДК 656.13

ТОПЧІЙ Р.І., к.т.н.,
Академія внутрішніх військ МВС України

ОЦІНЮВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО МОТОРЕСУРСУ БРОНЬОВАНОЇ КОЛІСНОЇ ТЕХНІКИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТУ

Розглянуто питання впровадження теорії енергетичного підходу в систему оцінювання умов експлуатації броньованої колісної техніки під час безпосереднього виконання службово-бойових завдань та визначення показників якості руху «шуму прискорення» в бойових умовах експлуатації.

Постановка проблеми

Службово-бойові завдання (СБЗ) частин та підрозділи внутрішніх військ сучасності частіше приймають форми спеціальних операцій та змінюють широкомасштабні військові дії на локальні військові конфлікти, переміщуючись при цьому в густонаселені території держави (міста, селища) або місцевості зі складними гірсько-лісовими рельєфами, трансформуючи при цьому традиційне розуміння ведення бойових дій у короткотривале локальне озброєне протистояння. А в настановах американської армії вже сьогодні декларується, що «урбанізована місцевість буде для збройних сил США найбільш ймовірним районом ведення проведення військових операцій по всьому світу».

Багатий досвід іноземних держав, в тому числі сусідніх, у веденні військових протистоянь змушує замислитися про здатність власних військ до виконання такого роду бойових дій у зазначених умовах. Об’ємність та складність сучасних військових конфліктів спонукає до глибокого аналізу можливостей та перспектив вітчизняних сил та засобів ведення бойових дій, а саме броньованої колісної техніки (БКТ).

Успішність поставлених бойових завдань передусім залежить від технічного забезпечення сил охорони правопорядку. Технічне забезпечення в умовах виконання сучасних СБЗ формує матеріально-технічну основу їх боєздатності за рахунок проведення відповідних заходів цього виду забезпечення, спрямованих в першу чергу на своєчасне забезпечення військ необхідною кількістю озброєння, сучасної військової та спеціальної техніки, боєприпасами та військово-технічним майном.

Аналіз останніх досліджень

Кількісний та якісний аналіз окремих видів БКТ вказує на те, що в разі виникнення необхідності виконання службово-бойових задач, оснащеність військових частин та підрозділів перебуває не на належному рівні. Так, 100 % всієї чисельності бронетехніки перетнули $20^{-ти}$ річний термін використання, а 8% з них $30^{-ти}$ річний термін. Загалом БКТ військ за марками та чисельністю розподілилась наступним чином (рис. 1):

Внутрішні війська МВС України укомплектовані переважно БТР-60 та БТР-70. Приведені зразки були розроблені та прийняті на озброєння в 1960, 1970 роках відповідно. БТР проектувався під вимоги загальновійськового бою у складі мотострілкових підрозділів. Тактичне призначення – транспортування особового складу мотострілкових підрозділів до поля бою та вогнева підтримка. Завдання, покладені на бронетехніку, залишаються такими й на сьогоднішній день,

але умови в яких відбувається їх виконання дещо змінилися, що не може залишатися без уваги фахівців технічного забезпечення.

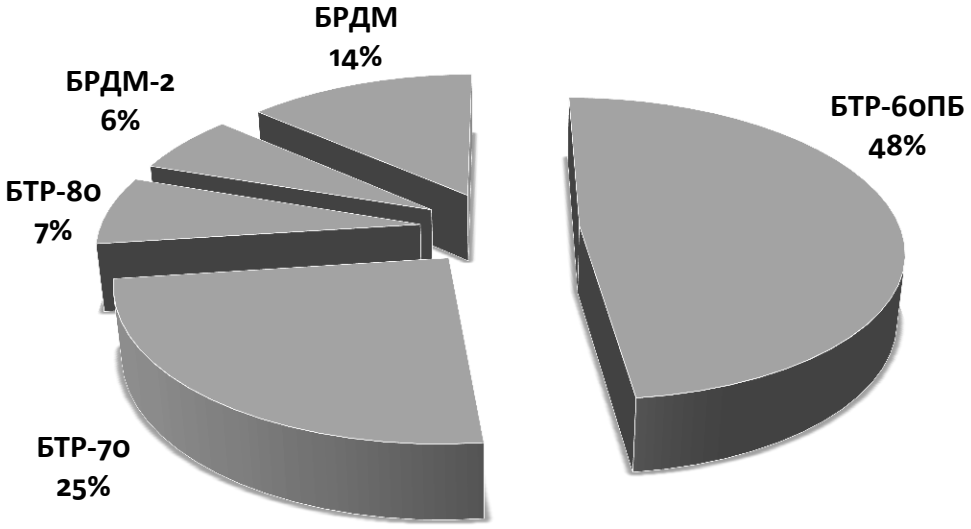


Рис. 1. Розподіл броньованої колісної техніки за марками та чисельністю

Діюча тактика ведення бою змушує переглядати встановлені за радянських часів норми експлуатації БКТ. Спираючись на бойовий досвід внутрішніх військ Росії, слід виділити, що в період першої чеченської кампанії перевищення міжремонтних строків склало: на БТР-31% до середнього ремонту й 6% до капітального ремонту; автомобілях-29% до середнього ремонту й 6% до капітального ремонту. Таке значне перевищення міжремонтних строків пояснюється недосконалістю та відсутністю наукового підходу в системі оцінювання умов експлуатації бойових машин. Окрім цього, відсутність такої системи унеможливило прогнозування та завчасного визначення чисельної кількості машин, що виходь з ладу протягом бойових дій. Так, у ході розвитку військового конфлікту, кожна транспортна одиниця виходила з ладу за різних причин у середньому 2-3 рази. При цьому 65-85% такої техніки потребувало поточного ремонту, 6-12% середнього, 4-9% капітального ремонту та близько 14% невідновлювані втрати.

Перш ніж пропонувати сучасні шляхи удосконалення системи оцінювання умов експлуатації з'ясуємо зміст системи «водій – машина – середовище».

Система «водій – машина – середовище» функціонує в складних бойових умовах, що постійно перебувають в стані зміни як по часу, так і в просторі. Розмежування обстановки і системи умовне й визначається умовами бойової задачі, що виконується. Ефективність функціонування цієї системи залежить від психофізіологічних та технічних якостей командира машини, її водія та безпосередньо бронетранспортера. Взаємозв'язок окремих елементів системи броньованого транспорту представлено в повній мірі на рис.2.

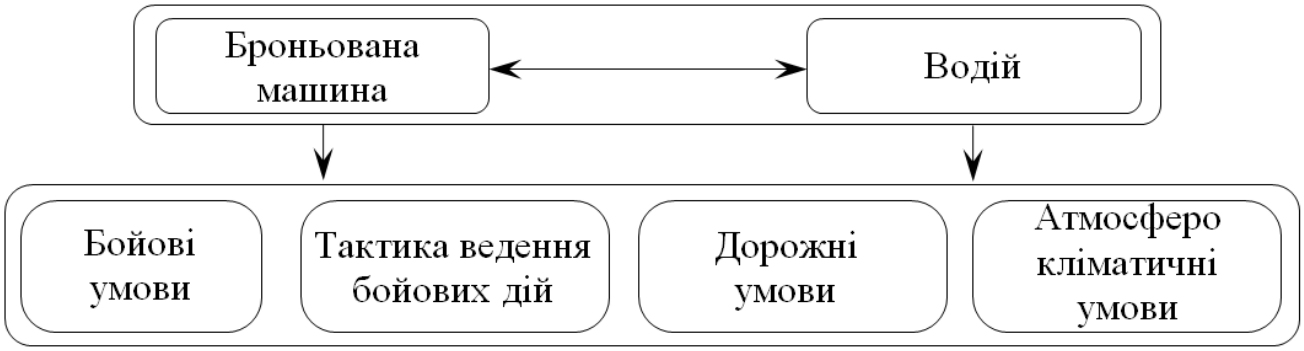


Рис.2.Структурна схема броньованого транспорту як динамічної системи

Розглядаючи загальноприйняті та відомі умови експлуатації (дорожні, атмосферо-кліматичні, культуру експлуатації) особливої уваги заслуговують бойові умови експлуатації БКТ.

Бойові умови перш за все слід характеризувати як умови, в яких домінують психологічний стрес або, інакше кажучи, емоційний фон водія машини та її командира, висока ймовірність отримання бойових пошкоджень броньованою машиною та особовим складом екіпажу, обмеження часу на виконання поставленого завдання та з урахуванням характеру сучасних бойових дій – обмеженість площі ведення бою та значні складності для переміщення БКТ.

Мета статті

Метою статті є оцінювання параметрів, що характеризують умови експлуатації БКТ в бойових умовах, вплив умов експлуатації на їх основні експлуатаційні показники, передусім на залишковий моторесурс.

Умови експлуатації БКТ характеризуються декількома параметрами, які чинять вплив на основні техніко-експлуатаційні якості бронемашини. В таблиці 1 наведено параметри, що характеризують умови експлуатації та критерії оцінки цих умов.

Таблиця 1

Характеристика умов експлуатації броньованої колісної техніки

Умови експлуатації (навколишнє середовище)	Основні параметри, що характеризують умови експлуатації	Вплив умов експлуатації на основні експлуатаційні показники бронемашини	Основні критерії оцінки умов експлуатації
Бойові	1.Психологічний стан водія 2.Ймовірність бойового ураження 3.Тривалість бою 4.Габаритні обмеження рухливості бронемашини	1.Середня технічна швидкість 2.Середня експлуатаційна швидкість 3.Кількість, характер бойових пошкоджень 4.Зношення агрегатів, вузлів машини та шин 5.Витрата палива	1.Ступінь виконаного завдання 2.Характер пошкоджень 3.Середня технічна швидкість
Тактика ведення бойових дій	1.Щільність, інтенсивність і режим руху 2.Вид перевезеного вантажу 3.Час простою під навантаженням-розвантаженням 4.Відстань перевезень та частота зупинок	1.Середня технічна швидкість 2.Середня експлуатаційна швидкість	1.Середня технічна швидкість 2.Середньозважена величина передаточного відношення коробки передач
Дорожні	1.Наявність штучних перешкод 2.Тип та конструкція дорожнього покриття 3.Повздовжній профіль 4.Сумарний коефіцієнт опору дороги 5.Ступінь рівності покриття 6.Зчеплення коліс з дорогою	1.Середня технічна швидкість 2.Плавність ходу 3.Гальмівний шлях 4.Витрата палива 5.Зношування агрегатів і шин	1.Середня технічна швидкість 2.Сумарний опір дороги, ступінь нерівності 3.Середньозважена величина передаточного числа коробки передач

В ході наукових досліджень основним показником якості виконання завдань на БКТ прийнято параметр – середня швидкість руху. Даний параметр повною мірою характеризує якість руху засобів ведення бойових дій у воєнний час в умовах виконання СБЗ, як приклад переважна більшість вимог до переміщення бойової техніки формується саме на цьому параметрі. Так, при здійсненні маршів по дорогах середня швидкість руху змішаних колон приймається: вночі – 15…20 км/год, вдень – 20…30 км/год. Колони можуть рухатися зі швидкістю: вночі – 25…30 км/год, вдень – 30…40 км/год. Приведені норми не є постійними. За сприятливих умов вони можуть бути вище, і навпаки, за поганих дорожніх та погодних умов швидкість зменшується, особливо коли до складу похідних колон входять підрозділи і частини з різними маршовими показниками машин. Значно знижується швидкість руху при здійсненні маршу по колонних шляхах у гірській місцевості, при русі по розбитих і пильних дорогах, а також в спеку, туман, снігопад. В горах швидкість руху знижується на 25…30%. Гірський рельєф, круті підйоми і спуски, велика кількість крутих поворотів та інші дорожні умови знижують маршові швидкості. Середня швидкість руху військ у горах у світлу частину доби становить 15…20 км/год і відповідно 10…15 км/год вночі. Обраний параметр – середня швидкість руху БКТ в умовах ведення сучасних бойових дій – не повною мірою здатен відобразити реальні умови експлуатації бронетехніки, особливо під час виконання завдань в умовах міста та вкрай складних рельєфних місцевостях.

Саме з цих міркувань, у своїх дослідженнях за показник якості руху приймаємо параметр якості руху – шум прискорення.

Цей параметр було обрано через наступні причини:

– пов’язує такі три основні елементи транспортного потоку як водій, дорога та бойові умови руху;

– являється показником рівномірності руху.

Шум прискорення (тобто середнє квадратичне відхилення) можна розглядати як відхилення швидкості бронемашини від рівномірної або прийняти за показник рівномірності руху, що безпосередньо пов’язане з проблемою визначення залишкового моторесурсу, прогнозування виходу машини з ладу, визначення міжремонтних ресурсів, безпекою руху в ході виконання СБЗ.

Загальна схема прогнозування (рис. 3) залишкового моторесурсу БКТ в цілому або окремих агрегатів повинна якомога ширше враховувати реальні умови експлуатації. При роботі бронемашини в найнесприятливіших умовах вибіг до капітального ремонту або залишковий ресурс буде дорівнювати L_{min}, при роботі в найсприятливіших умовах L_{max}.

Визначення залишкового моторесурсу зразків БКТ стало можливим за рахунок отриманої математичної моделі, яка дозволяє диференційно аналізувати вплив окремих агрегатів та умов експлуатації на втрати енергії , пов’язані з тертям на зношуванням:

$$L_p = A_1 \cdot \frac{\eta_a}{K_ш} \ ,км$$

$$\eta_a = \eta_i \cdot \eta_м \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_n ,$$

де A_1 – розрахунковий постійний коефіцієнт,

η_a – ККД машини,

$K_ш$ – шум прискорення,

η_i – ККД індикаторний двигуна,

$\eta_м$ – ККД механічний двигуна,

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії,

η_n – ККД підвіски.

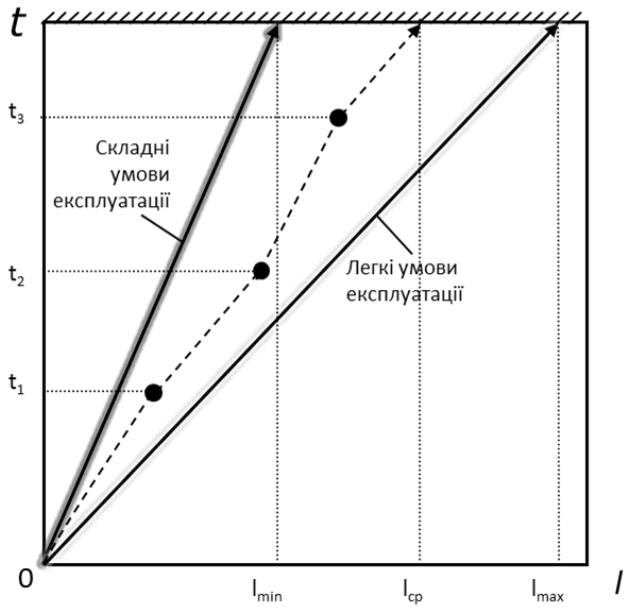


Рис.3. Зв'язок умов експлуатації з моторесурсом

На основі одержаної математичної моделі пропонується розробити єдину класифікацію умов експлуатації БКТ, яка буде застосовуватися при будь-яких експлуатаційних розрахунках. Всі можливі поєднання бойових, тактичних, дорожніх та атмосферно-кліматичних умов можна поділити на три групи.

В ході досліджень було визначено, що основні показники ефективності роботи БКТ суттєво відрізняються в різноманітних умовах експлуатації в порівнянні з умовами першої групи. Це дає можливість зробити важливий висновок, що загальний моторесурс та міжремонтні ресурси бронемашини залежать від конкретних умов її експлуатації.

Залучення до визначення основних показників ефективності зразків бронетехніки прийнятого показника шум прискорення надає можливість з більшою точністю визначати дані показники.

Прискорення бронемашини для різноманітних груп умов експлуатації розраховується за формулою:

$$\dot{V}a = \frac{\left(36 \cdot N_1 \cdot N_{max} \cdot K_k \cdot \eta_{TP} / \left(G_a \cdot V_a\right) - \psi - 0{,}185 \cdot V_a^2 / G_a\right)}{\left[1 + 0{,}05\left(60 / V_a\right)^2\right]}$$

де N_1 – процент використання потужності двигуна,

$N_{\max}$ – максимальна потужність двигуна, *кВт;*

K_k – коефіцієнт кореляції, що враховує зміну потужності двигуна при роботі в реальних умовах експлуатації (0,85-0,95);

η_{TP} –ККД трансмісії;

G_a – вага бронемашини, *Н;*

V_a – швидкість бронемашини, *км/год;*

ψ – коефіцієнт сумарного дорожнього опору ($\approx 0{,}8/V_a$).

Коефіцієнт шуму для різноманітних груп умови експлуатації розраховується за формулою:

$$K_{ш} = \left(g \cdot i + 0{,}185 \cdot V_a^2 / M + \delta \cdot \dot{V}a \right),$$

де g – прискорення вільного падіння 9,81 *м/с²;*

i – середньозважене передаточне число коробки передач*;*

M – маса машини, *кг;*

δ – коефіцієнт урахування обертових мас транспортного засобу;

$\dot{V}a$ – прискорення транспортного засобу, *м/с²*.

В таблиці 2 приведено залежності основних показників ефективності БКТ від умов експлуатації, отримані на основі відомих методик визначення цих показників.

Таблиця 2

Залежність основних показників ефективності роботи БКТ від умов експлуатації

Група умов експлуатації	Середня швидкість руху	$K_{ш}$	Відносний коефіцієнт зміни швидкості	Витрата палива	Вибіг до капітального ремонту
1	60	0,188	1,00	1,00	1,00
2	20	0,326	0,36	1,79	0,59
3	13	0,374	0,22	1,91	0,43

Отримані значення шуму прискорення як показника якості руху бронемашини можуть бути використані при різноманітних експлуатаційних розрахунках, таких як, наприклад, розрахунок визначення причин зниження ресурсу машин, визначення моторесурсу машини (Рис.3) та її міжремонтні ресурси. Окрім цього, введення показника в різноманітні методики розрахунку експлуатаційних витрати надасть можливість їх значно уточнити.

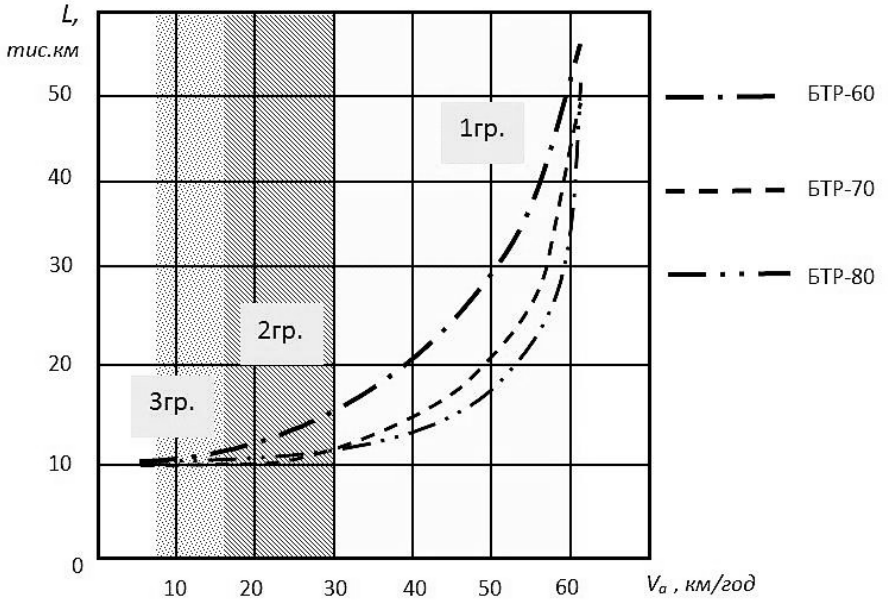


Рис3. Залежності моторесурсу зразків БКТ від умов експлуатації

Характер кривих на графіку свідчить про складну залежність залишкового моторесурсу БКТ від його умов експлуатації, але очевидним є те, що експлуатація техніки в складних умовах (3-тя група експлуатації) є вкрай несприятливою.

Висновок

Використання показника шуму прискорення дозволяє достатньо просто й точно розглядати ресурс броньованої колісної техніки при експлуатації в різноманітних бойових, тактичних, дорожніх, атмосферно-кліматичних умовах експлуатації. Дозволяє визначити періодичність технічних впливів. Може лягти в основу моделі діагностування технічного стану агрегатів бронемашин.

Список літератури

1. Иванов О. **Опыт создания и становления технического обеспечения внутренних войск // Зарубежное военное обозрение. – 2010 – №10 – с.46–61**

2. Шуєнкін В.О. **Технічне забезпечення військ (сил) в операції і бою. Частина 1/ В.О. Шуєнкін, О.І. Хазанович, І.С. Ішутін, М.Ф. Єжеєв та ін. під заг. ред. М.І. Шапталенко. – Київ: Національна Академія Оборони України, 2001. – С. 9-10.**

3. Дрю Д. **Теория транспортных потоков и управление ними / Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.**

4. Говорущенко Н.Я., Смеркус М.А., Назаров В.Н., Хрущева Е.И. **Нормирование скоростей движения автотранспорта // Автомобильный транспорт № 2, 1988. – 13 с.**

Аннотация. *Рассматривается вопрос применения теории энергетического подхода в систему оценивания условий эксплуатации бронированной колёсной техники во время непосредственного выполнения служебно-боевых задач, и определение показателей «шума ускорения» в боевых условиях эксплуатации.*

Abstract. *The question of applying the theory of the energy approach in evaluating the operating conditions of armored wheeled vehicles in the direct performance of service and combat missions, and the measurement of "noise acceleration" in combat conditions.*

Стаття надійшла до редакції 11.04.2013

АВТОРИ НОМЕРА

Березовський Є.Е., Вінницький національний технічний університет
Бєлов Ю.В., Донецька академія автомобільного транспорту
Віховська Л.Й. Донецький інститут залізничного транспорту
Губенко В.К., ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (м. Маріуполь)
Доценко Ю.В., Донецький інститут залізничного транспорту
Дяк М.А., Національний університет «Львівська політехніка»
Єфременко О.М., Донецька академія автомобільного транспорту
Закорчевський А.В., Вінницький національний технічний університет
Козак Р.О., Вінницький національний технічний університет
Красноштан О.М., Національний транспортний університет (м. Київ)
Лаврухін О.В., Українська державна академія залізничного транспорту (м. Харків)
Лямзін А.О., ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (м. Маріуполь)
Майорова І.М., ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (м. Маріуполь)
Могила І.А., Національний університет «Львівська політехніка»
Орехов А.Ю., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький НТУ» (м.Горлівка)
Осипов В.О., ДВНЗ «Луганський будівельний коледж»
Писанець О.О., Донецька академія автомобільного транспорту
Помазков М.В., ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (м. Маріуполь)
Сало М.М., Державне підприємство “Українська залізнична швидкісна компанія” (м. Київ)
Самісько Т.О., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький НТУ» (м.Горлівка)
Сунцов О.М., Донецька академія автомобільного транспорту
Толок О.В., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький НТУ» (м.Горлівка)
Топчій Р.І., Академія внутрішніх військ МВС України (м. Харків)
Федоров Є.Є., Донецька академія автомобільного транспорту
Цимбал С.В., Вінницький національний технічний університет
Шварик І.Є., Національний університет «Львівська політехніка»
Шевченко С.В., Донецька академія автомобільного транспорту

ПРАВИЛА ПОДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Для публікування в журналі «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту» приймаються неопубліковані раніше наукові статті в галузях: транспорту і двигунів внутрішнього згоряння; проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг; надійності й довговічності механізмів і машин; транспортних технологій.

У журналі друкуються статті українською, російською (змішаними) мовами.

Для публікації наукової статті в редакцію необхідно представити наступні документи:

– текст статті у 2-х форматах;

– анотацію українською, російською та англійською мовами;

– експертний висновок про можливість відкритого публікування;

– завірену рецензію доктора наук або члена редакційної колегії;

– відомості про автора (-ів) (прізвище, ім'я та по батькові повністю, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце та адреса роботи, e-mail, службовий або домашній телефони, адреса для відправлення авторського екземпляру журналу).

Вимоги до рукописів

Стаття подається у 2-х варіантах: у форматі WordforWindows – **.doc**(або **.docx**); та у форматі **.pdf** (сканований документ з нумерацією сторінок та підписом автора).

Обсяг наукової статті 5–10 сторінок тексту, які включають таблиці, ілюстрації (4 рисунки дорівнюються 1 сторінці), перелік літератури. Обзорні статті – до 12 сторінок.

Параметри сторінки: розмір – А4 (210 х 297 мм); орієнтація – книжкова; поля: верхнє – 15 мм, нижнє – 25 мм, ліве – 25 мм, праве –15 мм.

Весь текст повинен бути набраний стилем «Звичайний» (Normal), тип шрифта – TimesNewRoman.

Структура статті

Код УДК (універсальний десятинний класифікатор)	Шрифт: 12пт, напівжирний курсив Абзац: вирівнювання – по лівому краю, міжрядковий інтервал – одинарний
Пустий рядок	Шрифт: 12пт, Абзац: міжрядковий інтервал – одинарний
Прізвище (-ща) та ініціали автора (-ів), науковий ступінь, вчене звання Повна назва організації	Шрифт: 11пт, напівжирний курсив Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний
Пустий рядок	Шрифт: 12пт, Абзац:міжрядковий інтервал – одинарний
Назва статті	Шрифт: 14пт, напівжирний,всі букви строчні Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний
Пустий рядок	Шрифт: 12пт, Абзац: міжрядковий інтервал – одинарний
Анотація мовою оригіналу статті(не більш 80 слів, ширина рядка 130 мм)	Шрифт: 11пт, курсив Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ ліворуч – 20мм, та праворуч – 20мм.
Пустий рядок	Шрифт: 12пт, Абзац: міжрядковий інтервал – одинарний
Основний текст статті	Шрифт: 12пт, звичайний

Текст рукопису повинен містити такі розділи, як: **Постановка проблеми** де відображається історія предмету дослідження, актуальність та сучасний стан проблеми; **Аналіз останніх досліджень** на які спирається автор, виділення невирішених раніше аспектів загальної проблеми, яким присвячується означена стаття; **Мета статті** (постановка задачі); **Основний розділ** (можливі підрозділи); **Висновки** де стисло та чітко підсумовуються основні результати, що були одержані автором (-ами).	Абзац: вирівнювання – по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм. Назви розділів напівжирним шрифтом без крапки наприкінці. Таблиці повинні мати тематичні назви та порядкові номера (без знаку №), на які даються посилання у тексті. Рисунки та графіки повинні бути пронумеровані в порядку посилання у тексті. Кожний рисунок розміщується в окремому файлі (формати **.bmp** або **.tif**; інші – тільки з дозволу редакції). Кольорові та фонові рисунки не допускаються. Перелік рисунків з номерами та підписами рисунків пишуться в окремому документі. Усі формули повинні бути набрані у редакторі формул MicrosoftEquation 2.0, 3.0 (MathType). У редакторі формул повинні бути наступні параметри: – відстань до знаку – 60%; – розмір – звичайний – 12 пт; – великий індекс – 8 пт; – маленький індекс – 6 пт; – великий символ – 12 пт; – маленький символ – 10 пт. Нумерація формул дається арабськими цифрами в круглих дужках праворуч. При виборі одиниць виміру слід дотримуватись системи СІ. Ціла частина числа від десятичної відділяється комою. Посилання на джерела беруться у квадратні дужки.
Пустий рядок	Шрифт: 12пт, Абзац:міжрядковий інтервал – одинарний
Список літератури **1. який виконується згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання» та в порядку посилання.**	Назва розділа – шрифт: 12пт, напівжирний. Текст списка: Шрифт: 11пт, курсив; Абзац: вирівнювання – по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм.
Пустий рядок	Шрифт: 12пт, Абзац:міжрядковий інтервал – одинарний
Анотация (Анотація). *Перевод аннотации на русский язык, если язык оригинала украинский,або переклад анотації на українську мову, якщо мова оригіналу російська.* ***Abstract.*** *Переклад анотації на англійську мову.*	Шрифт: 12пт, курсив Абзац: вирівнювання –по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм

Статті, що не відповідають вимогам, повертаються авторам для доопрацювання.

Після прийняття редколегією рішення про допуск статті до публікації відповідальний секретар інформує про це автора й указує строки публікації, розмір плати за публікацію статті та банківські реквізити Академії.

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗУВАННЯ СТАТЕЙ

1. Наукові статті, що надійшли до редакції, проходять через інститут рецензування.

2. Форми рецензування статей:

– зовнішня (рецензування рукописів статей доктором або кандидатом наук, який є провідним спеціалістом у відповідній галузі науки);

– внутрішня (рецензування рукописів статей членами редакційної колегії).

3. У зовнішній рецензії повинні бути висвітлені наступні питання:

– чи відповідає зміст статті заявленій в назві темі;

– наскільки стаття відповідає сучасним досягненням у зазначеній галузі;

– чи доступна стаття читачам, на яких вона розрахована, з погляду мови, стилю, розташування матеріалу, наочності таблиць, діаграм, малюнків та ін.;

– чи доцільна публікація статті з урахуванням раніше випущеної по даному питанню літератури;

– у чому конкретно полягають позитивні сторони, а також недоліки статті, які виправлення й доповнення повинні бути внесені автором;

– висновок про можливість опублікування даного рукопису в журналі: «рекомендується», «рекомендується з урахуванням виправлення відзначених рецензентом недоліків» або «не рекомендується».

4. Зовнішня рецензії засвідчуються в порядку, установленому в установі, де працює рецензент. Рецензія повинна бути підписана рецензентом з розшифровкою посади, наукового ступеня і вченого звання.

5. Відповідальний секретар протягом 7 днів повідомляє авторів про одержання статті.

6. Відповідальний секретар визначає відповідність статті профілю журналу, вимогам до оформлення й направляє її на внутрішнє рецензування члену редакційної колегії, що має найбільш близьку до теми статті наукову спеціалізацію.

7. Строки рецензування в кожному окремому випадку визначаються відповідальним секретарем з урахуванням створення умов для максимально оперативної публікації статті.

8. Внутрішня рецензія виконується членами редакційної колегії журналу у відповідності з наказом ректора Академії від 11.10.2010р. №153-01 «Про затвердження Положення про порядок випуску наукового фахового видання Вісник Донецької академії автомобільного транспорту».

Рецензент коментує якість рукопису за такими пунктами, як:

– наукова новизна,

– обґрунтованість результатів,

– значимість результатів,

– ясність викладання,

– якість оформлення;

виставляє по кожному пункту параметричну оцінку від 0 до 5. В залежності від суми балів приймається рішення про доцільність публікації, про необхідність доопрацювання рукопису, або про недоцільність публікації.

Рецензія повинна бути підписана рецензентом з розшифровкою посади, наукового ступеня і вченого звання.

9. У випадку відхилення статті від публікації редакція направляє авторові мотивовану відмову.

10. Наявність позитивної рецензії не є достатньою підставою для публікації статті. Остаточне рішення про доцільність публікації ухвалюється вченою радою Академії.

11. Оригінали рецензій зберігаються в редакції наукового журналу «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту».