ДОНЕЦЬКА АКАДЕМІЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Вісник Донецької академії автомобільного транспорту

№ 3
2012

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 № 2 від 31.10.2012 р.

Редакційна колегія:

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

Заступник головного редактора
Ткаченко В.П., *д.т.н., професор*

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*
Макаров В.А., *д.т.н., доцент*
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*
Хаханов В.І., *д.т.н., професор*

Відповідальний секретар
Гончарук В.Л.

Коректор
Задунайська О.В.

Технічні редактори
Руденко О.В.
Сердюков Р.О.

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 № 2 від 31.10.2012 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).

ISSN2219-8180

Підписано до друку 31.10.2012 р. Формат 60 х 84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 11. 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, 2012

Зміст

Транспортні технології

Рейцен Е.А., Берлог А.И. **Организация пересадок с линий ГПТ на метрополитен и логистика**.....4

Доля В.К., Лобашов А.О., Прасоленко А.В., Дульфан С.Б.**Транспортные потоки и противозаторные мероприятия на сети города**.....12

Єрмак О.М., Санакоєв А.Е. **Щодо впливу характеристик транспортного потоку на ймовірність виникнення дорожньо-транспортної пригоди**.....17

Санько Я.В. **Щодо формування раціональної вулично-дорожньої мережі**.....21

Осташевський С.А. **Використання факторного аналізу для аналізу подій з транспортними засобами на дорогах**.....24

Кічкіна О.І., Кавун Н.О. **Аналіз вантажопотоків хімічного підприємства та визначення методів удосконалення їх обробки**.....28

Федоров Е.Е., Слесорайтите Э. **Численное исследование шумных звонких согласных звуков команд водителя посредством нерасширяющих равномерно непрерывных отображений**.....32

Осипов В.О. **Щодо вдосконалення методики оцінки ефективності заходів з підвищення безпеки руху**.....41

Полетайкин А.Н. **Немецкий опыт организации и обеспечения безопасности дорожного движения в крупных городах**.....49

Рейцен Е.А., Кучеренко Н.Н. **Логистика и аудит в проблеме безопасности дорожного движения**.....57

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Балабин И.В., Макаров В.А., Писанец А.А. **Внутреннее давление воздуха в шине как силовой фактор, определяющий несущую способность автомобильного колеса**.....63

Вербицкий В.Г., Банников В.А., Червякова Е.В., Белевцова Н.Л. **К вопросу реализации управляемого движения вдоль программной кривой**.....67

Сахно В.П., Поляков В.М., Глінчук В.М. **Математична модель триланкового автопоїзда в повздовжній вертикальній і поперечній площинах**.....73

Автори номера.....85

Правила подання та оформлення статей.....86

Порядок рецензування статей.....88

УДК 711.7

РЕЙЦЕН Е.А., к.т.н., профессор; БЕРЛОГ А.И., ассистент
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕСАДОК С ЛИНИЙ ГПТ НА МЕТРОПОЛИТЕН И ЛОГИСТИКА

В работе проведено исследование и анализ пересадок с линий городского пассажирского транспорта на метрополитен в городе Киеве с применением логистики.

Актуальность темы

С быстрым ростом количества населения в городах увеличиваются культурно-бытовые передвижения, что приводит к превышению пропускной способности большинства остановочных пунктов. Можно констатировать, что большинство остановочных пунктов, размещённых в центре города, не способны вмещать на своей площади всех желающих воспользоваться общественным транспортом. Таким образом, пассажиры часто вынуждены ожидать транспорт, иногда даже стоя на проезжей части, что приводит к затруднению движения и повышает аварийность. И как следствие, пешеходы и транспорт находятся в постоянном конфликте, затрудняется движение и увеличивается количество ДТП.

Анализ предыдущих исследований и публикаций

Вопросами изучения указанной темы, занимались многие ученые, в частности по России: Л.Б. Миротин [5], Г.И. Клинковштейн [6]; а по Украине: Е.А. Рейцен [1], [3]; К.О. Томкевич [2], Н.Н. Кучеренко [4].

Постановка задачи

Проанализировать функционирование остановочных пунктов ГПТ и мест концентрации ДТП, и предложить логистический прием по исключению их из перечня мест концентрации ДТП.

Решение задачи

При наличии в городах линий метрополитена, маршруты различных видов городского транспорта (трамвай, троллейбус, автобус) выполняют роль подвозящего вида транспорта.

При появлении новых станций метрополитена, как правило, трансформируется система маршрутов ГПТ: одни могут исчезнуть или изменить конфигурацию; могут появиться новые маршруты; измениться расположение остановок ГПТ и т.п.

При этом должен соблюдаться логистический подход, обеспечивающий минимизацию времени на связи «место жительства» – «место работы (учёбы)», величины которого регламентируются ДБН 360-92** (п.7.1) и для городов с населением более 1 млн. не должны превышать 45 минут, а при величине населения 500тыс.÷1 млн. – 40 минут. Учитывая, что дальность пешеходных подходов от места проживания до ближайшей остановки ГПТ не должна быть более 500м, а в общественном центре от объектов массового посещения не более 250м по ДБН 360-92** (п.7.41). Есть смысл проанализировать, как формируются графы передвижений населения на связи «место жительства» – «место учёбы (роботы)» в которых используются поездки на метрополитене.

Далее на примере г. Киева рассмотрим графы, в которых задействованы маршруты коммунального транспорта: внутригородская электричка, скоростной трамвай, трамвай, автобус, троллейбус, фуникулёр.

В табл.1 приведен перечень станций Святошинско-Броварской линии Киевского метрополитена и наименования маршрутов ГПТ, подходящих к каждой станции. В настоящее время количество станций 18; протяженность линии L= 22,7км; время поездки 38,5 минут; интервал движения в часы «пик» 1,5 минуты. На рис.1 показан график ввода станций в эксплуатацию, а на рис.2 схема линий Киевского метрополитена.

Таблица 1

Список станций Святошинско-Броварской линии Киевского метрополитена

№	Название станции	Дата открытия	Вид станции	Пассажиропоток, тыс. чел./сутки	Маршруты ГПТ *
1	Академгородок	24 мая 2003 года		46,2	А, ВЭ
2	Житомирская	24 мая 2003 года		36,6	А, Тр
3	Святошин	5 ноября 1971 года		36,8	А, Тр, ВЭ
4	Нивки	5 ноября 1971 года		27,1	А, Тр
5	Берестейская	5 ноября 1971 года		21,8	А, Тр, Т
6	Шулявская	5 ноября 1963 года		28,2	Тр
7	Политехнический институт	5 ноября 1963 года		32,2	Тр
8	Вокзальная	6 ноября 1960 года		68,3	А, Тр, Т, ВЭ
9	Университет	6 ноября 1960 года		23,9	Тр
10	Театральная	6 ноября 1987 года		17,8	-
11	Крещатик	6 ноября 1960 года		39,1	А

№	Название станции	Дата открытия	Вид станции	Пассажиропоток, тыс. чел./сутки	Маршруты ГПТ *
12	Арсенальная	6 ноября 1960 года		26,1	А
13	Днепр	6 ноября 1960 года		3,0	А
14	Гидропарк	5 ноября 1965 года		6,9	–
15	Левобережная	5 ноября 1965 года		52,6	А
16	Дарница	5 ноября 1965 года		51,8	А,Тр, ВЭ
17	Черниговская	4 октября 1968 года		43,6	А,Т
18	Лесная	5 декабря 1979 года		66,9	А, Тр

**** А*** *– автобус*
Т *– трамвай*
СТ *– скоростной трамвай*
Тр *– троллейбус*
ВЭ *– внутригородская электричка*
Ф *– фуникулер*

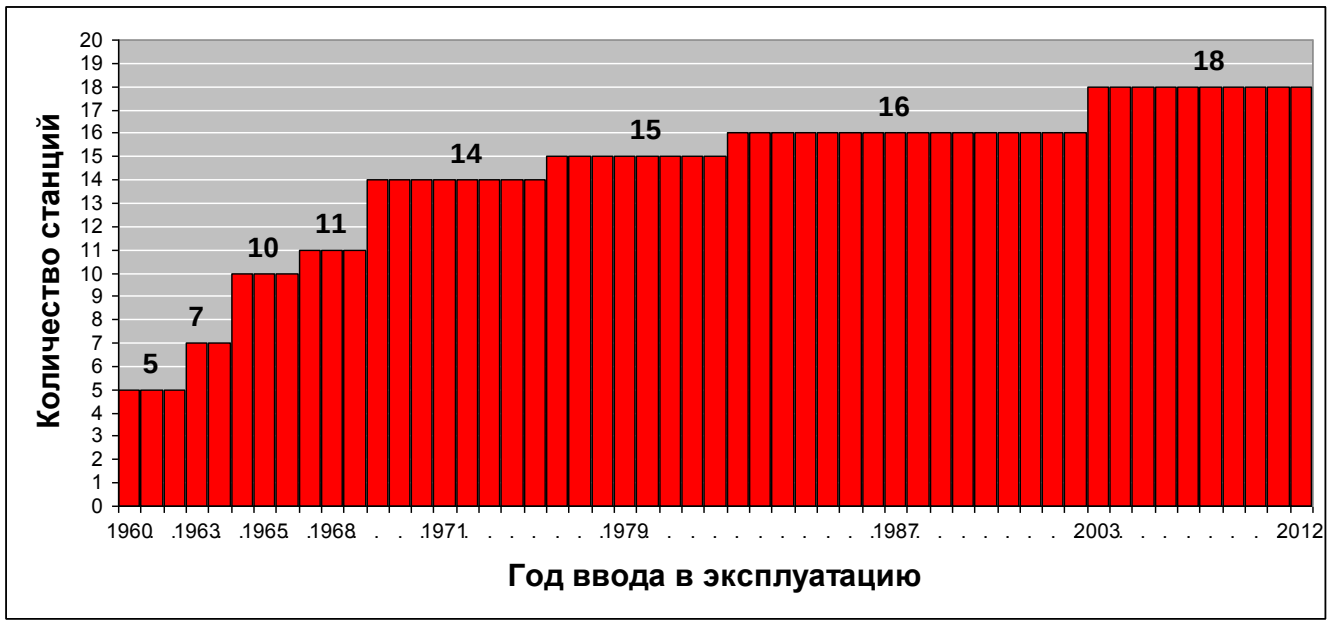


Рис. 1. График ввода станций Святошинско-Броварской линии Киевского метрополитена



Рис. 2. Схема линий Киевского метрополитена

А на рис.3 показана схема городской электрички и наземного пассажирского транспорта с пересадочными узлами.



Рис. 3. Схема городской электрички Киева

Достигнуть станции метрополитена от места жительства можно: пешком, на скоростном или обычном трамвае, автобусе, внутригородской электричке или фуникулере (для г. Киева).

Типовые графы поездки на метрополитене на связи «место жительства» – «место учёбы» показаны на схеме (рис.4).

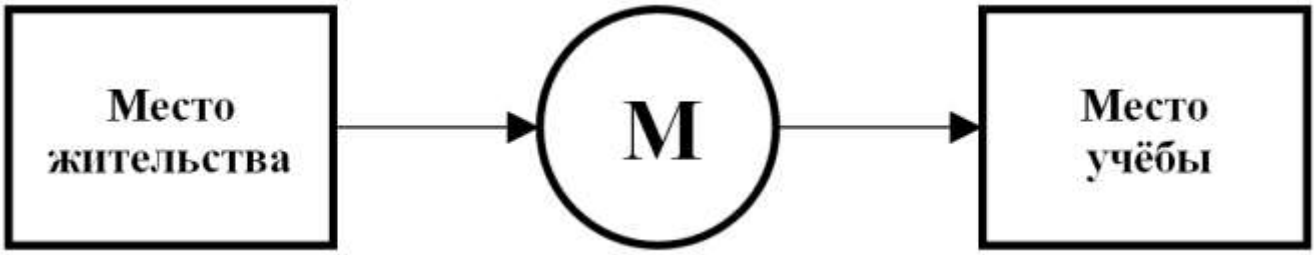
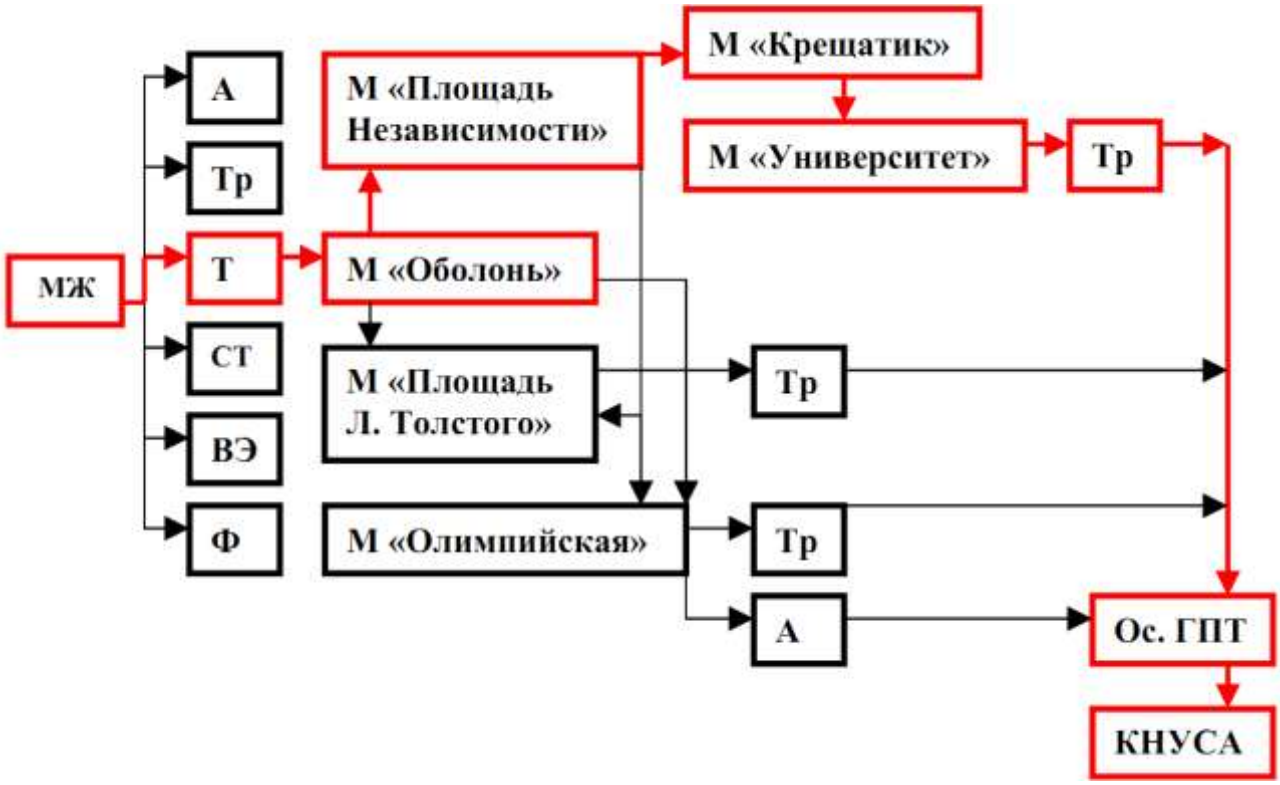


Рис. 4. Граф типовой связи «место жительства» – «место учёбы» для г. Киева

t_1 – время подхода к станции метро;
t_2 – время спуска на платформу;
t_3 – время ожидания;
t_4 – время поездки;
t_5 – время подъема от платформы;
t_6 – время подхода к месту учёбы.

Для примера возьмем микрорайон на Оболони (в районе проспекта Героев Сталинграда, дом 9б) и рассмотрим возможные графы передвижения до Киевского национального университета строительства и архитектуры (КНУСА), с расстоянием по воздушной линии около 9 км (рис.5).



А – автобус
Т – трамвай
СТ – скоростной трамвай
Тр – троллейбус
ВЭ – внутригородская электричка
Ф – фуникулер

Рис. 5. Граф поездки «место жительства» – «место учёбы» от микрорайона Оболонь к КНУСА

Выбран один из вариантов передвижения:

t_1 – время подхода от места жительства (проспекта Героев Сталинграда, дом 9б) к станции трамвая №3;

t_2 – время ожидания на трамвайной остановке;
t_3 – время поездки трамвай №3 – М «Оболонь»;
t_4 – время подхода к станции метро «Оболонь»;
t_5 – время спуска на платформу;
t_6 – время ожидания поезда метро;
t_7 – время поездки до станции М «Площадь Независимости»;
t_8 – переход на станцию метро М «Крещатик»;
t_9 – время ожидания поезда метро;
t_{10} – время поездки до станции М «Университет»;
t_{11} – время подъема от платформы;
t_{12} – время подхода к остановке троллейбуса №8;
t_{13} – время ожидания на остановке троллейбуса;
t_{14} – время поездки до остановки «Просвещения»
t_{15} – подход к месту обучения КНУСА.

$$T_{общ.} = \sum_{\min} t_{пеш.} + \sum_{\min} t_{ож.} + \sum_{\min} t_{поездки}$$

1. дом – остановка ГПТ 2. переход на пересадку: - внутри метро - между маршрутами ГПТ и метро	1. ожидание на остановке ГПТ 2. ожидание на платформе метро	М, А, Тр, Т, СТ, ВЭ, Ф

Логистический подход должен обеспечивать не только минимизацию общих затрат времени на передвижение (в цепочке «место жительства» – «место учёбы»), но и обеспечение безопасности движения для всех его участников и в первую очередь – пешеходов, которые используют поездки на метрополитене. В чём же здесь логистический подход? Прежде всего должна выполняться цепочка: проектирование (контроль) – строительство (контроль) – эксплуатация (контроль) – системный анализ – совершенствование (реконструкция, новые технологии и пр.) – экономика. На наш взгляд «Градостроительная логистика», как наука, должна включать в себя: философию (например, «философию транспорта»); социологию (например, «социологию градостроительства»); градометрию (например, «моделирование транспортных систем городов»); эконометрику (например, «транспортную эконометрику»)[8].

В настоящее время в Киеве 50-60% ДТП от общего их количества приходится на пешеходов. Чем большее количество пешеходов циркулирует в зоне пересадочного пункта или отдельной остановки ГПТ, тем большая вероятность возникновения различных видов ДТП с ними.

Это зависит:

– от величины суточного пассажирооборота;

– неправильного трассирования подземных, наземных переходов, что провоцирует пешеходов нарушать правила дорожного движения.

По первой причине ранее была установлена прямолинейная корреляционная зависимость между величиной пассажирооборота остановки ГПТ и количеством ДТП в зоне её действия (рис.6) [1].

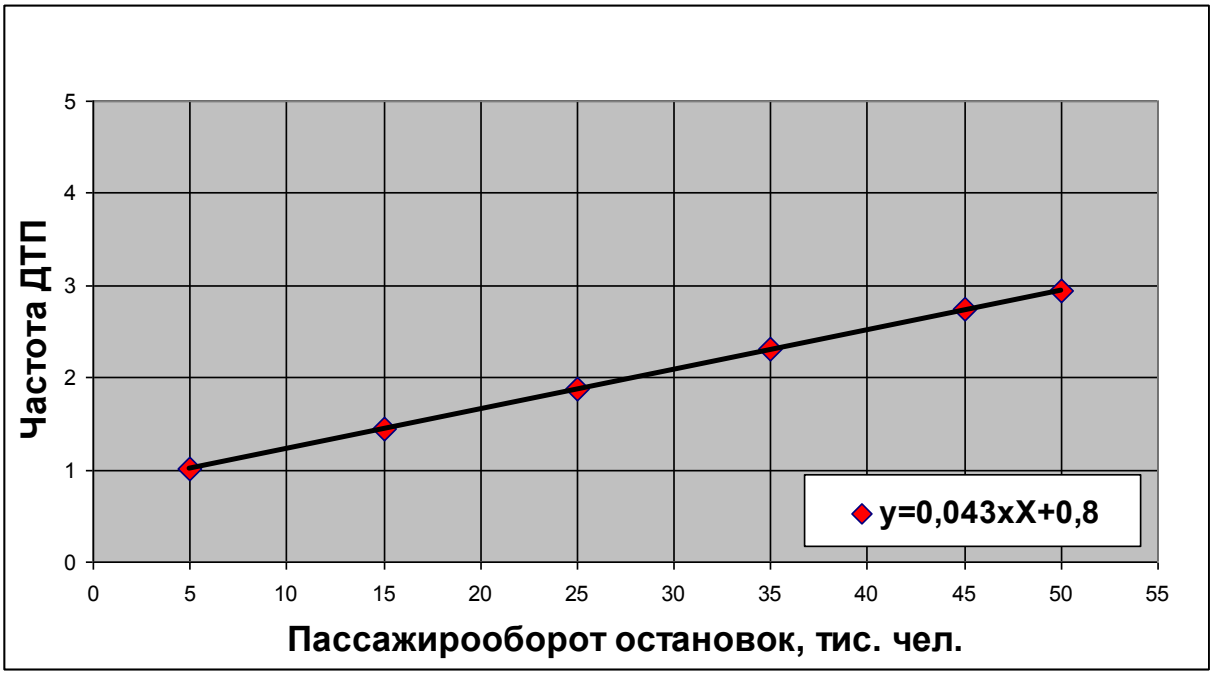


Рис. 6. Зависимость частоты ДТП от среднесуточного пассажирооборота остановок

По второй причине приведем несколько примеров неправильного трассирования подземных пешеходных переходов ППП по отношению к остановкам ГПТ и станциям метро (рис.7).

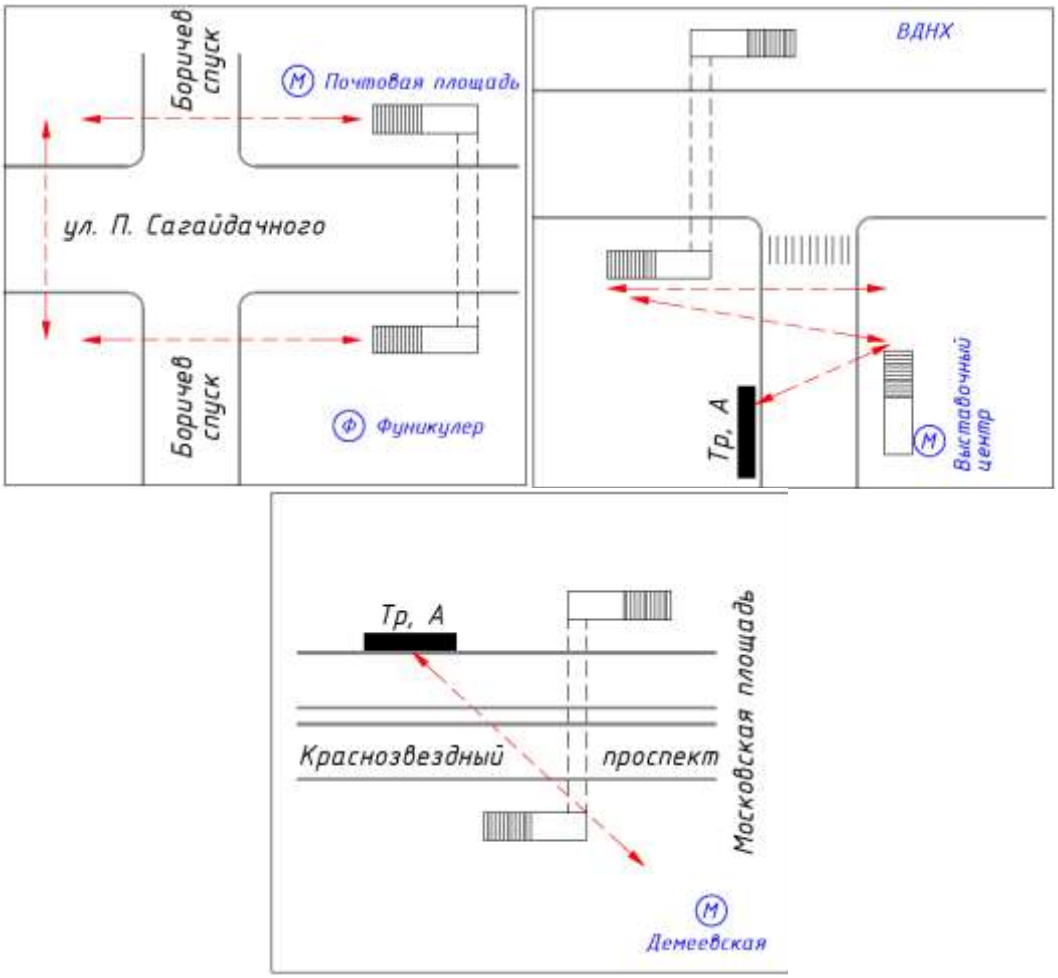


Рис. 7. Примеры неправильного трассирования ППП по отношению к остановкам ГПТ и станциям метро

Все эти места, к сожалению, являются местами концентрации ДТП и именно логистический приём к их проектированию должен исключить их из перечня мест концентрации ДТП.

Выводы

По итогам данных исследований:

1. Необходимо провести аудит, временных составляющих $T_{общ.}$ в зависимости от особенности организации передвижений на отдельных ребрах графа (логистической цепочки).

2. Кроме возможности минимизации временных потерь в каждой из составляющих $T_{общ.}$ необходимо исследовать безопасность передвижений пешеходов (пассажиров) на соответствующих ребрах графа (логистической цепочки).

3. Рассмотреть новые типы устройства пересадочных узлов на метрополитене с учетом маршрутизации на метрополитене.

Список литературы

1. Рейцен Е.А. Изыскание рациональных методов повышения безопасности движения при искусственном освещении улиц. Автореферат ... ктн. Городское строительство и хозяйство. Киев, 1972, 15 с. (КИСИ).

2. Рейцен Є.О., Томкевич К.О. Міські транспортно-пересадочні вузли і логістика // Містобудування та територіальне планування, №17. - К: 2004. С. 276 – 290.

3. Рейцен Е.А., Кучеренко Н.Н. Логистика и городской пассажирский транспорт //Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния /Матер. X междунар. (13-й Екатеринбург.) научн.-практ. конф. - Екатеринбург: издат. АМБ, 2004, С.194-197.

4. Кучеренко Н.Н., Рейцен Е.А. Новые подходы к проектированию транспортных пересадочных узлов в городах //Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния /Матер. XI междунар. (14-й Екатеринбург.) научн.-практ. конф. — Екатеринбург: издат. АМБ, 2005, С.140-145.

5. Логистика: общественный пассажирский транспорт: Учебник для студентов экономических вузов / Под общ.ред. Л.Б. Миротина. — М.: Издательство «Экзамен», 2003. — 224 с.

6. Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения: Учеб.для вузов.– 5-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001 – 247 с.

7. ДБН Б.1-2-95. Состав, содержание, порядок разработки, согласования и утверждения комплексных схем транспорта для городов Украины.

8. Рейцен Е.А., Кучеренко Н.Н. К вопросу о градостроительной логистике //Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния /Матер. XII междунар. (15-й Екатеринбург.) научн.-практ. конф. - Екатеринбург: издат. АМБ, 2006, С.40-43.

Анотація. *У статті розглядаються проблеми організації пересадок із ліній міського пасажирського транспорту на лінії метрополітену із залученням понять логістики.*

Abstract. *Problems of changes from public traffic lines to underground with connection the logistic are concedered in the article.*

Стаття надійшла до редакції 14 вересня 2012 р.

УДК 656

ДОЛЯ В.К., д.т.н., професор; ЛОБАШОВ А.О., д.т.н., доцент;
ПРАСОЛЕНКО А.В., к.т.н., доцент; ДУЛЬФАН С.Б.
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ И ПРОТИВОЗАТОРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА СЕТИ ГОРОДА

Рассмотрен метод моделирования транспортных потоков, который позволяет оценить влияние противозаторных мероприятий на параметры функционирования транспортных потоков и сети города в целом.

Введение

Движение транспортных потоков в крупнейших городах мира сегодня характеризуется высоким уровнем загрузки дорог движением. Перегруженность транспортных сетей, в свою очередь, обусловливает целый ряд острейших проблем социального, экономического и экологического характера, поэтому задача снижения уровня загрузки транспортных сетей в городах является актуальной для подавляющего большинства стран.

Обеспечить снижение уровня загрузки дорог движением в городах могут различные методы организации дорожного движения. В современной практике организации дорожного движения используются следующие основные подходы [1]:

1. Развитие и реконструкция транспортных сетей;
2. Более эффективное использование существующих транспортных сетей;
3. Изменение социально-экономических укладов города.

Первый подход особенно активно используется в развитых странах, где ежегодно значительные материальные средства вкладываются в развитие транспортных сетей крупнейших городов. Этот подход предполагает введение новых транспортных связей или изменение параметров существующих связей на транспортной сети. Повышение эффективности использования существующих транспортных сетей осуществляется путем воздействия на транспортные и пешеходные потоки с помощью автоматизированных систем управления и других технических средств организации движения. Второй подход, в отличии от первого, требует значительно меньших материальных затрат. Третий учитывает перемены в транспортных технологиях на основе изменения укладов жизни людей. Поэтому подход «более эффективное использование существующих транспортных сетей» в последние десятилетия широко применяется во многих странах.

Цель работы

Цель работы заключается в реализации подходов к решению транспортных проблем городов и разработке противозаторных мероприятий на сети города путем изменения параметров действующей транспортной сети, что, в свою очередь, вызывает перераспределение транспортных потоков по улично-дорожной сети и изменяет параметры дорожного движения. В связи с этим, возникает вопрос: «Как изменятся характеристики дорожного движения после изменения параметров транспортной сети или уклады жизни людей?». Получить ответ на этот вопрос позволяют методы моделирования транспортных потоков.

Анализ известных публикаций

Актуальность исследований в области моделирования транспортных потоков подтверждается множеством работ [2-5]. При этом круг решаемых вопросов в полной степени характеризует наличие проблем при определении параметров транспортных потоков в городе. Это связано с

трудностями при определении параметров распределения транспортных потоков по сети. При этом на параметры распределения влияют следующие факторы:

– изменение во внешних транспортных связях;

– разрешение или запрет парковки автомобилей в транспортной сети города;

– введение новых элементов сети: линий метро, радиальных или кольцевых автомагистралей;

– строительство нового жилого района или емкого центра тяготения транспорта;

– временного закрытия или ликвидации какого-либо элемента транспортной системы.

По мнению авторов [2-5], чтобы получить рациональные параметры транспортных потоков на улично-дорожной сети города необходимо использовать математическое моделирование, которое способно адекватно описывать поведение участников транспортного потока и правильно воспроизводить параметры и характеристики дорожного движения.

Оценка противозаторных мероприятий на сети города

Для решения выше затронутых задач на примере г. Харькова была разработана модель транспортной сети. Основными исходными данными для моделирования транспортных потоков являются:

1. Точная карта города;
2. Характеристики участков транспортной сети;
3. Данные о транспортных перемещениях (массив корреспонденций**);**
4. Технические средства регулирования дорожного движения в городе.

После ввода исходных данных возможно рассчитать параметры транспортных потоков.

Разработанная топологическая сеть города Харькова насчитывает 842 узла и 2362 связи (участки транспортной сети). Каждая связь была описана математически с использованием теории графов. Например, при одностороннем движении использовался ориентированный граф. Для определения характеристик участков транспортной сети и транспортных узлов были проведены обследования на сети города Харькова. В процессе обследования были собраны такие исходные данные как: интенсивность, скорость движения транспортных потоков и ряд других характеристик. Также на сети были определены емкости по образованию и поглощению транспортных потоков в узлах транспортной сети, которые содержат информацию о транспортных перемещениях. На транспортной сети прибытие осуществляется как внутри самой сети и на краях. На краях сети транспортный спрос равняется интенсивности прибывающего внешнего транспорта. В самой транспортной сети транспортный спрос определяется на основании условных границ транспортного района и мест тяготения транспортных потоков.

После формирования исходных данных, используя метод моделирования транспортных потоков [2], выполняется расчет параметров движения между узлами транспортной сети и расчет корреспонденций.

В результате распределения транспортных потоков по сети города происходит изменение основных характеристик функционирования транспортной сети: интенсивности, скорости и показателей эффективности функционирования транспортной сети. В свою очередь, расчет характеристик функционирования транспортной сети города состоит из следующих этапов:

– расчет матрицы кратчайших расстояний;

– расчет матрицы корреспонденций;

– предварительная оценка эффективности функционирования транспортной сети города.

Для расчета матрицы кратчайших расстояний используются такие критерии оптимизации функционирования транспортной сети как: минимум затрат, минимум пробега и минимум потерь времени на передвижение между корреспондирующими узлами транспортной сети.

Разработанное программное обеспечение (рис. 1) позволяет оперативно отслеживать все изменения, что происходят в транспортной сети. Программа рассчитывает: интенсивность, уровень загрузки, скорость движения, уровень обслуживания и показатель эффективности. В результате моделирования отслеживается ошибка модели транспортных потоков, которая для города Харькова составила 6,8 %. Наблюдать изменения интенсивности движения и коэффи-

циента загрузки с помощью данной программы возможно согласно выбранной цветовой гаммы. Цвета подобраны таким образом, что позволяют разделить участки сети на проблемные – при увеличении более к красному цвету и на удовлетворительные – начиная от желтого и заканчивая темно-зеленым цветом. В данном случае показана центральная часть г. Харькова. Как видно, в транспортной сети существуют проблемные участки вследствие большой загрузки дорог движением. Эффективность всевозможных мероприятий можно оценить, выполнив моделирование.

Например, в результате запрета уличной парковки на загруженных участках сети и перенос ее в подземные паркинги, разгружаются не только участки сети, где была парковка, но и ряд параллельных дорог (рис. 2). В среднем загрузка дорог по сети уменьшилась на 29%, средняя скорость движения увеличилась на 17%. При этом потери времени транспортных потоков на сети города уменьшаются на 11%. А вот решение организовать одностороннее движение по параллельным основным магистральным улицам рассматриваемой части города приводит к отрицательным результатам (рис. 3). Вследствие изменения привлекательности данных магистралей после введения одностороннего движения, интенсивность движения на них увеличилась в среднем на 55%. Как следствие возникло множество проблемных участков. Данное мероприятие нанесет городу не только экологический ущерб, но и социальный и экономический.



Характеристика цветовой гаммы в соответствии с уровнями обслуживания:

уровень А - темно-зеленый (коэффициент загрузки дороги (Кз) ≤ 0,6) ; уровень В - светло-зеленый (0,6 < Кз ≤ 0,7); уровень С - желтый (0,7 < Кз ≤ 0,8); уровень D - оранжевый (0,8 < Кз ≤ 0,9); уровень Е – красный (0,9 < Кз ≤ 1,0); уровень F - темно-красный (Кз > 1,0).

Рис.1. Транспортные потоки и загрузка сети города

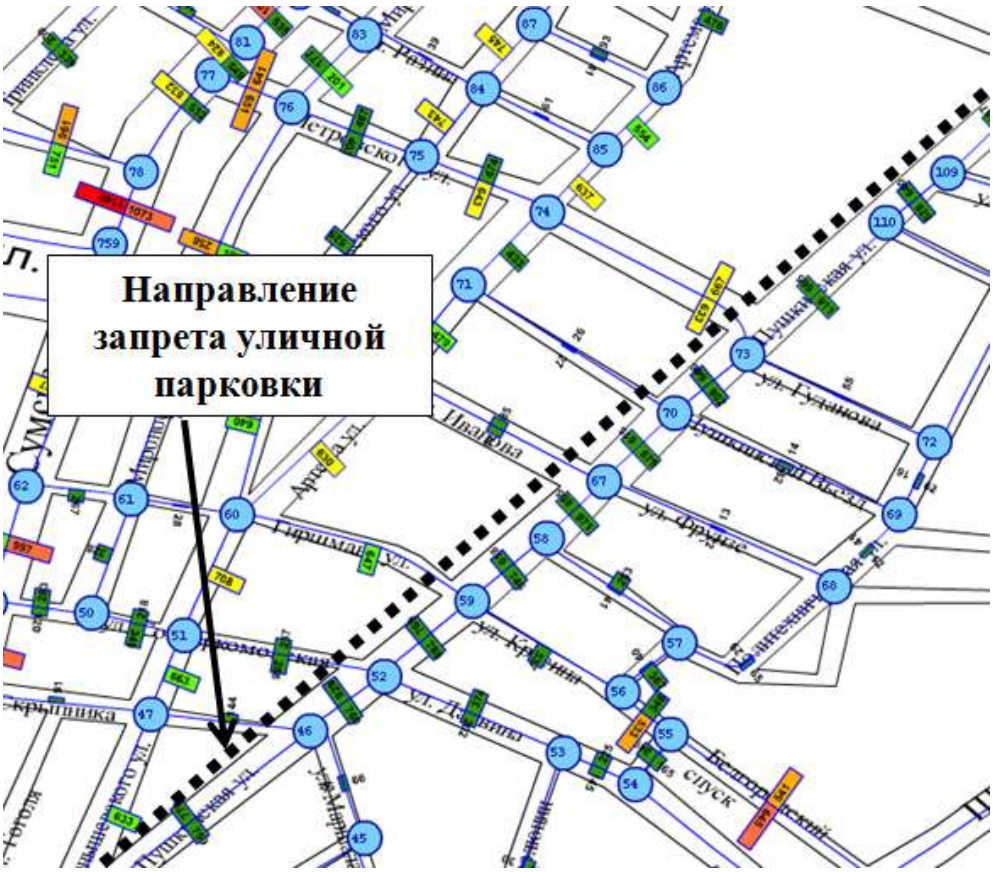


Рис.2. Пример оценки запрета парковки на сети города

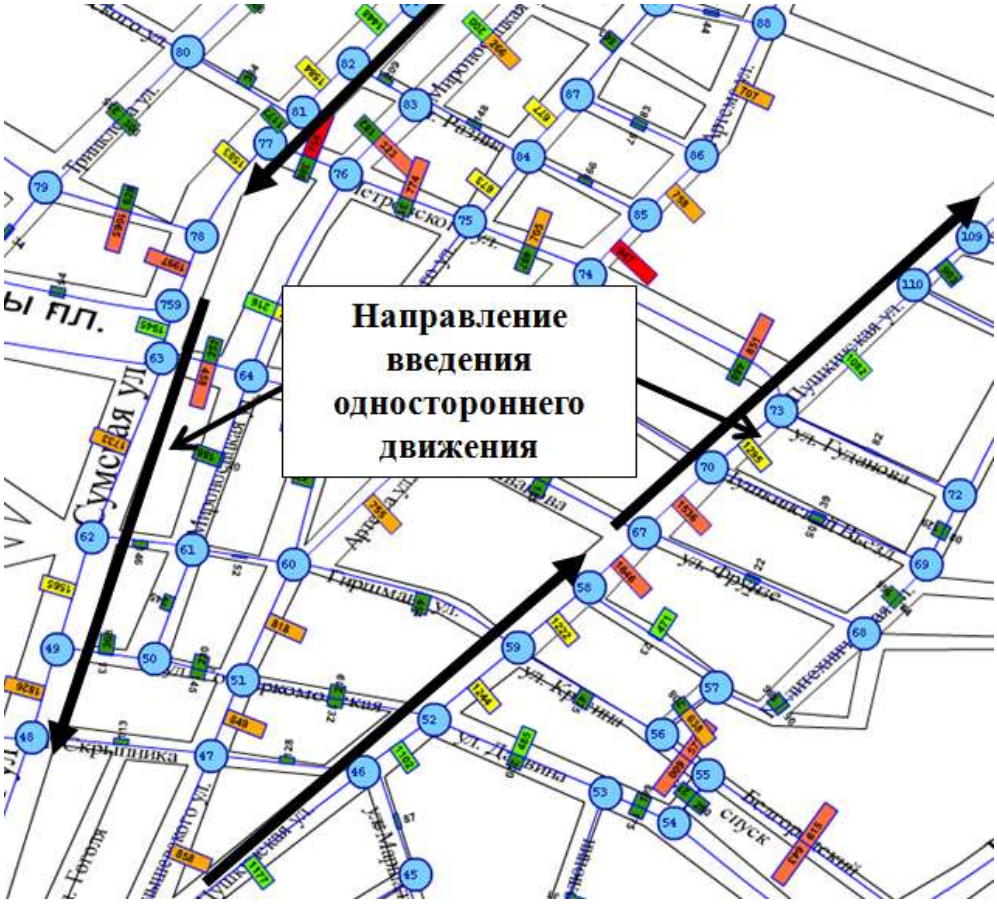


Рис.3. Пример оценки введения одностороннего движения на сети города

Аналогично примерам (рис. 2-3), могут быть рассмотрены другие мероприятия локального характера на сети. Такие мероприятия как: расширение отдельных участков, строительство новых дорог, организация пересечений в различных уровнях и т.д., должны быть согласованы и оценены в рамках всей сети города, а не отдельных ее фрагментов.

Кроме того, следует отметить, что транспортная ситуация в крупнейших городах мира обостряется с каждым годом. Это вызвано существенной диспропорцией между интенсивностью движения транспортных средств и темпами строительства и реконструкции улично-дорожных сетей. Одной из главных причин увеличения интенсивности на сети города, является рост уровня автомобилизации. Поэтому для планирования мероприятий по организации дорожного движения на основе значений интенсивности движения, необходимо учитывать ожидаемый уровень автомобилизации. Предложенный подход позволяет учитывать изменение уровня автомобилизации путем корректировки значений емкости отправления и прибытия транспортных средств в транспортные районы города.

Выводы

Таким образом, выше наглядно были продемонстрированы возможности программного обеспечения по транспортным потокам и реализации противозаторных мероприятий. Программный комплекс позволяет вводить различные функции распределения транспортных потоков для различных условий движения, тем самым делая его универсальным для работы в данном направлении. Методика позволяет оценить целесообразность:

1. Реконструкции улиц и дорог;
2. Влияние развития города на параметры движения транспортных потоков;
3. Увеличение уровня автомобилизации;
4. Ввод в действие новых производственных учреждений;
5. Ввод в действие новых жилых микрорайонов.

Список литературы

1. Рэнкин В. У. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения / В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. – М. : Транспорт, 1981. – 592 с.

2. Лобашов А.О. Методика прогнозирования поведения транспортных потоков в городах / Ву Дык Минь // Вестник ХНАДУ. – Харьков: РИО ХНАДУ, 2002. – С. 35 – 36.

3. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Дрю Д.; пер. с англ. – М. : Транспорт, 1972. – 423 с.

4. Сильянов В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / Сильянов В. В. – М. : Транспорт, 1973. – 303 с.

5. Lohse D., Glücker C., Teichert H. A demand model for urban commercial transport : 2nd Symposium on Networks for Mobility. – Stuttgart, 2004. P. 320–402.

Анотація. *Розглянуто метод моделювання транспортних потоків, який дозволяє оцінити вплив протизаторних заходів на параметри функціонування транспортних потоків і мережі міста в цілому.*

Abstract. *The method of simulation of traffic flow, which allows to estimate the effect of controlling ice events on the performance of transport flows and networks of the city as a whole.*

Стаття надійшла до редакції 14 жовтня 2012 р.

УДК 656.13

ЄРМАК О.М., к.т.н., доцент; САНАКОЄВ А.Е., студент
Харківська національна академія міського господарства

ЩОДО ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА ЙМОВІРНІСТЬ ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОЇ ПРИГОДИ

Проведено дослідження причинно-наслідкових зв'язків виникнення дорожньо-транспортних пригод. Результатом дослідження є удосконалена залежність визначення коефіцієнту аварійності.

Постановка проблеми

Автомобільний транспорт найбільш небезпечний з усіх видів транспорту. Щороку у світі відбувається близько 55 мільйонів дорожньо-транспортних пригод, в яких щорічно гине понад 300 тисяч осіб і приблизно в 30 разів більше цієї кількості людей отримують травми. У більшості країн Європи проблема безпеки руху є основною.

Дорожньо-транспортною пригодою (ДТП) називають подію, що порушила нормальний процес дорожнього руху та викликала поранення, загибель людей та пошкодження транспортних засобів і споруд. Як правило, обставини виникнення дорожньо-транспортних пригод дуже різні. Однак аналіз цих обставин дозволив виявити деякі їх спільні риси, що надало можливість розробити класифікацію дорожньо-транспортних пригод, а саме: зіткнення, перекидання, наїзд на нерухомі перешкоди, наїзд на пішохода, наїзд на велосипедиста, наїзд на нерухомий транспортний засіб, наїзд на гужовий транспорт, наїзд на тварин та інше [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Серед вчених, які займалися вивченням питань дорожньо-транспортних пригод треба відмітити Є.М. Лобанова, Ю.А. Врубеля, Г.І. Клінковштейна та ін. [1-3]. Але всі вчені, які займалися вивченням питань дорожньо-транспортних пригод, недостатньо визначали ймовірність виникнення ДТП внаслідок причин їх виникнення.

Мета статті

Метою проведення досліджень є визначення впливу характеристик транспортного потоку на ймовірність виникнення дорожньо-транспортної пригоди.

Основний розділ

Існує декілька методів визначення ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод та визначення рівня безпеки руху на перетинах доріг із світлофорним регулюванням та без нього [1, 2].

Безпека руху на перехрестях залежить від способу організації руху. На перехрестях із світлофорним регулюванням мають перевагу два види дорожньо-транспортних пригод: наїзд на автомобіль, який різко зупинився та зіткнення з автомобілем, що рухається на заборонений сигнал світлофора.

На нерегульованих перехрестях із розподіленням доріг на головну та другорядну безпека руху залежить від дотримання правил почергового проїзду та тривалості знаходження автомобілів другорядного напрямку в конфліктній зоні. На міських нерегульованих перехрестях безпека руху визначається планувальними рішеннями та інтенсивністю руху автомобілів та пішоходів [2-4].

Одним із факторів, що визначає безпеку руху на нерегульованих перехрестях є інтенсивність руху на другорядній дорозі. Чим вище інтенсивність і чим ближче вона до інтенсивності руху по головній дорозі, тим частіше на перетині порушується правило переваги проїзду та ви-

никає конфліктна ситуація. На безпеку руху також має вплив кут перетину доріг. Одна з причин цього – зміна видимості з місця водія в залежності від положення автомобілів на перетині. Найбільш важка ситуація на частині поверхні перехресті, що розміщена справа від водія. На безпеку руху має вплив і планування перетину. При радіусах закруглення менше 10 метрів автомобілі виходять за межі відведеної їм смуги на проїжджій частині та створюють завади на інших смугах руху. На перетинаннях, де конфліктні точки розміщуються на відстані 10-15 метрів одна від одної, число ДТП в 2-2,5 рази менше, ніж на перетинаннях з тісним розміщенням. Найбільшу небезпеку для руху складають повороти ліворуч, особливо з другорядної дороги. На їх долю випадає більш ніж 40% від усіх ДТП на перетинаннях [2].

Безпеку руху на перетинах із світлофорним регулюванням оцінюють також за небезпекою конфліктних точок. На регульованих перехрестях виділяють шість конфліктних точок (табл.1) [1].

Найбільш небезпечними конфліктними точками на перетинаннях із світлофорним регулюванням є наїзди біля стоп-лінії та злиття в одній смузі руху.

Небезпека конфліктних точок використовується в розрахунку коефіцієнту аварійності [1]:

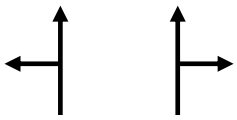
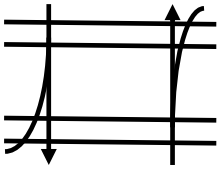
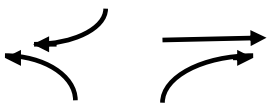
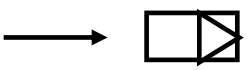
$$K_a = \frac{G \cdot K_r \cdot 10^7}{25 \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} N_i + \sum_{j=1}^{k} M_j \right)}, \qquad (1)$$

де G – загальна кількість ДТП за 1 рік на перехресті;

$\sum_{i=1}^{n} N_i, \sum_{j=1}^{k} M_j$ – інтенсивність руху на дорогах, що перетинаються, авт./добу

Таблиця 1

Відносна аварійність конфліктних точок на регульованих перехрестях [1]

Взаємодія потоків	Схеми руху	Небезпека конфліктної точки
Розділення: повороти без завад з полоси прямого або поворотного руху		0,000100
поворот ліворуч при наявності завад з інших смуг		0,000102
Перетин лівоповоротного потоку із прямим		0,000048
Перетин автомобільних потоків з трамвайним рухом		0,000207
Злиття на одній смузі		0,000968
Наїзд на автомобілі при підході до стоп-лінії		0,012425

Для визначення ймовірності виникнення дорожньо-транспортної пригоди нами було проведено натурні спостереження інтенсивності руху транспортних засобів та кількості порушень правил дорожнього руху на перехрестях, що є місцями концентрації ДТП. Результатом досліджень є побудований графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності руху транспортних засобів на перехресті (рис. 1).

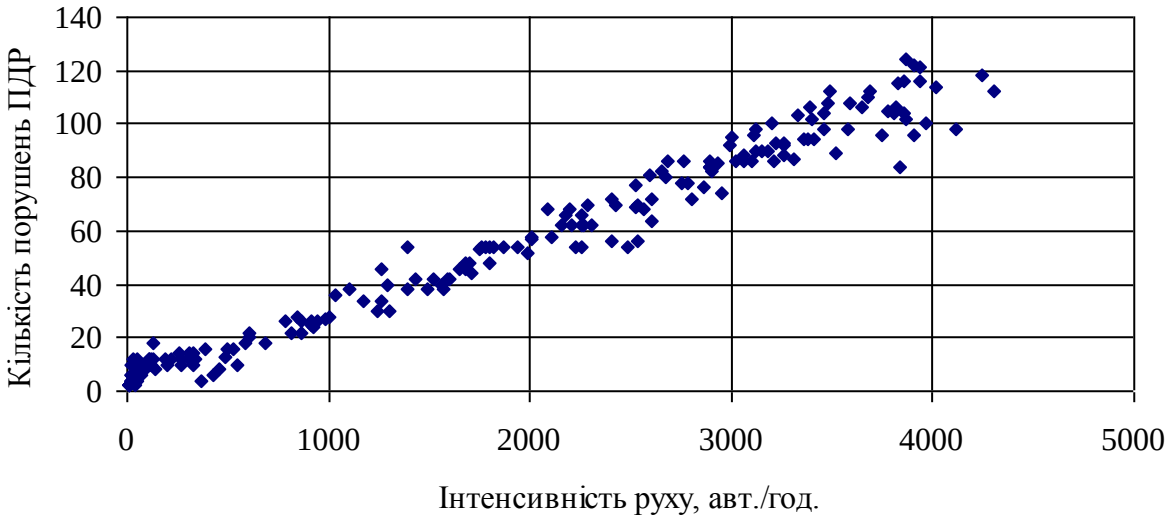


Рис.1. Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від інтенсивності руху транспортних засобів

Оскільки характеристики перехресть у місцях, які нами досліджувались – різні, тому необхідно обрати відносний показник, за допомогою якого можна було виконати порівняльну оцінку небезпеки на перехрестях. Таким показником було обрано коефіцієнт завантаження дороги рухом, який є відношенням інтенсивності руху транспортних засобів до пропускної здатності елементів вулично-дорожньої мережі.

При розрахунку пропускної здатності прийнято два допущення:

1) всі автомобілі, що проходять через перехрестя, можуть затримуватись перед світлофором;

2) всі автомобілі після включення зеленого сигналу проходять через перехрестя з однаковою швидкістю і рівними інтервалами часу.

Виходячи з цього, для розрахунку пропускної здатності однієї смуги використовують формулу [5]:

$$P_{П} = \frac{3600 \cdot \left(t_{з} - t_{а}\right)}{T_{ц} \cdot t_{c}}, \qquad (2)$$

де $T_{ц}$ – час циклу світлофорного регулювання, с.;

$t_{з}$ – тривалість дозволяючого сигналу світлофора, с.;

$t_{а}$ – час між включенням зеленого сигналу світлофора і перетинанням стоп-лінії першим автомобілем, с.;

t_{c} – інтервал часу між автомобілями при проходженні стоп-лінії, с.

Використовуючи значення пропускної здатності місць концентрації ДТП, було розраховано коефіцієнти завантаження дороги рухом. Результатом розрахунків є побудований графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від коефіцієнту завантаження дороги рухом (рис. 2).

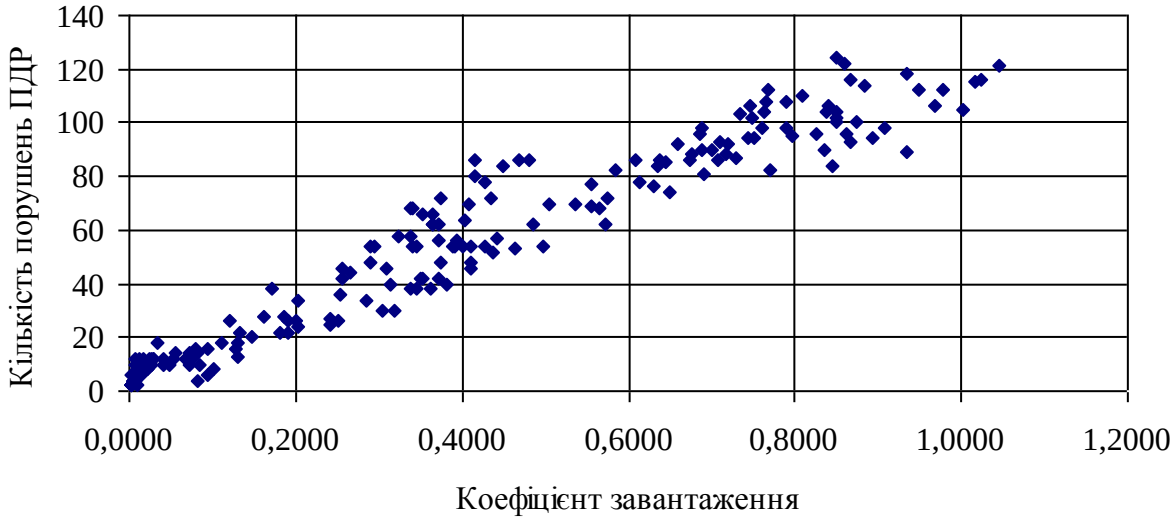


Рис.2. Графік залежності кількості порушень правил дорожнього руху від коефіцієнта завантаження дороги рухом

На основі даних досліджень та розрахунків було визначено математичні моделі ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод, що описуються показниковим законом. Після чого ми одержали формулу розрахунку коефіцієнту аварійності, яка враховує ймовірність виникнення дорожньо-транспортної пригоди:

$$K_a = \frac{1}{1-P} \cdot \frac{G \cdot K_r \cdot 10^7}{25 \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} N_i + \sum_{j=1}^{k} M_j \right)}, \qquad (3)$$

де P – ймовірність виникнення ДТП

Для оцінки розроблених математичних моделей було розраховано коефіцієнт аварійності за залежностями (1), (3) та порівняно з даними кількості ДТП за 2010 рік (табл. 2).

Таблиця 2

Результати розрахунків коефіцієнта аварійності

№ п/п	Місце концентрації ДТП	Кількість ДТП за 2010 рік (за даними ДАІ)	Коефіцієнт аварійності за залежністю (1)	Коефіцієнт аварійності за залежністю (3)
1.	проспект Леніна – проспект Правди	19	9	16
2.	проспект Леніна – вулиця Культури	6	5	6
3.	проспект Леніна – вулиця Бакуліна	11	7	10
4.	проспект Леніна – вулиця Новгородська	14	8	12
5.	проспект Леніна – вулиця Отакара Яроша	14	7	12
6.	проспект Леніна – вулиця Дерев'янко	8	9	8

Отримані дані свідчать про те, що розрахунок коефіцієнту аварійності за методикою, запропонованою Є.М. Лобановим, застарілий і не враховує сучасних умов руху, а розрахунки за отриманою формулою (3) найбільш точно описують дійсні значення.

Висновки

Проведені дослідження дозволили встановити закономірності впливу характеристик транспортного потоку на ймовірність виникнення дорожньо-транспортної пригоди. Удосконалена залежність визначення коефіцієнту аварійності дозволить отримувати більш достовірні дані щодо кількості дорожньо-транспортних пригод на перехрестях вулиць та доріг в майбутньому.

Список літератури

1. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.

2. Врубель Ю.А. Организация дорожного движения. – Мн.: Белорусский фонд безопасности дорожного движения, 1996. – 634 с.

3. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 2001. – 247 с.

4. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими – М.: Транспорт, 1972. – 423 с.

5. Булавина Л.В. Расчет пропускной способности магистралей и узлов. – Єкатеренбург: ГОУ ВПО УГТУ−УПИ, 2009. – 44 с.

Аннотация. *Проведено исследование причинно-следственных связей возникновения дорожно-транспортных происшествий. Результатом исследования является усовершенствованная зависимость определения коэффициента аварийности.*

Abstract. *The investigation of the cause-effect relationships of traffic accidents. The result of this study is an improved determination of the coefficient dependence of the accident.*

Стаття надійшла до редакції 9 жовтня 2012 р.

УДК 656.11

САНЬКО Я.В., к.т.н.
Харківська національна академія міського господарства

ЩОДО ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Проведено аналіз причинно-наслідкових факторів формування раціональної вулично-дорожньої мережі. Результатом досліджень є запропонована залежність оптимальної довжини ділянки вулично-дорожньої мережі від співвідношення кількості транспортних засобів та пасажиропотоку транзитного та місцевого формування.

Постановка проблеми

Постійне зростання рівня автомобілізації в найбільших містах України призвело до таких негативних явищ, як зниження швидкості сполучення наземних видів транспорту, збільшення викидів шкідливих газів в атмосферу та інші побічні явища. Фахівці вбачають також проблему у недостатньо розвиненій вулично-дорожній мережі (ВДМ). Тому необхідно дослідити причинно-наслідкові фактори формування раціональної ВДМ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Запропоновані в роботах [1-3] критерії оцінки планувальних схем транспортної мережі мають ряд недоліків. Головним із яких є використання їх усереднених значень, що не в повній мірі враховує потреби учасників дорожнього руху.

Дослідження з визначення оптимальної довжини ділянки ВДМ проведені в роботі [4] потребують подальшого розвитку та уточнень.

Мета статті

Метою проведення досліджень є визначення причинно-наслідкових факторів формування раціональної ВДМ.

Основний розділ

Одним із головних показників оцінки планувальної структури міста є щільність вулично-дорожньої мережі, яка визначається за формулою [2]:

$$\delta = \frac{L_M}{S_M}, \tag{1}$$

де δ – щільність вулично-дорожньої мережі міста, км/км^2;

L_M – сумарна довжина вулично-дорожньої мережі, км;

S_M – площа території міста, км^2.

Значення цього показника знаходяться в межах 0,7-4 км/км^2 і залежить від групи, до якої належить місто [5] та територіальної частини міста (центральна, периферійна, промислова, ін.).

Різниця в нормах по проектуванню доріг в різні роки, а саме ширини проїзної частини, спричинила появу різновиду показнику щільності мережі. Що визначається як відношення площі транспортної мережі до площі території міста [6]:

$$\delta' = \frac{S_{ВДМ}}{S_M}, \tag{2}$$

де δ' – скорегована щільність вулично-дорожньої мережі міста, км^2/км^2;

$S_{ВДМ}$ – площа вулично-дорожньої мережі, км^2.

Із характеру залежності (1) видно, що в межах території міста можливо лише змінювати довжину вулиць та доріг, за рахунок розширення проїзної частини. Проте розширення проїзної частини збільшує привабливість цієї ділянки для учасників дорожнього руху.

Досвід фахівців з транспортного планування міст був використаний при проектуванні нових житлових районів (кварталів), а саме резервування частини вулиць (доріг) для подальшого їх розширення. Це дозволило уникнути проблеми зносу частини території, яку займають житлові або адміністративні будівлі.

Натомість, через брак коштів, частина зарезервованих територій стала активно забудовуватися, що лише збільшило транспортне навантаження на ВДМ.

Якщо подивитись на основних користувачів вулично-дорожньою мережею, то це:

1) транспортні потоки;

2) пасажирські потоки.

При цьому кожний із потоків розподіляється на наступні два типи:

1) місцеві;

2) транзитні.

Саме задоволення потреб на комфортне пересування місцевих й транзитних транспортних та пасажирських потоків повинне вирішуватися при плануванні ВДМ окремого житлового району (кварталу).

Такий підхід був запропонований в роботі [4], де оптимальною довжиною ділянки вулично-дорожньої мережі є та довжина, що забезпечує мінімум витрат на функціонування транспортної системи перевезення пасажирів та вантажів

$$C_{TC} = C_{TП} + C_{ППП} \to \min, \tag{3}$$

де $C_{TП}$ – витрати, пов'язані з рухом транспортних потоків, грн.;

$C_{ППП}$ – витрати, пов'язані з рухом пасажирських потоків, грн.

В загальному вигляді оптимальна довжина ділянки ВДМ є функцією

$$l_{діл}^{опт} = f(N_M, N_{TP}, F_M, F_{TP}), \tag{4}$$

де $l_{діл}^{опт}$ – оптимальна довжина ділянки ВДМ, км;

N_M, N_{TP} – відповідно кількість транспортних засобів місцевих та транзитних, од.;

F_M, F_{TP} – місцевий та транзитний пасажиропотік відповідно, пас.

Графічне зображення залежності (4) представлено на рис. 1.

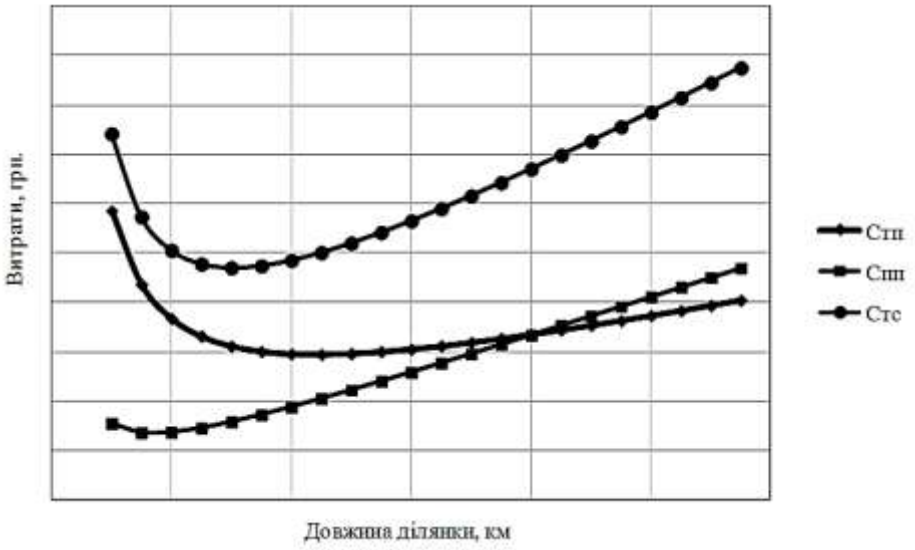


Рис. 1. Визначення оптимальної довжини ділянки ВДМ

Як відмічалося раніше на вибір транспорту при пересуванні впливає рівень автомобілізації. Тобто поступово основна частина пасажиропотоку пересідає на транспорт власного користування, чим збільшує транспортний потік. Саме такі тенденції спостерігалися в США, Японії та країнах Західної Європи.

В такій ситуації проектувальники повинні визначити прогнозовані значення складових залежності (4). Тому що лише зміною довжини та ширини проїзної частини можна забезпечити мінімальні витрати коштів на реалізацію проекту.

Висновки

В результаті проведених досліджень було встановлено, що оптимальна довжина ділянки ВДМ залежить від співвідношення кількості транспортних засобів та пасажиропотоку транзит-

ного та місцевого формування. В подальшому необхідно визначити розподіл населення по кількості пересувань між пасажирським транспортом масового та індивідуального користування.

Список літератури

1. Черепанов В.А. Транспорт в планировке городов: Учебник для вузов / В.А. Черепанов. – М.: Стройиздат, 1970. – 304 с.

2. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов: Учеб. пособие для студ. авт.-дор. спец. вузов / М.С. Фишельсон. – М.: Высшая школа, 1985. – 239 с.

3. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.

4. Санько Я.В. Формування математичної моделі витрат на функціонування транспортної системи перевезення пасажирів та вантажів / Я.В. Санько, Ю.Я. Ройко // Комунальне господарство міст: Науково-технічний збірник – 2012. – Вип.103 – С. 425 – 428.

5. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень: ДБН 360-92. – [Чинний від 2002-04-19]. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2002. – 92 с.**

6. Лобашов О.О. Моделювання впливу мережі паркування на транспорті потоки в містах: Монографія / О.О. Лобашов. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 170 с.

Аннотация. *Проведен анализ причинно-следственных факторов формирования рациональной улично-дорожной сети. Результатом исследований является предложенная зависимость оптимальной длины участка улично-дорожной сети от соотношения количества транспортных средств и пассажиропотока транзитного и местного формирования.*

Abstract. *The analysis of the causal factors of the rational road network. The result of research is suggested by the dependence of optimal length of the road network on the ratio of the number of vehicles and passenger transit and local formation.*

Стаття надійшла до редакції 9 жовтня 2012 р.

УДК 656.052.8

ОСТАШЕВСЬКИЙ С.А., к.т.н., доцент
Національна академія Державної прикордонної служби України

ВИКОРИСТАННЯ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОДІЙ З ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ НА ДОРОГАХ

У статті представлені попередні результати застосування методу головних компонент для підтвердження ідеї факторіальної структури подій із транспортними засобами на дорогах.
Наведені значення коефіцієнтів кореляції між показниками та причинами ДТП, а також факторних навантажень для показників та причин подій з транспортними засобами підтверджують ідею факторіальної структури подій із транспортними засобами на дорогах.

Вступ

Безпека дорожнього руху забезпечується нормальним функціонуванням усіх його складових у комплексі: люди, автомобіль, дорога, навколишнє середовище.

Будь-яка недостатня надійність одного зі складових приводить до дорожньо-транспортної події.

Статистика показує, що згідно розподілу дорожньо-транспортних подій (ДТП) за видами майже 60% від їх загальної кількості становлять зіткнення транспортних засобів (Рис. 1)

Можливість уникнути ДТП визначається не взагалі, а в певний момент – момент виникнення небезпеки для руху, який водій спроможний виявити. Отже, дослідження питання про технічну можливість уникнути ДТП складається з двох аспектів:

– можливості виявити і сприйняти небезпеку (перешкоду) для руху;

– можливості уникнути ДТП шляхом гальмування чи маневру в момент виникнення небезпеки.

Здатність виявити небезпеку у водіїв визначається їх досвідом, знаннями психологічних особливостей поведінки учасників руху – пішоходів (дітей, осіб похилого віку тощо) і водіїв інших транспортних засобів, а також можливістю (вмінням) передбачити їх подальші дії. Іншими словами, здатність уникнути ДТП більшою мірою залежить від вміння «читати» дорожньо-транспортну ситуацію, передбачати її подальший розвиток.

Саме тому в дослідженнях різних аспектів автомобілізації велике значення приділяли проблемі «людського фактору» в дорожньому русі [1-6], дослідженню психологічних та фізіологічних факторів, а також особливостей сприйняття водієм зорової інформації.

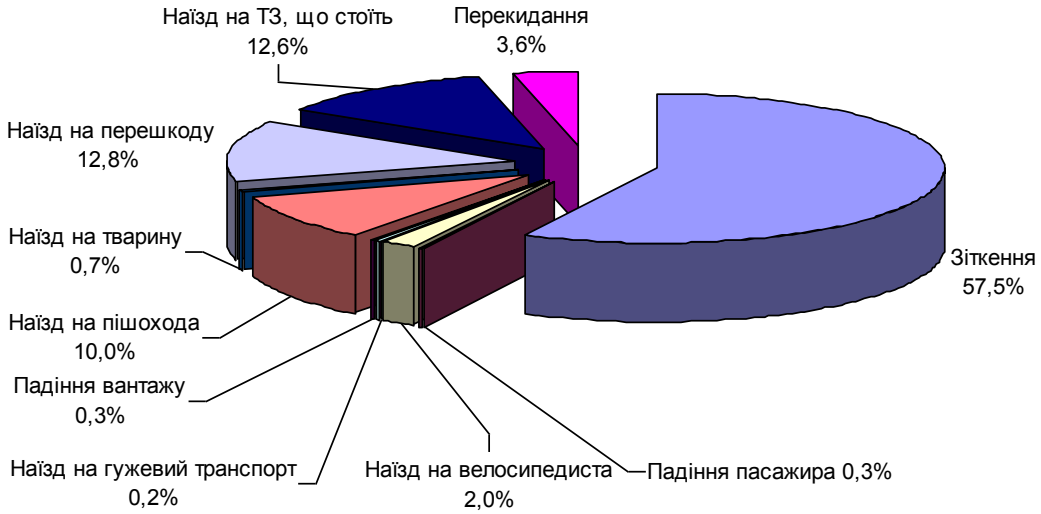


Рис 1. Розподіл ДТП за видами

Подія з машиною на дорозі – складне явище, яке включає взаємозв'язок великої кількості факторів. Велику кількість факторів можна звести до декількох, найбільш характерних. Серед них найбільш контрольований та головний – швидкість руху. Припускається важлива роль неявних факторів, що проявляються час від часу – молодості, недосвідченості та особистісного фактору, які супроводять до скоєння події водієм.

Мета статті

Представлення результатів застосування методу головних компонент для підтвердження ідеї факторіальної структури подій із транспортними засобами на дорогах.

Результати дослідження

Кореляційна матриця *R*для факторного аналізу передбачає один фактор, на основі якого можна пояснити кореляцію між рештою змінними [1].

$$\alpha = \alpha_i g_i + \beta_i \mu_i + \ldots + jk_n, \qquad (1)$$

де $i = 1,2,3\ldots n$

Таблиця 1

Матриця коефіцієнтів кореляції між показниками та причинами ДТП (вліво від 1 – результати супутнього аналізу, вправо – несупутнього)

Показники	1	2	3	4	5	6	7
1. Подія із машиною	1	0,398	0,181	0,095	0,216	0,196	-0,565
2. Перевищення швидкості	0,466	1	0,163	0,093	0,212	0,157	0,297
3. Порушення вимог знаків та вказівників	0,209	0,188	1	0,252	0,091	0,117	-0,217
4. Неправильний обгін	0,204	0,088	0,287	1	0,042	0,099	-0,153
5. Неправильний поворот	0,280	0,242	0,063	0,047	1	0,056	0,214
6. Щільність руху	0,211	0,180	0,098	0,092	0,067	1	0,205
7. Досвідченість (вік)	-0,613	0,344	-0,276	-0,233	0,296	0,238	1

Таблиця 2

Матриця факторних навантажень для показників та причин подій з транспортними засобами (для несупутнього аналізу – в чисельнику, для супутнього – в знаменнику)

Показники	Φ_1	Φ_2	Φ_3	h_i^2
1. Подія із машиною	$\frac{-0.75}{-0.90}$	$\frac{0.15}{0.21}$	$\frac{0.08}{0.10}$	$\frac{0.591}{0.864}$
2. Перевищення швидкості	$\frac{0.50}{0.61}$	$\frac{0.65}{0.72}$	$\frac{0.10}{0.11}$	$\frac{0.682}{0.902}$
3. Порушення вимог знаків та вказівників	$\frac{0.24}{0.28}$	$\frac{0.21}{0.23}$	$\frac{0.53}{0.60}$	$\frac{0.382}{0.491}$
4. Неправильний обгін	$\frac{-0.11}{-0.15}$	$\frac{-0.40}{-0.47}$	$\frac{0.36}{0.47}$	$\frac{0.411}{0.464}$
5. Неправильний поворот	$\frac{0.76}{0.80}$	$\frac{0.32}{0.35}$	$\frac{0.10}{0.08}$	$\frac{0.689}{0.769}$
6. Щільність руху	$\frac{0.06}{0.05}$	$\frac{0.04}{0.05}$	$\frac{0.73}{0.85}$	$\frac{0.537}{0.727}$
7. Досвідченість (вік)	$\frac{0.70}{0.87}$	$\frac{-0.11}{-0.12}$	$\frac{-0.10}{-0.08}$	$\frac{0.621}{0.708}$
Вклад $\sum_{j=1}^{7} a_j p^2$	$\frac{1.953}{2.714}$	$\frac{0.765}{1.371}$	$\frac{0.980}{1.337}$	
Процент сумарної дисперсії, %	$\frac{27.9}{38.8}$	$\frac{10.9}{19.6}$	$\frac{14.1}{19.1}$	$\frac{52.9}{77.5}$

Метод головних компонент дозволяє оцінити процент, що обумовлюється кожним з факторів Φ_1 (швидкість), Φ_2 (навченість), Φ_3 (особистісний фактор), в загальній дисперсії змінних (див. табл.1). Усього було проаналізовано 636 подій із транспортними засобами із несупутніми ознаками та 480 – із супутніми, тобто такими, яким передували раніше аналогічні порушення.

Для зручності обробки даних на ЕОМ вибірка була доведена до 176 найбільш типових спостережень із сьома змінними (див. табл.1).

Значення коефіцієнтів кореляції (див. табл.1) підтверджують значну залежність між причинами подій і факторами, що їх визивають, особливо при аналізі супровідних ознак. Це припускає, що в основі події може бути й особистісний фактор (досвідченість, психофізіологічні якості, навченість, дисциплінованість), а не тільки обставини, що склались на дорозі. Тобто при аналізі дорожніх подій слід враховувати більш фактори, які призводять до них, ніж причини, що їх визивають.

Висновки

Наведені в табл. 1, 2 результати мають також і прогнозне значення: в основі критеріїв майстерності водіння водія повинна бути оптимальна, контрольована водієм безпечна швидкість водіння.

В цілому результати мають важливу апріорну роль: вони підтверджують ідею факторіальної структури подій із транспортними засобами на дорогах.

Список літератури

1. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. — М.: Мир, 1982. — С. 488.

2. Бююль А., Цёфель П. SPSS: Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. — СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2002. — 603 с.

3. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер.с англ./Дж.-О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка и др.; Под ред. И. С. Енюкова. — М.: Финансы и статистика, 1989.— 215 с.

Аннотация. *В статье представлены предварительные результаты применения метода главных компонент для подтверждения идеи факториальной структуры событий с транспортными средствами на дорогах.*

Приведенные значения коэффициентов корреляции между показателями и причинами ДТП, а также факторных нагрузок для показателей и причин событий с транспортными средствами подтверждают идею факториальной структуры событий с транспортными средствами на дорогах.

Abstract. *In article the presented preliminary results of application of a method of the main things a component for confirmation of idea of factorial structure of events with vehicles on roads.*

Values of factors of correlation between indicators and the road accident reasons, and also factorial loadings for indicators and the reasons of events with vehicles confirm idea of factorial structure of events with vehicles on roads.

Стаття надійшла до редакції 28 серпня 2012 р.

УДК 656.078.12

КІЧКІНА О.І., к.т.н. доцент; КАВУН Н.О., аспірант
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

АНАЛІЗ ВАНТАЖОПОТОКІВ ХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА ТА ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ ОБРОБКИ

Досліджено проблеми взаємодії транспорту на хімічному підприємстві. Для вирішення цієї проблеми проведено аналіз вантажопотоків хімічного підприємства за родом вантажів, факторів, що впливають на них та визначено типи моделей для удосконалення взаємодії видів транспорту в транспортно-виробничому комплексі хімічного підприємства.

Серед усіх галузей народного господарства України, хімічна галузь має одне з найважливіших значень. Це комплексна галузь промисловості, яка забезпечує всі галузі господарства хімічними, нафтохімічними технологічними матеріалами та виробляє товари масового споживання. Тому питання скорочення терміну обробки рухомого складу на підприємствах цієї галузі дуже актуальне.

Постановка проблеми

На підприємствах хімічної промисловості залізничний транспорт стикається з багатьма проблемами, тому що вантаж має дуже специфічний характер. Підприємство приймає для переробки такі основні вантажі: бензол, кислоту сірчану, магнезит, натрій їдкий, соду кальциновану, соду каустичну. Та відправляє для споживання – карбамід, селітру аміачну, воду аміачну, аміак, аргон, вінілацетат, метанол, формалін, оцтову кислоту та ін. Характер вантажу не передбачає тривалих затримок і потребує особливих режимів транспортування, перевантаження і зберігання.

Коливання попиту на окремі види хімічної продукції призводить до нерівномірності і невизначеності вантажовідправок, що в свою чергу ускладнює роботу залізничного транспорту та навантажувально-розвантажувальних механізмів.

На підприємствах хімічної промисловості постають проблеми з простоєм вагонів, затримкою вантажів та ін. Але також на процес взаємодії видів транспорту впливають такі фактори, які ми не можемо спрогнозувати, є необхідність враховувати динамічність обставин, які змінюються, неоднорідність та нерівномірність постачання вантажів, особливості роботи різноманітних видів транспорту, навантажувально-розвантажувальних систем.

Аналіз останніх досліджень

Питанням удосконалення вантажопотоків на залізничному транспорті раніше вже займалися такі вчені, як: Акулінічев В.М., Нечаєв Г.І., Пітельгузов М.А., Заверкін А.В., Левицький І.Ю., Черниш Н.Ю., Олещук О.В., а проблемою взаємодії видів транспорту Правдін Н.В., Негрей В.Я., Подкопаєв В.А., Маслак Г.В., Лямзін А.О. Але більшість методів удосконалення обробки вантажопотоків та взаємодії видів транспорту базувалися на визначенні параметрів потоку та часу їх обробки. При цьому застосовувалися більшістю методи математичної обробки статистичних даних, методи теорії випадкових процесів, методи і моделі теорії систем масового обслуговування тощо.

Мета статті

Проведення аналізу вантажопотоків на хімічному підприємстві для подальшого вибору методів вирішення проблем з простоєм вагонів, затримкою вантажів та ін.

Питанням взаємодії видів транспорту науковці займаються давно, але з розвитком нових технологій можливо більш точно спрогнозувати, попередити та зменшити витрати від простою

вагонів під навантаженням та при очікуванні навантаження чи вивантаження на вантажних фронтах. Аналіз практики та дослідження перевізного процесу показав, що взаємодія різних видів транспорту залежить від багатьох умов економічного, технічного, технологічного, організаційного та управлінського характеру.

Дослідження проведено за даними роботи залізничного цеху ВАТ «АЗОТ» за минулий рік [2]. Аналіз вантажопотоків проводився по номенклатурі вхідних та вихідних вантажів. За допомогою методів математичної статистики була оброблена статистична інформація і виявлено, що найбільший коефіцієнт нерівномірності вхідних вантажів відповідає таким вантажам, як: бензол, сода каустична, сода кальцинована. При відправленні вантажів найбільший коефіцієнт нерівномірності мають такі вантажі, як: карбамід, аміак, кислота оцтова, селітра аміачна, метанол, вінілацетат, вода аміачна.

Для вихідного вантажопотоку за типом вантажу «Аргон» властивий нормальний закон розподілу (рис. 1).

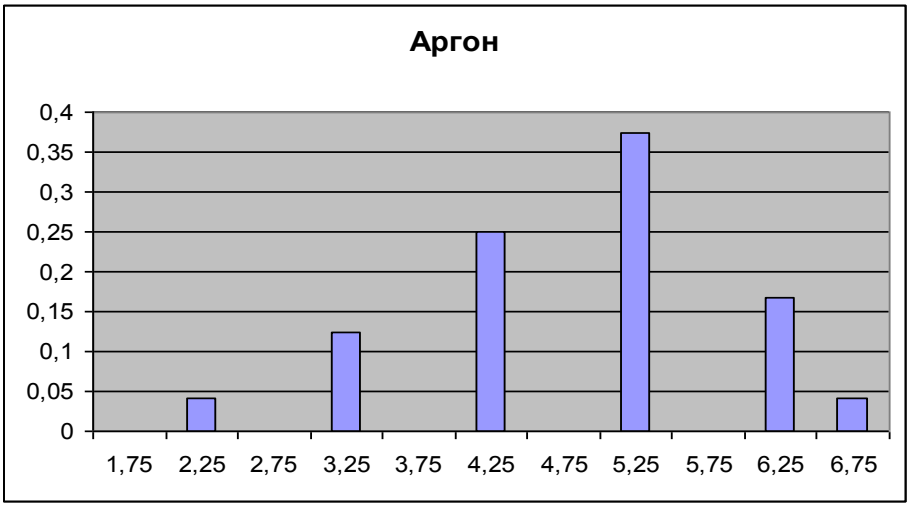


Рис.1. Гістограма нормального закону розподілу за типом вантажу

Для вантажопотоку за типом вантажу «Аміак» властивий показовий закон розподілу (рис. 2).

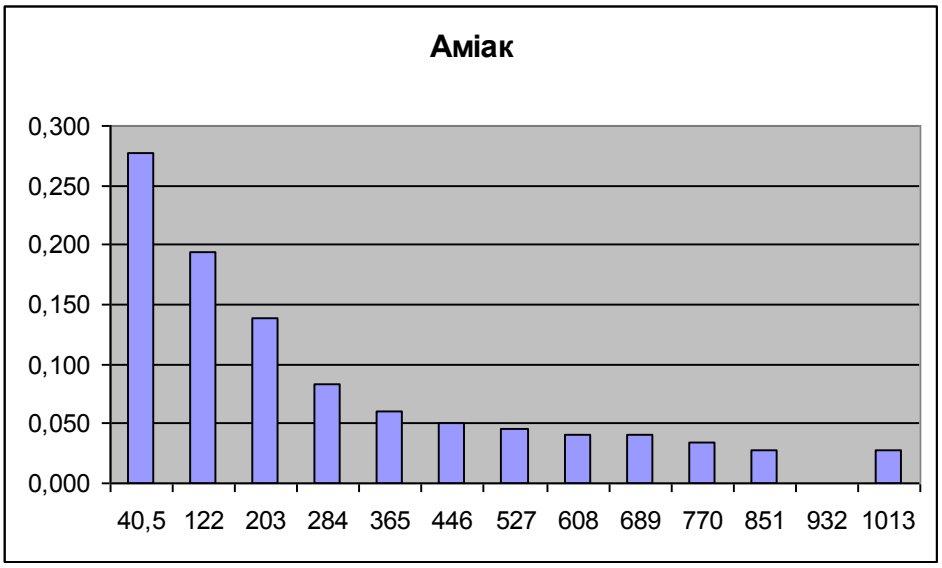


Рис.2. Гістограма показового закону розподілу за типом вантажу

Гіпотези щодо теоретичних законів розподілу кількості відправлених вантажів були перевірені за допомогою критеріїв узгодженості Пірсона [1].

Аналіз статистичних даних по інших вантажопотоках за видами вантажу (карбамід, кислота азотна, циклогексанон, адипінова кислота, вінілацетату, кислоти оцтова, метанол, селітра ка-

лійна) показав неможливість визначення закономірності розподілення випадкової величини (рис.3).

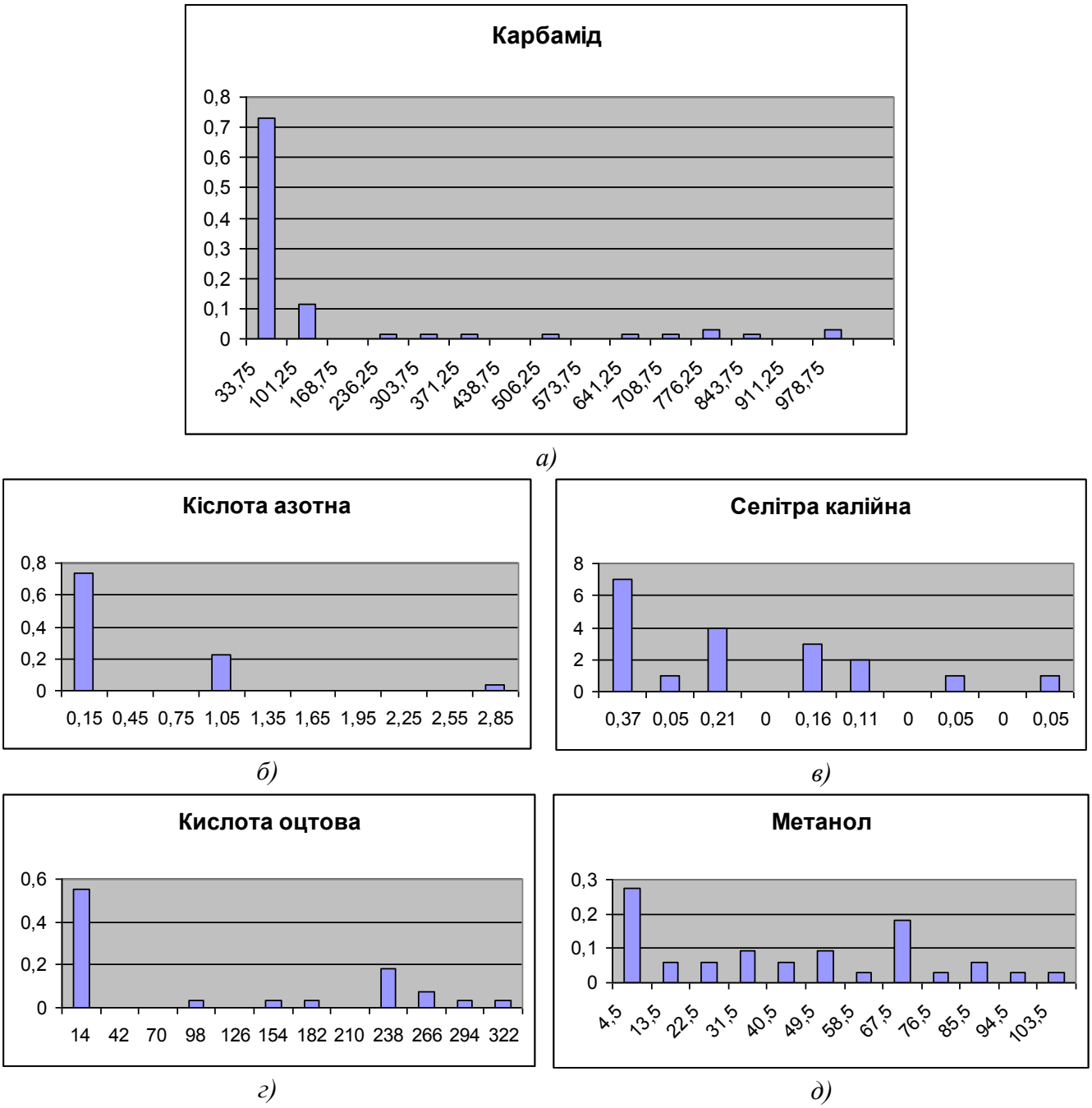


Рис.3. Гістограми статистичних даних за видами вантажу

Аналіз статистичних даних щодо вантажопотоків хімічного підприємства, а також умов в яких функціонує підприємство, періодичності і стабільності постачань, замовлень і відправлень дозволив зробити висновок про необхідність системного підходу до вирішення проблеми обробки вантажопотоків і взаємодії видів транспортних засобів при цьому, залучення новітніх методів моделювання та використання інформаційних технологій. Фактори, що впливають на виробничий процес підприємства в сучасних умовах мають такі властивості: динамічність, випадковість, нерівномірність, що в свою чергу виражається ймовірністю, нелінійністю, нечіткою логікою тощо. Для удосконалення взаємодії видів транспорту на хімічному підприємстві з метою поліпшення обробки вантажопотоків необхідно розробити концепцію моделювання транспортних процесів підприємства на базі системного підходу з визначенням рівнів вирішення проблеми, відповідних цілей і задач, всіх факторів, що впливають на процес, особливостей взаємодії

елементів систем та підсистем транспортної системи підприємства, методів побудови моделей та їх реалізації.

Висновки

Розробка концепції моделювання транспортних процесів підприємства хімічної промисловості дозволить структурно визначити перелік завдань дослідження взаємодії видів транспорту при обробці вантажопотоків та обрати математичні методи для моделювання процесів. Але вже проведене дослідження статистичних даних щодо вантажопотоків, особливостей виробництва та ринків збуту продукції підприємства, а саме: нестабільний попит на продукцію, сезонність попиту, стан економічної і політичної системи та інші невизначені фактори дає підстави зробити висновок, що для таких вантажів доцільно застосування апарату імітаційного моделювання та моделей на базі нечіткої логіки.

Список літератури

1. Акулиничев В.М. и др. Математические методы в эксплуатации железных дорог: Учеб.пособие для вузов ж-д трансп. / В.М. Акулиничев, В.А. Кудрявцев, А.Н. Корешков – М.: Транспорт, 1981, с.223.

2. Разработка технологии работы железнодорожного транспорта ЗАО «АЗОТ» на внешних перевозках: отчет о НИР (заключительный) / Восточноукраинского национального университета имени В. Даля; рук. Нечаев Г.И.; исполн.: Пительгузов Н.А., Закорецкий В.А. – Луганск, 2008. – 145 с.

Аннотация. *Исследованы проблемы взаимодействия транспорта на химическом предприятии. Для решения этой проблемы проведен анализ грузопотоков химического предприятия по виду груза, факторов, которые влияют на них и определены типы моделей для усовершенствования взаимодействия видов транспорта в транспортно-производственном комплексе химического предприятия.*

Abstract. *The problems of interaction between different types of transport on a chemical enterprise. For the decision of this problem the analysis of trucking industry of chemical enterprise is conducted by appearance load, factors which influence on them and the types of models are determined for the improvement of co-operation of transport's types in the transport-productive complex of chemical enterprise.*

Стаття надійшла до редакції 18 червня 2012 р.

УДК 004

ФЕДОРОВ Е.Е., к.т.н., доцент,
Донецкая академия автомобильного транспорта
СЛЕСОРАЙТИТЕ Э.,
Вильнюсский университет (Литва)

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМНЫХ ЗВОНКИХ СОГЛАСНЫХ ЗВУКОВ КОМАНД ВОДИТЕЛЯ ПОСРЕДСТВОМ НЕРАСШИРЯЮЩИХ РАВНОМЕРНО НЕПРЕРЫВНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ

В статье проводится численное исследование шумных звонких согласных звуков команд водителя посредством нерасширяющих равномерно непрерывных отображений, основанных на банке октавных фильтров для формирования вектора вещественных признаков и преобразовании вектора вещественных признаков к вектору целых признаков посредством нормирования, масштабирования и округления

Постановка проблемы

В современной отечественной и мировой практике активно ведутся разработки интеллектуальных систем управления движением транспорта. При создании интеллектуальной системы необходимо решить задачу вербального управления. 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 классификации речевых образов обычно основаны на скрытых марковских моделях (СММ), алгоритме динамического программирования DTW и нейронных сетях 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 шумных звонких согласных звуков речевых команд водителя на основе нерасширяющих равномерно непрерывных отображений

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 классификации образцов

звуков речи. Структура нерасширяющих равномерно непрерывные отображения определена в работе [8] следующим образом:

– 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 логарифмированная мера контрастности [8];

– нерасширяющее равномерно непрерывное отображение $\psi: V^K \to X^K$ соответствует функции нормирования (значения признаков текущего вектора $\mathbf{v}$ делятся на максимальное значение этого вектора), масштабирования и округления вектора вещественных признаков, т.е. отображает вектор вещественных признаков $\mathbf{v} = (v_1,...,v_K)$, в вектор целых признаков $\mathbf{x} = (x_1,...,x_K)$;

– 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 классификация (т.е. сопоставление с обучающим образцом) проводится на основе дискретной метрики [8].

Формирование областей шумных звонких звуков в признаковом пространстве

Области шумных звонких согласных звуков речи в признаковом пространстве X^K формируются на основе обучающего множества образцов соответствующих звуков. В статье исследуются шумные звонкие согласные звуки |б|, |в|, |г|, |д|, |ж|, |з|, не содержащие переходных участков, на примере вербального управления прокатным станом.

В табл.1 и на рис.1 приведены обучающие образцы звука |б| слова «сляб» после последовательного применения отображений φ и ψ к вектору дискретного сигнала $\mathbf{s}$. Область звука |б| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_б = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{10\}, x_2 \in \{10\}, x_3 \in \{7,8,9,10\}, x_4 \in \{3,4,5,6,7,8\},$$

$$x_5 \in \{4,5,6,7,8,9\}, x_6 \in \{2,3,4\}, x_7 \in \{0\}\}$$

В табл.2 и на рис.2 приведены обучающие образцы звука |в| слова «выключить» после последовательного применения отображений ϕ и ψ к вектору дискретного сигнала $\mathbf{s}$. Область звука |в| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_в = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{10\}, x_2 \in \{10\}, x_3 \in \{9,10\}, x_4 \in \{6,8,9,10\},$$

$$x_5 \in \{3,4,5,6,7,8,9\}, x_6 \in \{3,4,6\}, x_7 \in \{0\}\}$$

В табл.3 и на рис.3 приведены обучающие образцы звука |г| слова «гидравлический» после последовательного применения отображений ϕ и ψ к вектору дискретного сигнала $\mathbf{s}$. Область звука |г| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_г = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{10\}, x_2 \in \{9,10\}, x_3 \in \{10\}, x_4 \in \{9,10\},$$

$$x_5 \in \{6,7,8,9\}, x_6 \in \{3,4,5,6\}, x_7 \in \{0\}\}$$

В табл.4 и на рис.4 приведены обучающие образцы звука |д| слова «гидравлический» после последовательного применения отображений ϕ и ψ к вектору дискретного сигнала $\mathbf{s}$. Область звука |д| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_д = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{10\}, x_2 \in \{9,10\}, x_3 \in \{8,9,10\}, x_4 \in \{8,9,10\},$$

$$x_5 \in \{2,4,5,6,7\}, x_6 \in \{0,1,2,4\}, x_7 \in \{0,1,2\}\}$$

В табл.5 и на рис.5 приведены обучающие образцы звука |ж| слова «уложить» после последовательного применения отображений ϕ и ψ к вектору дискретного сигнала $\mathbf{s}$. Область звука |ж| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_ж = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{10\}, x_2 \in \{5,6,8\}, x_3 \in \{6,7,8,9,10\}, x_4 \in \{8,9,10\},$$

$$x_5 \in \{3,4\}, x_6 \in \{2,3,4,5\}, x_7 \in \{0\}\}$$

В табл.6 и на рис.6 приведены обучающие образцы звука |з| слова «загрузить» после последовательного применения отображений ϕ и ψ к вектору дискретного сигнала $\mathbf{s}$. Область звука |з| в признаковом пространстве представлена в виде

$$A_з = \{\mathbf{x} \mid x_1 \in \{4.5,6,7,8\}, x_2 \in \{3,4,5,6,7,8\}, x_3 \in \{6,7,8,10\}, x_4 \in \{8,9,10\},$$

$$x_5 \in \{3,4,5,6\}, x_6 \in \{2,3,4\}, x_7 \in \{0\}\}$$

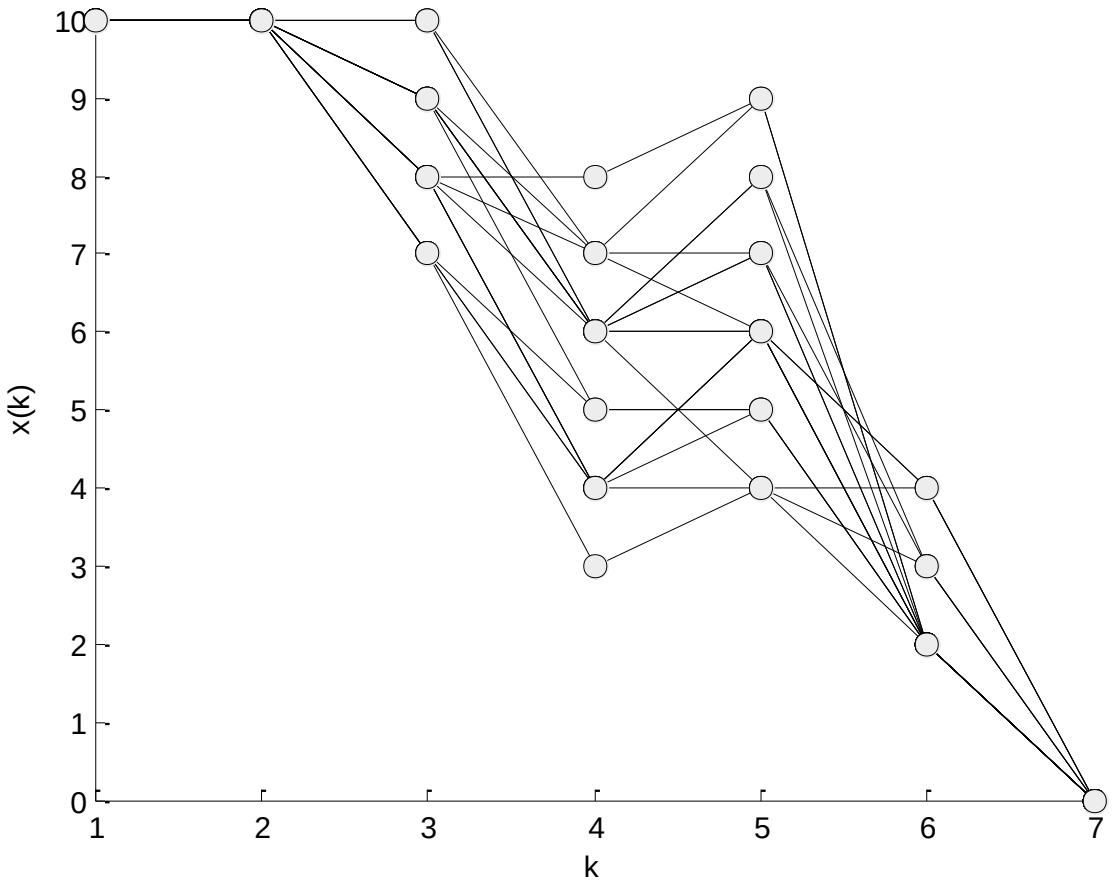


Рис. 1. Обучающие образцы звука |б| слова «сляб»

Таблица 1

Обучающие образцы звука |б| слова «сляб»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1	10	10	7	3	4	2	0
2	10	10	7	4	5	2	0
3	10	10	7	4	6	2	0
4	10	10	7	5	5	2	0
5	10	10	8	4	4	3	0
6	10	10	8	4	6	2	0
7	10	10	8	4	6	4	0
8	10	10	8	6	7	3	0
9	10	10	8	7	7	2	0
10	10	10	8	8	9	2	0
11	10	10	9	5	5	2	0
12	10	10	9	6	6	2	0
13	10	10	9	6	7	2	0
14	10	10	9	6	8	3	0
15	10	10	9	6	8	2	0
16	10	10	9	7	6	2	0
17	10	10	10	6	4	4	0
18	10	10	10	6	6	4	0
19	10	10	10	7	9	2	0

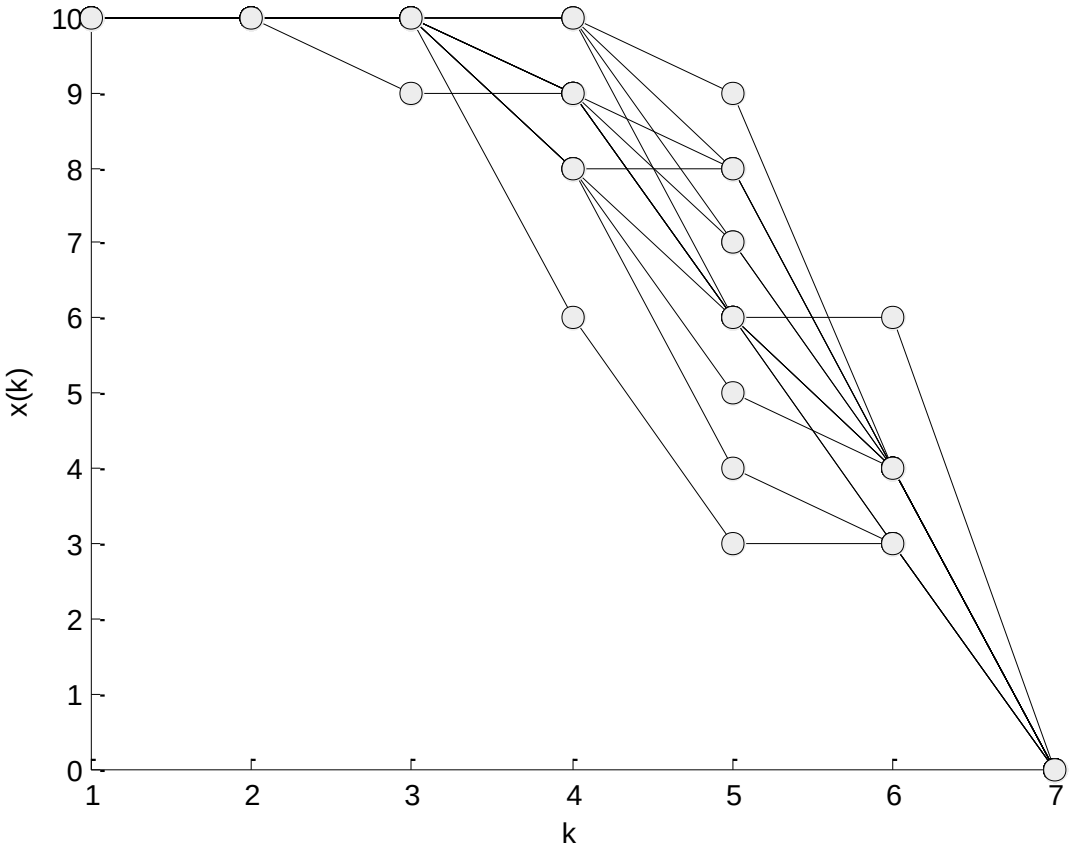


Рис. 2. Обучающие образцы звука |в| слова «выключить»

Таблица 2

Обучающие образцы звука |в| слова «выключить»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1	10	10	9	9	6	3	0
2	10	10	10	6	3	3	0
3	10	10	10	8	4	3	0
4	10	10	10	8	5	4	0
5	10	10	10	8	6	4	0
6	10	10	10	8	8	4	0
7	10	10	10	9	6	3	0
8	10	10	10	9	6	4	0
9	10	10	10	9	6	6	0
10	10	10	10	9	7	4	0
11	10	10	10	9	8	4	0
12	10	10	10	10	6	4	0
13	10	10	10	10	7	4	0
14	10	10	10	10	8	4	0
15	10	10	10	10	9	4	0

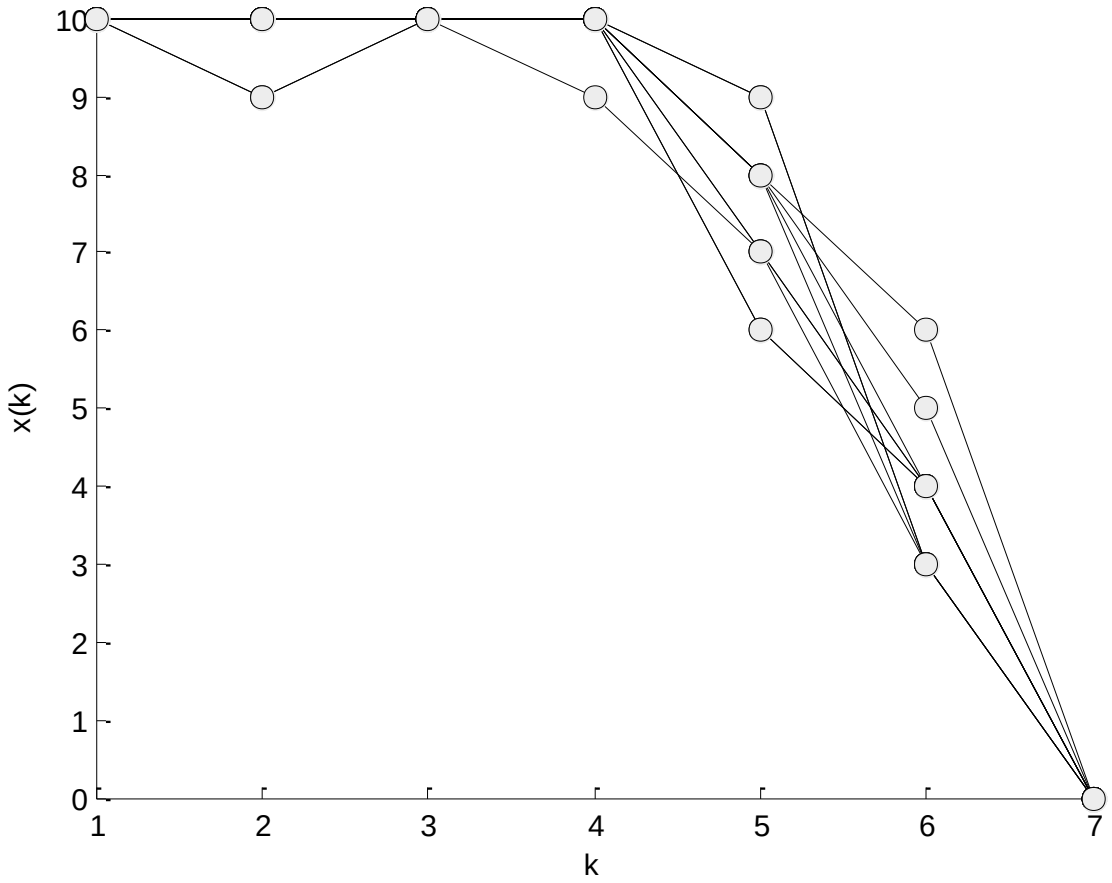


Рис. 3. Обучающие образцы звука |г| слова «гидравлический»

Таблица 3

Обучающие образцы звука |г| слова «гидравлический»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1	10	9	10	10	6	4	0
2	10	9	10	10	9	3	0
3	10	10	10	9	7	4	0
4	10	10	10	10	6	4	0
5	10	10	10	10	7	3	0
6	10	10	10	10	7	4	0
7	10	10	10	10	8	3	0
8	10	10	10	10	8	4	0
9	10	10	10	10	8	5	0
10	10	10	10	10	8	6	0
11	10	10	10	10	9	3	0

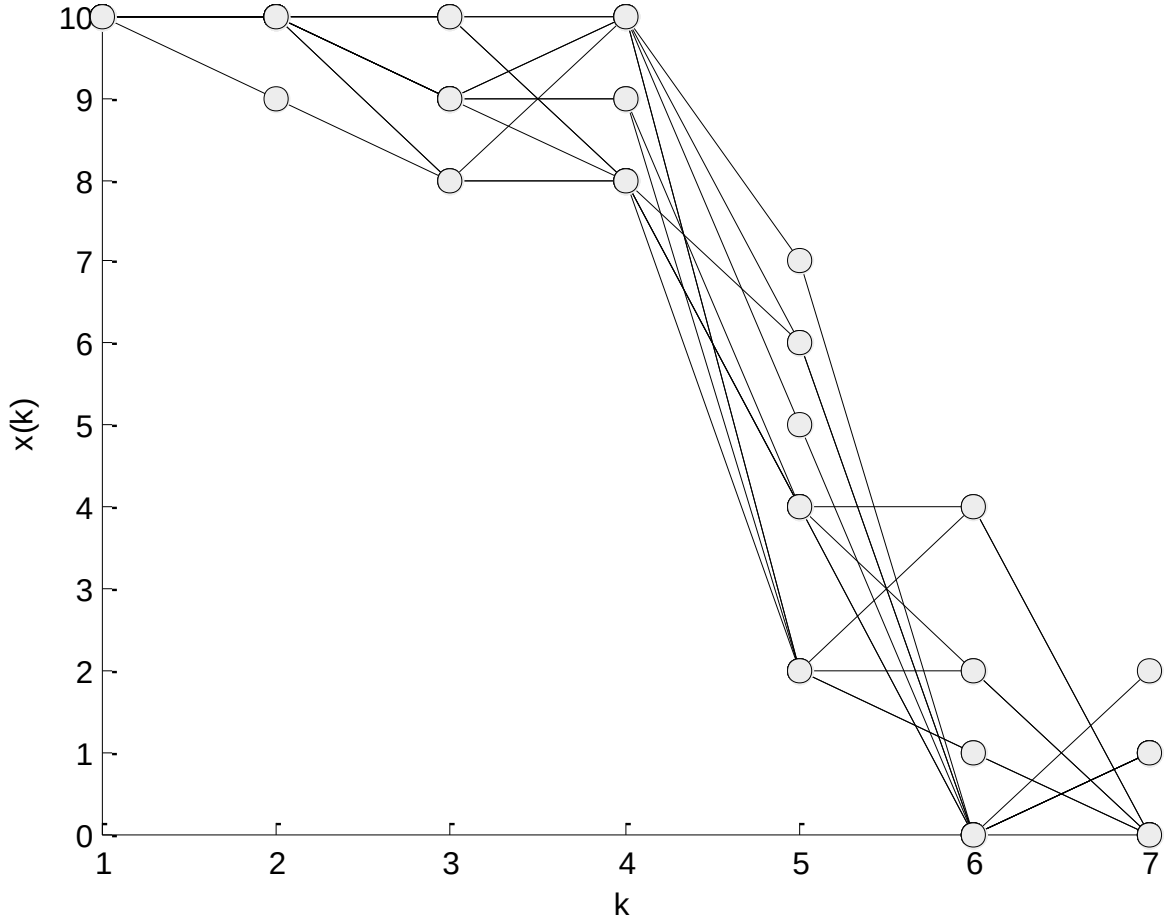


Рис. 4. Обучающие образцы звука |д| слова «гидравлический»

Таблица 4

Обучающие образцы звука |д| слова «гидравлический»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1	10	9	8	8	6	0	1
2	10	10	8	8	4	2	0
3	10	10	8	10	7	0	1
4	10	10	9	8	2	1	0
5	10	10	9	9	2	1	0
6	10	10	9	9	4	0	1
7	10	10	9	10	5	0	2
8	10	10	9	10	6	0	1
9	10	10	10	8	4	0	1
10	10	10	10	8	4	4	0
11	10	10	10	10	2	2	0
12	10	10	10	10	2	4	0

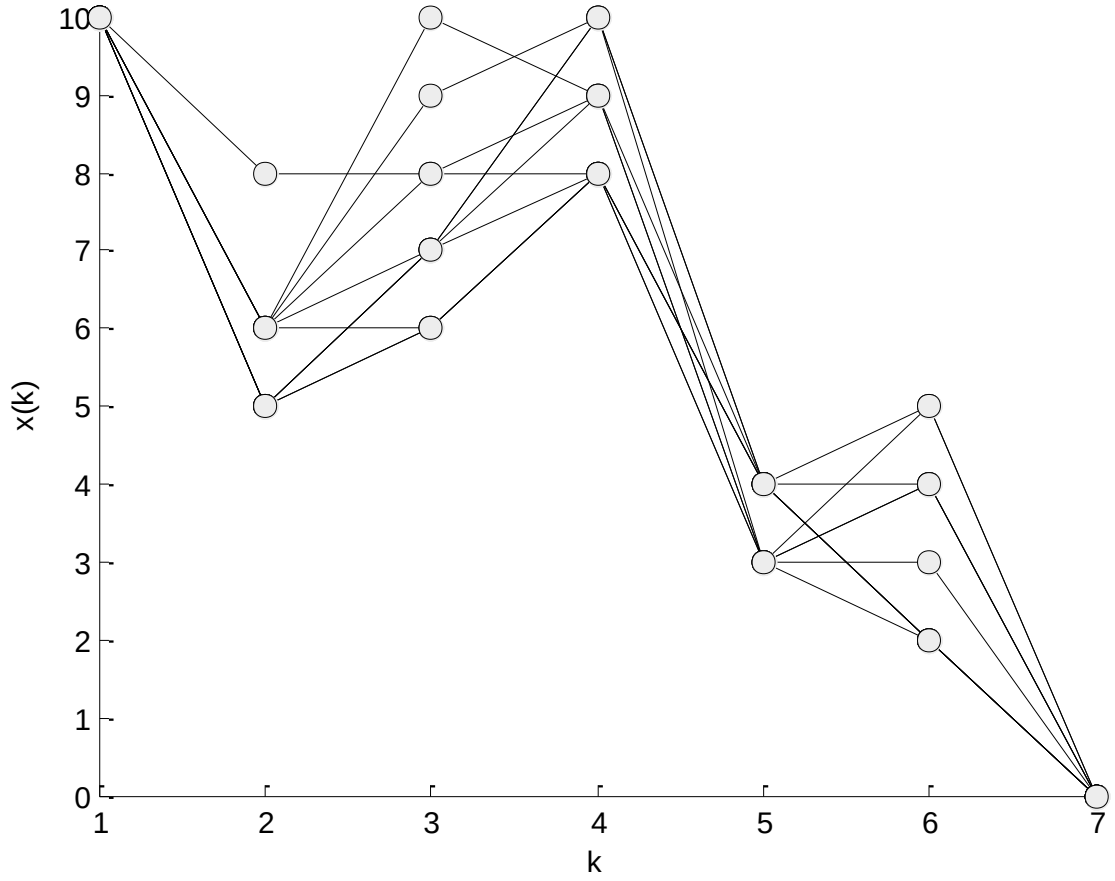


Рис. 5. Обучающие образцы звука |ж| слова «уложить»

Таблица 5

Обучающие образцы звука |ж| слова «уложить»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1	10	5	6	8	3	4	0
2	10	5	6	8	4	2	0
3	10	5	7	9	4	2	0
4	10	5	7	10	4	4	0
5	10	5	7	10	4	5	0
6	10	6	6	8	4	2	0
7	10	6	7	8	3	2	0
8	10	6	8	9	3	4	0
9	10	6	9	10	3	3	0
10	10	6	10	9	3	5	0
11	10	8	8	8	4	2	0

Таблица 6

Обучающие образцы звука |з| слова «загрузить»

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1	4	6	10	9	6	4	0
2	5	3	8	10	4	4	0
3	5	4	6	10	4	3	0
4	5	5	10	9	5	2	0
5	5	7	10	9	5	2	0
6	6	4	8	10	4	2	0
7	6	4	10	10	5	2	0
8	6	5	6	10	5	2	0
9	6	6	8	10	4	2	0
10	6	6	10	10	6	2	0
11	6	8	10	8	4	2	0
12	7	5	8	10	4	3	0
13	7	6	6	10	4	2	0
14	7	7	10	9	5	3	0
15	8	6	10	10	4	4	0
16	8	7	7	10	4	2	0
17	8	7	10	10	3	3	0
18	8	8	10	9	4	2	0

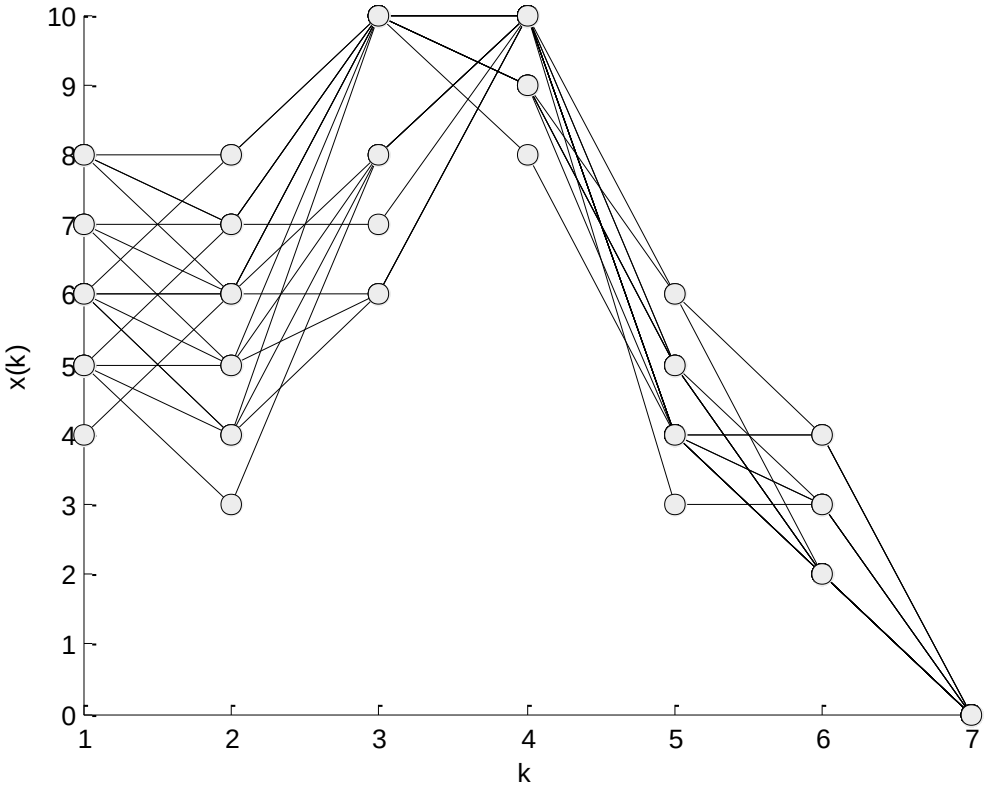


Рис. 6. Обучающие образцы звука |з| слова «загрузить»

Выводы

Научная новизна. В статье для вербального управления транспортными объектами проведено численное исследование шумных звонких согласных звуков речевых команд водителя на основе нерасширяющих равномерно непрерывных отображений. В результате исследования определены области каждого шумного звонкого согласного звука в признаковом пространстве.

Практическое значение. Система идентификации речевых команд водителя, разработанная на основе созданных обучающих образцов, может использоваться в системах человеко-машинного общения для различных отраслей.

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. 19-20.

8. Федоров Е.Е. Метод преобразования и идентификации вербальных команд водителя на основе нерасширяющих равномерно непрерывных отображений / Е.Е. Федоров, Э. Слесорайтите // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2012. – №1. – С. 4-14.

Анотація. *У статті проводиться чисельне дослідження гучних дзвінких приголосних звуків команд водія за допомогою нерозширювальних рівномірно безперервних відображень, заснованих на банку октавних фільтрів для формування вектора речовинних ознак і перетворенні вектора речовинних ознак до вектора цілих ознак за допомогою нормування, масштабування й округлення.*

Abstract. *Numerical research of noisy sonorous consonants of commands of the driver through of not expanding uniformly continuous mapping based on bank of octave filters for formation of a vector of material features and transformation of a real features vector to a integer features vector via normalization, scaling and rounding is offered.*

Стаття надійшла до редакції 15 серпня 2012 р.

УДК 656.1

ОСИПОВ В.О., викладач
Луганський будівельний коледж

ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ

Запропоновано вдосконалити існуючу методику оцінки ефективності заходів з підвищення безпеки руху шляхом введення нових параметрів. Проведено оцінку ефективності заходів на конкретній ділянці МК ДТП.

Постановка проблеми

На сьогоднішній час існує низка різноманітних методик, що дозволяють розрахувати ефективність впровадження заходів із забезпечення безпеки дорожнього руху (БДР). Проте при їх вивченні було з'ясовано, що вказані методики враховують в основному заходи, що передбачають капітальні вкладення. При існуючому фінансуванні дорожньої галузі більша частина цих заходів залишається не реалізованою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Основу дослідження склали теоретичні та практичні труди в області організації безпеки дорожнього руху вітчизняних та закордонних учених, у числі котрих Ю.А. Кременець, М.Б. Афанасьєв, І.Ф. Живопісцев, В.В. Сільянов, В.В. Чванов та багато інших спеціалістів.

Мета статті

Вдосконалення методики розрахунку ефективності заходів по підвищенню безпеки руху.

Основний розділ

Технічні засоби організації дорожнього руху мають вплив на транспортні та пішохідні потоки. При цьому параметри потоків істотно змінюються. Ці зміни можуть бути покладено в основу показників, що використовуються для оцінки ефективності використання як окремого технічного засобу, так і їх сукупності.

У загальному вигляді приймаючи до уваги задачі управління рухом, показники ефективності повинні відображати потужність транспортного процесу та насамперед безпеку руху. Разом з тим, пошук єдиного показника – універсального, що може вимірюватись у реальних умовах руху, та який має грошову вартість, пов'язаний з певними труднощами.

Для різних «користувачів» систем управління на перший план можуть бути висунуто різноманітні показники: кількість та тяжкість ДТП, пропускна спроможність автодороги, транспортні затримки, кількість зупинок транспортних засобів, довжина черг перед перехрестями, час поїздки, ступінь загазованості навколишнього середовища, рівень шуму від руху транспортних засобів та ін.

Крім першого показника, всі останні відносяться, як правило, до міських доріг та вулиць.

Для розрахунків економічної ефективності впровадження технічних засобів організації дорожнього руху (ТЗ ОДР) правильніше враховувати всі показники їх грошової вартості, які повинні включати до себе як вартість безпосередньо самого засобу, так і затрати на його встановлення та експлуатаційне утримання [1].

Пропонується удосконалення методу оцінювання ефективності заходів із забезпечення безпеки руху шляхом розробки більш детальних показників по сучасним ТЗ ОДР, які не знайшли відображення в існуючих нормативних документах.

За основу було взято [2], яка включає до себе призначення та оцінки ефективності заходів, направлених на підвищення безпеки дорожнього руху на МК ДТП.

Оцінка впливу заходів з підвищення безпеки дорожнього руху на місцях концентрації ДТП виконується на основі порівняння рівня аварійності до виконання відповідних дорожніх робіт з рівнем аварійності після їх проведення. Прогнозоване зниження рівня аварійності після реалізації запланованих заходів встановлюється розрахунковим шляхом з використанням результатів раніше виконаних натурних спостережень за зміною числа ДТП в результаті виконання спектру робіт, спрямованих на поліпшення умов руху.

В якості початкового показника, що характеризує очікувану зміну стану аварійності в результаті проведення заходів, пропонується використовувати середню вірогідність зниження кількості ДТП на даній ділянці дороги (P_m) вираженої в долях одиниці. У табл. 1 наведено значення вказаного показника для різних заходів по підвищенню безпеки дорожнього руху на автомобільних дорогах.

Таблиця 1

Заходи з підвищення безпеки дорожнього руху

№ п/п	Запропоновані нові заходи з підвищення безпеки руху по елементах та характерних ділянках доріг	Вірогідність зниження кількості ДТП у долях одиниці	
		Загальної кількості ДТП	ДТП з постраждалими
1	Встановлення гнучких сигнальних стовпчиків	0,14	0,16
2	Встановлення нових дорожніх знаків (знаків на жовтому тлі)	0,44	0,55
3	Влаштування шумових смуг	0,12	0,30
4	Встановлення засобів примусового зниження швидкості	0,21	0,16
5	Встановлення панно «Водій! Збав швидкість»	0,20	0,15
6	Влаштування червоно-білої розмітки на пішохідному переході	0,26	0,35
7	Встановлення вставок розмічальних дорожніх (ВРД)	0,23	0,20
8	Встановлення протизасліплювальних екранів	0,60	0,50
9	Встановлення підвищеного наземного пішохідного переходу	0,21	0,16

Види заходів, які було відсутні у базовій таблиці методики було добавлено виходячи з практичного досвіду, вірогідність зниження кількості ДТП було прирівняне до споріднених, але більш вартісних заходів.

Заходи зі зниження аварійності на ділянках концентрації ДТП з точки зору кінцевих результатів можна підрозділити на дві категорії: 1) – ті, які сприяють запобіганню окремим видам ДТП (поодинокі заходи) і 2), – ті, які спрямовані на запобігання усім ДТП (комплекси заходів).

Середня вірогідність зниження числа ДТП в рік *t* в результаті реалізації заходів визначається за формулою:

$$P_m = \frac{\sum_{m=1}^{M}(\frac{1}{1-P_m}-1)}{1+\sum_{m=1}^{M}(\frac{1}{1-P_m})}, \quad (1)$$

де *M* – число заходів з підвищення безпеки руху, які у рік *t* здійснюють вплив на зниження аварійності $(t_m^{сл} \le t)$.

Очікуване в рік *t* зниження числа ДТП в результаті реалізації декількох заходів визначається за формулою:

$$\Delta n_1 = P_m \cdot n_1, \quad (2)$$

де n_1 – прогнозоване число ДТП в рік *t* за відсутності заходів з підвищення БДР.

Очікуване зниження ДТП на *i*-ній ділянці МК ДТП, в результаті реалізації комплексу заходів з підвищення БДР визначається з урахуванням його терміну служби:

$$\Delta n_1 = \sum_{t=0}^{t_{\max}^{сл}} \Delta n_t, \quad (3)$$

$t_{\max}^{сл}$ – найбільший термін служби заходу, що входить в даний комплекс, років.

Термін служби *m*-го заходу встановлюється відповідно до чинних нормативно-методичних документів з урахуванням регіональних особливостей експлуатації доріг.

Очікуване зниження числа ДТП в результаті проведення заходів з підвищення безпеки руху на дорожній мережі, що має *i*-не число ділянок концентрації аварійності:

$$A = \sum_{i=1}^{I} \Delta n_i, \quad (4)$$

де Δn_i – зниження числа ДТП на *i*-ом ділянці концентрації ДТП з урахуванням зон його впливу, шт.

Скорочення числа ДТП в результаті реалізації заходів з підвищення безпеки руху супроводжується одночасним зменшенням кількості загиблих і поранених. Очікуване зниження числа загиблих і поранених на ділянках концентрації ДТП в порівнянні з початковим рівнем до проведення дорожніх робіт допускається визначати пропорційно скороченню загального об'єму аварійності.

Оцінка економічної ефективності заходів з підвищення безпеки руху.

Показники економічної ефективності заходів з підвищення безпеки руху характеризують народногосподарську доцільність здійснення витрат, що направляються на вказані заходи. Ефе-

ктивність визначається зіставленням ефекту від зниження числа дорожньо-транспортних подій і витрат з проведення заходів зі зниження аварійності.

Оцінка результату і витрат при визначенні показників ефективності здійснюється за увесь термін служби заходів. При порівнянні двох і більше варіантів реалізації комплексів заходів оцінка ефективності робиться за один і той же розрахунковий період. При визначенні розрахункового періоду слід орієнтуватися на найбільш довговічний варіант. Початок розрахункового періоду визначається моментом часу, починаючи з якого вибір варіанту впливає на майбутні витрати і результати. Кінець розрахункового періоду – момент, починаючи з якого витрати і результати по усіх порівнюваних варіантах практично невиразні або несуттєві.

Для вартісної оцінки ефекту від зниження числа ДТП і витрат з проведення заходів щодо зниження аварійності можуть використовуватися різні види цін, що відрізняються :

– за тимчасовою базою – базисні й розрахункові ціни;

– за сферою формування цін – внутрішні і світові ціни;

– за видом валюти – у вітчизняній та в іноземній валютах.

Базисні ціни – це ціни, що склалися в економіці країни або на світовому рівні на певний момент часу. Базисна ціна вважається незмінною впродовж усього розрахункового періоду.

Розрахункові ціни – це ціни, що відображають прогнозовані зміни поточних цін на кожному кроці розрахунку. Розрахунок вартості дорожніх робіт виконується відповідно до нормативних документів, що діють в дорожній галузі в області ціноутворення.

Усі результати і витрати, що отримуються (що здійснюються) в різні моменти часу, наводяться до початку розрахункового періоду шляхом множення їх на коефіцієнт, визначуваний нормою дисконту. Норма дисконту (E) – це норма чистого доходу в рік на одиницю витрат. Вона може бути встановлена державою як специфічний соціально-економічний норматив, обов'язковий для оцінки проектів з позицій суспільства в цілому. За відсутності офіційно встановленої норми дисконту рекомендується застосовувати $E = 0{,}12$.

Система показників ефективності заходів з підвищення безпеки руху включає:

– інтегральний ефект (далі –$E_{інт}$) – сума ефектів за увесь період порівняння;

– індекс доходності (далі –$ІД$) – відношення суми ефектів до загальної величини одноразових витрат;

– термін окупності (далі –$t_{ок}$) – такий мінімальний інтервал часу від початку розрахункового періоду, за межами якого інтегральний ефект стає і надалі залишається ненегативним;

– інтегральні витрати – сума витрат за увесь розрахунковий період.

Рішення про ефективність заходів з підвищення безпеки руху слід приймати з урахуванням усіх перелічених вище показників ефективності, головним з яких є інтегральний ефект ($E_{інт}$). Якщо інтегральний ефект позитивний, то здійснення заходів є ефективним. При негативному значенні $E_{інт}$ даний варіант неефективний і його не слід реалізовувати ні при яких значеннях інших показників ефективності. У разі, якщо по усіх альтернативних варіантах результати однакові, то розрахунки можна спростити, обмежившись визначенням для кожного з варіантів тільки величини інтегральних витрат.

Індекс доходності, внутрішня норма доходності і термін окупності використовуються при оцінці варіантів як допоміжні показники. Якщо у якого-небудь варіанту $E_{інт} > 0$, то у нього обов'язково $ІД > 1$. Оцінка індексу доходності відіграє важливу роль, коли одним з основних критеріїв вибору варіантів є очікувана величина ефекту, що отримується на одиницю витрат за увесь розрахунковий період. Якщо важлива величина ефекту, що отримується на одиницю витрат щорічно, то визначальне значення гратиме *ВНД*. При цьому слід враховувати, що варіант вважається ефективним, якщо *ВНД* більше, ніж задана зовнішня норма дисконту. У разі, коли важливе значення має термін, після якого вкладені кошти матимуть віддачу, кращим вважатиметься варіант з найменшим терміном окупності.

Для розрахунку показників ефективності заходів з підвищення безпеки руху, використовують наступні розрахункові формули:

Інтегральний ефект ($E_{інт}$)

$$E_{інт} = \sum_{t}^{T} \frac{(R_t - Z_t)}{(1+T)^t} - \sum_{t}^{T} \frac{K_t}{(1+T)^t}, \quad (5)$$

де R_t– ефект від зниження числа ДТП в році *t*;
Z_t– поточні витрати в році *t*;
K_t– одноразові витрати в році *t*;
T – момент закінчення розрахункового періоду.

Індекс доходності *(ІД)*

$$ІД = \sum_{t}^{T} \frac{(R_t - Z_t)}{(1+E)^t} \div \sum_{t}^{T} \frac{K_t}{(1+E)^t} \quad (6)$$

де *E*– норма дисконту;

Термін окупності($t_{ок}$) визначається з рівняння:

$$E_{інт} = 0, \text{ для } 0 < t <= T,$$

при цьому для усіх $t^3 t_{ок}$ *повинне виконуватися умова* $E_{інт^3} 0$.

Інтегральні витрати

$$Z_{інт} = \sum_{t=0}^{T} \frac{Z_t}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^{T} \frac{K_t}{(1+E)^t} \quad (7)$$

Ефект від проведення заходів з підвищення безпеки руху полягає, в першу чергу, в зниженні втрат від дорожньо-транспортних подій, які діляться на три групи:

– втрати, пов'язані з втратою здоров'я і смертю людей, залучених в ДТП;

– втрати, пов'язані зі збитком, що заподіюється власності(відновлення транспортних засобів, ушкоджень дороги і дорожніх споруд, вартість пошкоджених вантажів);

– громадські втрати, до яких відносяться витрати, які пов'язані з порушенням нормальних умов руху в зоні транспортної події, і витрати органів ДАІ, судів і прокуратури.

Ефект від проведення заходів з підвищення безпеки руху може бути визначений прямим розрахунком за формулою:

$$R_t = A1t'C1 + A2t'C2, \quad (8)$$

де $A1t'$, $A2t'$ – очікуване протягом *t* років зниження кількості загиблих і поранених в ДТП;
C1, C2– середні вартості втрат від одного ДТП із смертельним результатом і пораненням.

На прикладі конкретної ділянки МК ДТП було проведено порівняльний аналіз ефективності заходів (комплексів) з забезпечення безпеки руху. У першому розрахунку було використано сучасні технічні засоби організації дорожнього руху, у другому – капітальні вкладення.

1. Початкові дані

На км 117 національної автомобільної дороги державного значення Н-21 Старобільськ – Луганськ – Красний Луч – Макіївка – Донецьк Іб категорії з чотирма смугами руху у 2009 р.

виявлена стабільна ділянка концентрації ДТП протяжністю 1000 м, на якій впродовж останніх п'яти років сталося 10 ДТП з потерпілими. У цих ДТП загинуло 5 осіб і отримали поранення 8 осіб. МК ДТП знаходиться в межах населеного пункту (сел. Георгіївка, Лутугинського району Луганської області).

Основні причини скоєння 5 ДТП – наїзд на пішохода, 3 ДТП – зіткнення транспортних засобів, що рухалися на зустріч один одному. Основні характеристики дорожніх умов на ділянці концентрації ДТП :

– інтенсивність руху – 8050 авт./добу;

– ширина проїжджої частини – 16,5 м (загальна ширина чотирьох смуг проїзної частини 15 м, загальна ширина двох укріплювальних смуг узбіччя 1,5 м);

– показник рівності і коефіцієнт зчеплення відповідають нормативним вимогам;

– подовжній ухил – 15 ‰;

– зовнішнє освітлення у наявності.

В результаті діагностики даної ділянки концентрації ДТП встановлені наступні елементи і характеристики дороги, що не відповідають нормативним вимогам:

– недостатньо обладнаний пішохідний перехід (знос розмітки більш 50 %, відсутні дорожні знаки 5.35.1, 5.35.2);

– розподілювальна смуга виражена тільки у вигляді розмітки 1.3.

2. Вибір основних заходів з підвищення безпеки дорожнього руху

Аналіз аварійності на даній ділянці показав, що практично всі ДТП (8) сталися у темний час доби, 2 ДТП сталися о 15-00 та 17-00, але відповідно у листопаді та грудні (сутінки). Через ці фактори можна зробити попередній висновок, що серед іншого причиною аварій стала недостатня видимість об’єктів на дорозі та стомлення (або засинання) водіїв.

На основі аналізу результатів діагностики на даній ділянці концентрації ДТП можливе здійснення наступних заходів (табл. 2):

Таблиця 2

Основні заходи комплексів

Комплекс заходів	Основні заходи комплексу	Вірогідність зниження ДТП (P_m), табл. 1	Строк служби $t_M^{сл}$, років	Вартість заходів, грн.
1.	1. влаштування червоно-білої розмітки (15 п.м.);	0,26	3	4200
	2. встановлення ВРД – 3 (30 шт.);	0,23	5	2100
	3. встановлення знаків на жовтому тлі (4 шт.);	0,44	1	1600
	4. встановлення панно «Водій! Збав швидкість»;	0,20	3	3000
	5. встановлення засобу примусового зниження швидкості «лежачий поліцейський» (2 шт.);	0,21	5	9000
	6. разом із розміткою 1.3 влаштування шумових смуг на осі дороги (1 км).	0,12	5	1050
2.	1. влаштування надземного пішохідного переходу (27 п.м., заввишки 5 м);	0,24	5	3370000
	2. влаштування розділової смуги шириною 5 – 6 м з переносом проїзної частини (1 км).	0,12	5	2750000

Відповідно до чинних нормативно-методичних документів встановлена вартість заходів і термін їх служби.

За розрахунковий період береться найбільший термін служби тих заходів, що розглядаються.

3. Оцінка економічної ефективності заходів з підвищення безпеки дорожнього руху

Для оцінки економічної ефективності заходів з підвищення безпеки руху вимагається:

– спрогнозувати по роках розрахункового періоду число ДТП з потерпілими, які стануться при невиконанні заходів з підвищення безпеки дорожнього руху на даній ділянці;

– вибрати по табл. 1 коефіцієнти, що характеризують вплив даних основних заходів з підвищення безпеки дорожнього руху на зниження числа ДТП;

– за формулою (1) (при двох і більше заходах з підвищення безпеки дорожнього руху) для кожного наміченого комплексу заходів по роках розрахункового періоду встановити середню вірогідність зниження числа дорожньо-транспортних пригод на ділянці концентрації ДТП в результаті їх повної реалізації;

– за формулою (2) для кожного року розрахункового періоду встановлюється очікуване зниження числа ДТП в результаті реалізації вибраних комплексів заходів.

На даній стабільній ділянці концентрації ДТП є привід вважати, що рівень аварійності транспортних засобів і надалі матиме такий же характер. Припустимо, що тяжкість ДТП, які стануться при невиконанні заходів з підвищення безпеки дорожнього руху, також матиме стабільний характер і в середньому на 1 ДТП складе 0,5 – загиблих і 0,8 – поранених. Ці значення використовуються при підрахунку ефекту, що виражається в скороченні втрат від загибелі і поранення людей, за формулою (8).

Результати розрахунку по встановленню прогнозованих параметрів, необхідних при розрахунку економічної ефективності, занесені до табл. 3.

Таблиця 3

Прогнозовані параметри, необхідних при розрахунку економічної ефективності

Прогнозові показники	Значення прогнозованих показників по роках розрахункового періоду					Разом
	1	2	3	4	5	
1. Очікуване число ДТП з потерпілими за відсутності заходів з підвищення БДР, шт.	2	2	2	2	2	10
2. Середня вірогідність зниження числа ДТП в результаті реалізації заходів зі стратегії: 1	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
2	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
3. Очікуване число відвернених ДТП в результаті реалізації заходів зі стратегії: 1	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	
2	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	

Зведені результати розрахунку показників економічної ефективності заходів представлені в табл. 4 застосувань 2.

Для розглянутого випадку не вдалося встановити на скільки зміниться середня швидкість руху транспортного потоку на км 117автомобільної дороги Н-21 в результаті реалізації заходів, що входять в комплекс 1, тому в цьому прикладі в якості оцінки ефекту в рік t приймаємо вартість відвернених в результаті реалізації комплексів заходів втрат від загибелі і поранення людей рівну R_t.

Розрахунок показників економічної ефективності здійснюється за формулами (5 – 7).

Висновки

По всіх двох комплексах заходів $E_{інт}$ позитивний, отже їх реалізація ефективна. Найбільший інтегральний ефект може бути отриманий при реалізації 1-го комплексу заходів. При цьому значення $E_{інт}$ по цьому 1-й комплекс заходів в багато разів перевищує значення відповідного показника ефективності по 2-му комплексу заходів.

Реалізація 1-го комплексу заходів найбільш вигідна, якщо визначальне значення має загальна величина отримуваного ефекту. У разі, якщо в якості основних критеріїв вибору розглядати очікувану величину ефекту, що отримується на одиницю витрат або термін окупності, пере-

вагу слід віддавати 2-му комплексу заходів. 2-ий комплекс заходів є найменш ефективним при будь-яких критеріях вибору.

Таблиця 4

Розрахунки показників економічної ефективності заходів

Роки	Комплекс заходів			
	1		2	
	$R_t, грн.$	$\frac{R_t}{(1+E)^t}, грн.$	$R_t, грн.$	$\frac{R_t}{(1+E)^t}, грн.$
1	59400*	53035	59400	53035
2	59400	26517	59400	26517
3	59400	17678	59400	17678
4	59400	13258	59400	13258
5	59400	10607	59400	10607
Всього		**121098**		**121098**
$E_{інт}$		7547		-1247959
ІД		2,8		0,019
$t_{ок}$, *міс.*		7		214

** значення ефекту від зниження числа ДТП в році t використано з [3].*

Виходячи із значної різниці значень $E_{інт}$ по 1-му і 2-му комплексам заходів, можна зробити висновок про найбільшу ефективність 1-го комплексу.

Отже, відносно дешеве інженерне обладнання автодоріг при відсутності достатнього фінансування може ефективно замінювати більш значні капіталомісткі заходи у питаннях забезпечення БДР.

Список літератури

1. Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев Технические средства организации дорожного движения. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 280 с.

2. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации ДТП. М.: Росавтодор, 2000. – 47 с.

3. Методика визначення соціально-економічних втрат від ДТП. К.: Укравтодор, 2011. – 18 с.

Аннотация. *Предложено усовершенствовать существующую методику оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности движения путем введения новых параметров. Проведена оценка эффективности мероприятий на конкретном участке МК ДТП.*

Abstract. *Proposed to improve the existing methodology for assessing the effectiveness of the measures to improve traffic safety by introducing new parameters. Assessment of effectiveness of measures at a particular site places of concentration of accidents.*

Стаття надійшла до редакції 19 жовтня 2012 р.

УДК 343.346.2

ПОЛЕТАЙКИН А.Н., старший преподаватель
Донецкая академия автомобильного транспорта

НЕМЕЦКИЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

В статье показана необходимость принятия срочных и эффективных мер по повышению эффективности организации и обеспечения безопасности дорожного движения в крупных городах, проанализированы программно-технические средства фирмы SIEMENS для организации дорожного движения. Освещен опыт организации и проведения глубинного анализа дорожно-транспортной аварийности на дорогах Германии, в частности, выполнен обзор программных и технических средств, используемых для сбора информации и выполнения анализа.

Актуальность исследования

Сегодня половина населения земного шара живет в городах, которые сконцентрированы менее чем на трех процентах доступной площади суши. Эта концентрация обуславливает существование крупных центров сосредоточения населения, где в связи с уверенно возрастающим объемом потребления населением благ цивилизации объемы перевозок неуклонно возрастают. Например, в развивающихся странах число зарегистрированных транспортных средств возрастает в пять раз интенсивнее, чем в промышленно развитых странах. В то же время отрицательные эффекты высокого объема перевозок, такие как снижение подвижности и безопасности населения, становятся все более острыми. Каждый год более одного миллиона человек погибает в дорожно-транспортных происшествиях, и более чем 50 миллионов получают травмы разной степени тяжести. По оценкам ВОЗ [1] международные денежные убытки из-за связанного с дорожным движением травматизма и материального ущерба достигают €500 миллионов в год. Почти 700 000 смертельных случаев ежегодно происходят в результате загрязнения воздуха, обусловленного движением транспорта. Без принятия эффективных контрмер, эти числа, согласно мировому отчету ВОЗ «О профилактике травм, полученных при ДТП», возрастут на 65 процентов в течение следующих 20 лет (рис. 1).



Рис. 1. Рост глобального населения и автомобилизации в мире

Несмотря на тревожные прогнозы по поводу увеличения дорожного движения и его неблагоприятных воздействий, объемы перевозок неуклонно возрастают: согласно оценке German Federal Transport Network Plan [2] грузоперевозки вырастут на 60 процентов, а пассажирские перевозки — на 20 процентов в течение следующих лет. Все это не может ни затронуть экономику Евросоюза и его производственную систему. За прошедшие двадцать лет европейское сообщество перешло от экономики «запаса» к экономике «потока», рассчитывая поток материалов так, чтобы вписаться в производственные графики. Это явление возникло в связи с переносом некоторых отраслей промышленности в другие регионы планеты с целью уменьшения издержек производства, а также с отменой границ в пределах Европейского экономического сообщества и учреждения «своевременного» или «нулевого запаса» производственной системы. В таких условиях трансъевропейская транспортная сеть оказывается хронически перегруженной. В среднем, на каждом 10%-м участке этой сети (около 7,5 тыс. км) движение значительно затруднено каждый день в определенное время. По оценкам UITP ежегодные затраты, обусловленные пробками и заторами на дорогах Европы, составляют 120 млрд. евро, что составляет один процент валового внутреннего продукта 15 стран ЕС.

Организация дорожного движения является одной из важнейших составляющих в управлении потоками транспорта и обеспечении приемлемой подвижности в крупных городах. При этом простые системы автоматического управления с фиксированными режимами регулирования движения давно утратили популярность ввиду их низкой эффективности. В условиях же крупного города с высоким уровнем автомобилизации режим с константной задержкой является и вовсе неприемлемым, ввиду того, что иногда даже за короткий промежуток времени, соизмеримый с длительностью фиксированного цикла, требуются значительные колебания длительности фаз цикла. В такой ситуации целесообразно применять гибкую автоматизированную систему управления дорожным движением (АСУДД), которая предполагает 1) использование для управления светофорными объектами специализированных дорожных контроллеров (ДК), программа которых содержит алгоритмы гибкого регулирования движения (адаптивного, координированного) с использованием данных от детекторов транспорта; 2) применения дорожных камер видеонаблюдения, обеспечивающих визуальное фиксирование ситуаций на дорогах; 3) наличие диспетчерского управления, координирующего работу всех светофорных объектов на основе информации, получаемой от дорожных контроллеров и системы видеонаблюдения. Учитывая значительную динамику ситуаций, возникающих на дорогах крупного города, такие системы должны иметь очень гибкую, интеллектуальную логику с элементами прогноза, реализующую оптимальную по многим критериям стратегию регулирования дорожного движения.

На сегодняшний день лидером на рынке интеллектуальных АСУДД является фирма SIEMENS, которая производит аппаратуру в достаточной степени надежную для осуществления таких масштабных проектов, и способную реализовать очень сложную логику управления. Начиная с 1924 SIEMENS успешно внедряет системы управления движением на основе дорожных контроллеров, которые постоянно модернизирует. В настоящее время наиболее распространенным типом ДК является SITRAFFIC C800 [3], около 170 тысяч которых уже более 10 лет управляют дорожным движением в 22 странах мира в таких крупных городах как Берлин, Бремен, Гамбург, Кёльн, Мюнхен, Франкфурт, Штутгард, Эссен (Германия), Копенгаген (Дания), Абу-Дхаби (Арабские Эмираты), Рейкьявик (Исландия), Богота (Колумбия), Вильнюс (Латвия), Осло (Норвегия), Вена, Граз, Зальцбург (Австрия), Варшава, Краков (Польша), Москва, Санкт-Петербург (Россия), Прага (Чехия), Братислава (Словакия), Антверпен, Брюссель (Бельгия), и многих других. Данный контроллер имеет наработку на отказ 30 лет, способен безотказно функционировать при температурах от -25 до +55°C и имеет очень высокую стойкость к электромагнитным помехам. Контроллер уверенно функционирует как в сырости и холоде Санкт-Петербурга, так и в сухости и жаре Абу-Дхаби. Расширенные версии C800, такие как C800V и C800VX, в состоянии опрашивать до 84 детекторов транспорта индуктивного типа и управлять 48 группами сигналов суммарной мощностью 4 кВт в режиме реального времени с максимальным допустимым циклом в 300 секунд. Контроллер C800VX поддерживает использование до 120 таких модулей в одном сегменте управления, каждый сегмент способен функци-

онировать автономно, интегрируется в сеть АСУДД на основе беспроводных технологий (GPRS, WiMAX и др.) и централизованно управляется из центра управления движением (ЦУП). Система видеонаблюдения, интегрированная на одной платформе SITRAFFIC, использует для транспортировки видеосигнала линии кабельного телевидения, обширная сеть которых есть в каждом городе. Инфракрасные маяки, установленные на каждой единице общественного транспорта, позволяют информировать ДК о ее движении по маршруту на каждом перекрестке, обеспечивая таким образом интеграцию на платформе SITRAFFIC системы приоритета общественного транспорта.

Ярким примером высокоразвитой АСУДД является система управления в Лондоне (Великобритания) с подсистемой приоритета общественного транспорта, контролирующая более 2000 перекрестков и имеющая в составе технических средств организации дорожного движения знаки переменной информации, электронные табло (рис. 2) [4]. Ее подсистема приоритета общественного транспорта обеспечивает преимущественный бесконфликтный проезд автобусов и трамваев, а также осуществляет информационную поддержку пассажиров при помощи технологии GPRS и информационных табло на остановочных пунктах общественного транспорта, отображающих время до прибытия каждого маршрута.



а) Знаки переменной информации *б) Центр управления движением*

Рис. 2.Организация дорожного движения в Лондоне

Однако эффективная организация дорожного движения является всего лишь одним из аспектов повышения безопасности автотранспортной инфраструктуры в городах. Согласно результатам транспортных исследований [5], инициированных и проведенных Европейской комиссией с 2001 по 2011 г. и определивших европейскую транспортную политику на последующее десятилетие безопасности дорожного движения, выделены четыре главных направления стратегического развития: 1) повышение уровня безопасности водителей; 2) представление более безопасных транспортных средств; 3) повышение безопасности дорожной инфраструктуры; 4) накопление баз данных по аварийности и статистическое оценивание безопасности дорожного движения.

Глубинный анализ дорожно-транспортных происшествий. Четвертое направление из выделенных выше предполагает подготовку и поддержание объединенной базы данных по аварийности на дорогах Евросоюза и перманентно развивающиеся методологии и инструментальные средства для анализа степени риска и оценивания воздействий различных аспектов дорожного движения на его безопасность. В этом отношении следует обратить внимание на методологию и опыт исследования аварийности на дорогах Германии, реализованные фирмой VUFO посредством глобальной информационно-аналитической системы GIDAS (German In-Depth Accident Study) [6] для осуществления глубинного анализа аварийности на дорогах страны, результаты которого обеспечивают продвижение по всем четырем обозначенным выше направлениям стратегического развития.

Исследованию подвергаются ДТП, происходящие в районах городов Ганновера и Дрездена, в которых имеют место травмированные участники дорожного движения. Команда из 4 опера-

тивных сотрудников (два техника, медик и координатор, находящийся в контакте с полицией и службой спасения), работающих в 2 смены, осуществляет выезд в любое время суток на двух транспортных средствах со специальными сигналами. Для обнаружения места аварии используются GPS навигаторы.

Исследование каждой аварии производится с научной точки зрения в технических, медицинских, психологических и социальных аспектах. Технический аспект предполагает исследование в таких областях, как организация дорожного движения, дорожные условия, уличная обстановка, характеристики и повреждения транспортных средств, компьютерные средства управления, оснащение транспортных средств (в т.ч. средства пассивной защиты), положение водителя и пассажиров, и многое другое. Медик принимает все персональные данные (возраст, рост, вес, телосложение, объем головы, пред-заболевания и т.п.), выясняет причины нарушений, проводит опрос участников, в том числе находящихся в медицинских учреждениях (медицинские данные участников, рефлексы, пульс, давление, прием медикаментов и т.п.), регистрирует мероприятия по спасению на месте аварии, при транспортировке и по прибытии в медицинское учреждение, оценивает степень повреждения по различным шкалам, в том числе и по шкале AIS, а также ведет наблюдение за состоянием раненых до 30 дней после аварии (при умирании раненого через 30 дней после аварии, это считается последствием аварии). Собираются такие данные психологического характера, как душевное состояние и уровень стресса перед ДТП, склонность к риску, адекватность, психическое состояние в результате аварии и т.п. При этом все личные данные принимаются только при согласии участников. Всего снимается 2893 показателя, более 100 цифровых фотоснимков, выполняется эскиз ДТП (типовой эскиз, выполненный в AutoCAD, показан на рис. 3 [7]). Сбор информации производится путем измерения на месте, изучения документов, а также при помощи опроса участников и свидетелей, и заносятся во временные базы данных на мобильных компьютерах, либо документируются. При необходимости персонал вступает в контакт с полицией и медицинскими учреждениями на предмет дополнения указанных данных. В последствии все собранные данные переносятся в банк данных GIDAS.

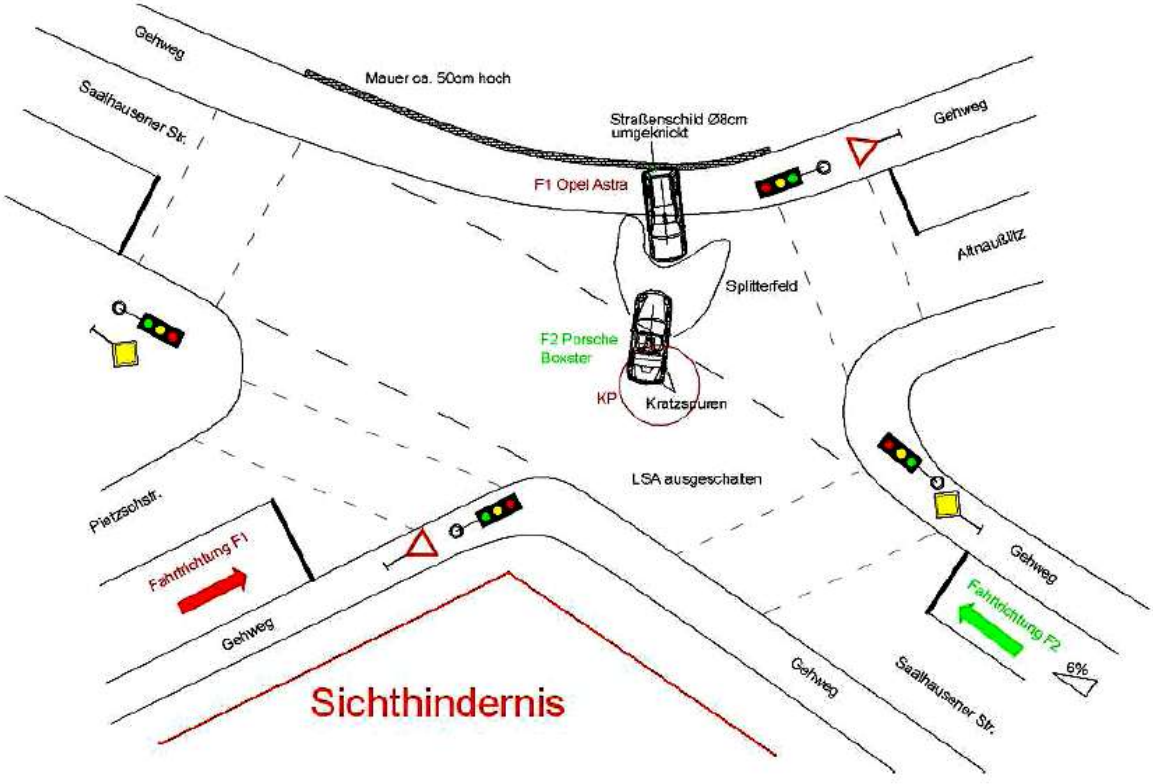


Рис. 3. Эскиз типового случая ДТП, выполненный в AutoCAD

Разнообразие данных позволяет выделить более 20 категорий параметров и показателей, характеризующих ДТП, в каждом из которых также можно выделить ряд групп. В частности, по легковому автомобилю, как участнику ДТП, фиксируются такие группы параметров: активная система безопасности, технические данные автомобиля, наружная и внутренняя деформация, наружные и внутренние повреждения, водительское место, место пассажира переднего сидения, данные о реконструкции автомобиля, данные о дороге в месте расположения автомобиля и др. Каждая такая группа насчитывает десятки параметров.

Инструментальные средства глубинного анализа ДТП, используемые для получения и обработки данных, можно разделить на программные и технические средства.

Программные средства. В своей деятельности VUFO использует широкий спектр прикладного программного обеспечения, классификационная структура которого показана на рис. 4.

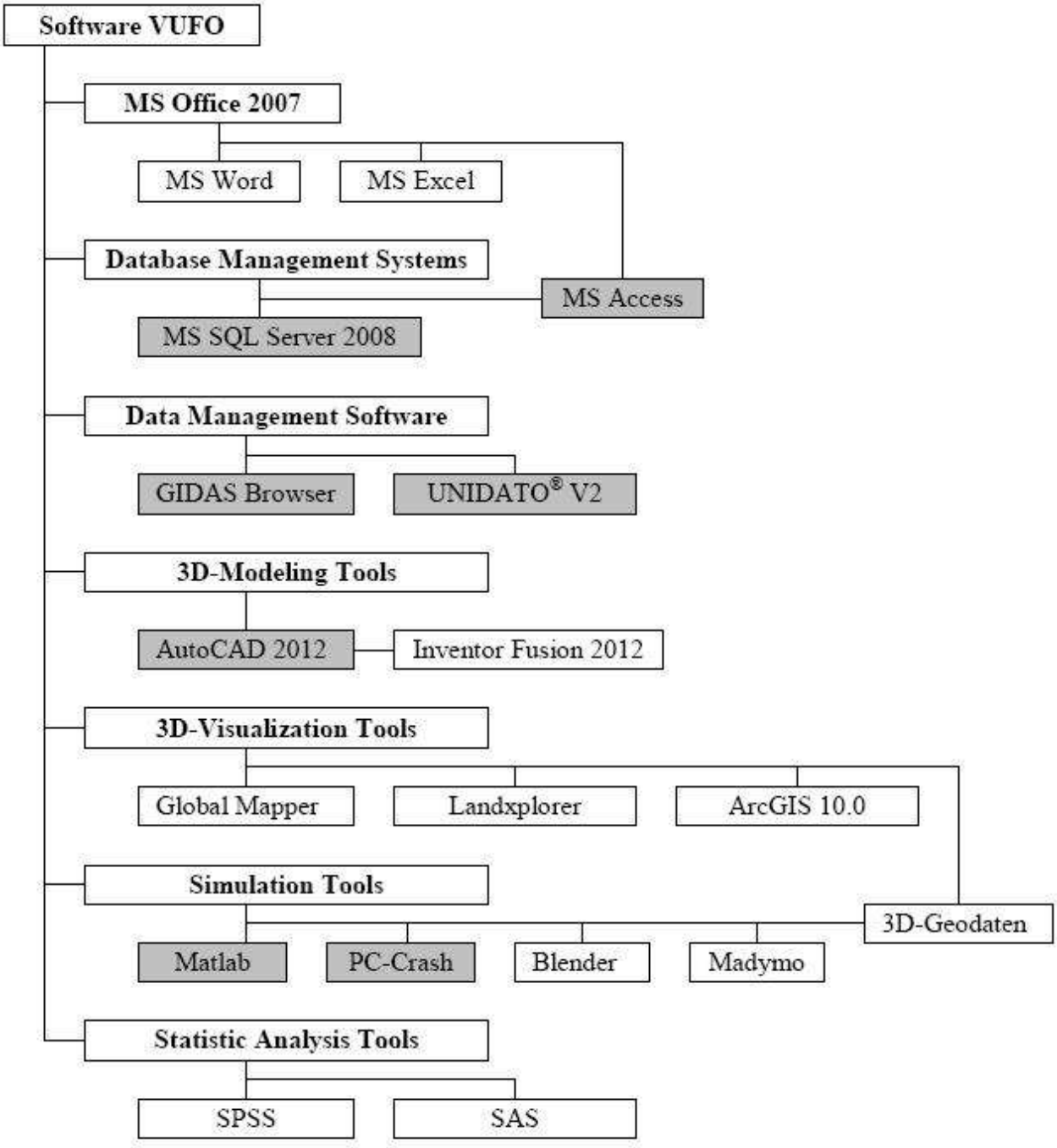


Рис. 4. Структура прикладного программного обеспечения ООО “VUFO”

Здесь насчитывается 18 программных средств различного назначения, из которых широко применяется 7 (на рис. 4 они выделены цветом).

1. Пакет Microsoft Office, в частности СУБД MS Access, используемая для организации временных баз данных, например, на мобильных компьютерах сотрудников, или для обеспечения локальных исследований с привлечением практикантов, и т.п.

2. Для организации центрального хранилища данных GIDAS используется Microsoft SQL Server — современная СУБД, обладающая, в сравнении с MS Access, мощными функциональными возможностями в плане хранения и обработки данных.

3. Универсальный программный интерфейс UNIDATO® V2, обеспечивающий удобный и оперативный доступ к временным базам данных формата MS Access, широко используется на мобильных компьютерах персонала VUFO и для последующего ввода данных о ДТП в офисе.

4. Программная система GIDAS Browser, обеспечивающая ведение центрального хранилища данных на базе MS SQL Server, и, в частности, операции импорта и экспорта данных во временные базы MS Access и обратно.

5. Пакет прикладных программ MATLAB для решения задач технических вычислений и одноименный язык программирования, используемый в этом пакете. Используется VUFO для обработки графических данных о ДТП: цифровых фотоснимков, оцифрованных топографических карт и схем, а также для подготовки данных для последующего 3D-моделирования в Blender или PC-Crash.

6. Система автоматизированного проектирования AutoCAD 2012, используемая VUFO наряду с пакетом MATLAB для обработки исходных графических материалов и топографических данных. САПР Inventor Fusion 2012, входящая в состав пакета AutoCAD, применяется в VUFO для геометрического моделирования и инструментальной обработки транспортных средств для последующего анализа и расчетов в Blender или PC-Crash.

7. Программное средство PC-Crash для реализации автотехнической и транспортно-трассологической экспертизы ДТП. Программа осуществляет трехмерную реконструкцию картины ДТП на произвольном временном отрезке и предоставляет такие данные о ДТП в банк данных GIDAS, как скорости и ускорения транспорта в разных плоскостях, задержки и времена реакций водителей и др.

Технические средства, используемые VUFO, намного разнообразнее технических средств, используемых дорожной полицией. Прежде всего, это многообразие прослеживается в группе инструментальных средств, используемых для фиксации следовой картины ДТП и исследования места ДТП инструментальными методами. Это *первая группа* технических средств, к которой относятся: электронная рулетка, раздвижные линейки, измерительное колесо (рис. 5, в) для измерения геометрических размеров; SRT-Pendel – устройство для измерения шероховатости и определения коэффициента сцепления дороги (рис. 5, г); электронный уровнемер(рис. 5, д) для замера наклона дороги; прибор для замера давления в шинах и высоты протектора; инфракрасный термометр; люксметр для измерения параметров освещения; сигнальные фонари и оградительные конусы (рис. 5, б); специальная форма со световозвращающими элементами для оперативного персонала.

Вторая группа технических средств относится к устройствам компьютерной техники. Помимо парка персональных ЭВМ (около 10 машин) и сервера баз данных, используемых для хранения и обработки данных о ДТП, это также цветной лазерный принтер, МФУ, малогабаритные мобильные компьютеры (лэптопы, рис. 5, з) и цифровые фотокамеры (рис. 5, е) для сбора данных на периферии; видеорегистраторы и GPS-навигаторы.

Третью группу составляют средства стационарной и мобильной телефонной связи для организации связи между центром и мобильными группами, а также аппаратура радиосвязи (рис. 5, ж) для контакта с подразделениями дорожной полиции при обнаружении ДТП.

Кроме того, VUFO располагает тремя легковыми автомобилями для выезда на ДТП со специальными сигналами и окраской (рис. 5, а), укомплектованными материалами и инструментальными средствами первой группы, а также аптечками для оказания первой медицинской помощи пострадавшим



а) Парк автомобилей



б) Сигнальные устройства



в) Измерительное колесо



г) SRT-Pendel



д) Электронный уровнемер



е) Фотокамера



ж) Оборудование связи



з) Мобильные компьютеры (лэптопы)

Рис. 5. Технические средства ООО “VUFO”

Все мероприятия направлены на профилактику и снижение тяжести ДТП. Одним из основных критериев эффективности проекта выступает снижение количества погибших в результате ДТП. Полученные в результате анализа данные используются VUFO при разработке рекомендаций для многих отраслей хозяйства:

1. Автомобилестроение, техническое обслуживание и технический осмотр транспортных средств – проектирование безопасных конструкций, создание условий для качественного контроля технического состояния автомобилей.

2. Медицина – усовершенствование принципов оказания медицинской помощи, повышение эффективности спасательных служб.

3. Дорожные службы – усовершенствование дорожных условий.

4. Дорожная полиция – рекомендации по документированию обстоятельств ДТП, а также по внесению изменений в систему учета ДТП, в частности, систематизации ее нормативно-справочной базы.

5. Социальные службы и сфера образования – формирование комплекса мероприятий профилактики и снижения тяжести ДТП, разработка специальных учебных программ для подготовки водителей.

6. Законодательство – разработка правил, законопроектов и методических рекомендаций, обеспечивающих повышение безопасности дорожного движения.

Выводы

Таким образом, из изложенного материала следует, что в нестоящее время в мире остро стоит проблема обеспечения безопасности дорожного движения, требующая принятия срочных и эффективных мер по ее решению, особенно в крупных городах, где одними из основных аспектов обеспечения БДД является применение современных АСУДД на базе высоконадежного оборудования фирмы SIEMENS. Проанализированный опыт коллег из Дрезденского технического университета по организации и проведению глубинного анализа дорожно-транспортной аварийности на дорогах Германии позволяет сделать вывод о целесообразности скорейшего развертывания аналогичных исследований в Украине.

Списоклитературы

1. Roads, Injuries, Traffic: Data and statistics / Official site WHO, 2011 // data source: http://www.who.int/research/en/

2. The German Federal Transport Network Plan / European Commission (2001); European Union Energy and Transport in figures 2001; Brussels

3. Verkehrssteuergeräte SITRAFFIC C900/C800: Erfolgreiche Referenzen auf drei Kontinenten / Siemens AG, München, 2007 // Die Quelle der Daten: http://transportation.siemens.com/shared/data/pdf /www/infrastructure_logistics/verkehrssteuerger_e4te_20sitraffic_20c900-c800.pdf

4. Peter Opruk, Peter Aicher. The future of traffic – More mobility in population centers // Straßenverkehrstechnik 6.2006, pp. 348 – 355

5. Road safety. European transport policy for 2010: time to decide. / Results from the transport research programme of European Commission / Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2011, 16 p. // data source: http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/index_en.html.

6. The Traffic Accident Research is organised as a limited company as an affiliate of the TU Dresden / official site of the VUFO GmbH // data source: http://vufo.de/

7. C. Erbsmehl, L. Hannawald, – "Simulation realer Unfalleinlaufszenarien der German In-Depth Accident Study (GIDAS)", October 2008, 24. VDI/VW Gemeinschaftstagung Wolfsburg, VDI Berichte 2048 // Die Quelle der Daten: http://vufo.de/index.php?plugin=dokumente&action=details&id=34

Анотація. *У статті показана необхідність прийняття термінових і ефективних заходів щодо підвищення ефективності організації й забезпечення безпеки дорожнього руху у великих містах, проаналізовані програмно-технічні засоби фірми SIEMENS для організації дорожнього руху. Освітлений досвід організації й проведення глибинного аналізу дорожньо-транспортної аварійності на дорогах Німеччини, зокрема, виконаний огляд програмних і технічних засобів, використовуваних для збору інформації й виконання аналізу.*

Abstract. *In article is shown need of acceptance urgent and efficient actions on extended efficiency of organization and provision to safety of road motion in large cities, software-technical facilities of company SIEMENS for organization of road motion are analyzed. It's refreshed experience of organization and undertaking in-depth analysis to road accident rate on roads of Germanies, programme and technical tools for data acceptance and performing the analysis review is executed.*

Стаття надійшла до редакції 22 жовтня 2012 р.

УДК 656.02

РЕЙЦЕН Е.А., профессор
Киевский национальный университет строительства и архитектуры
КУЧЕРЕНКО Н.Н.
ГВУЗ «Киевский университет управления и предпринимательства»

ЛОГИСТИКА И АУДИТ В ПРОБЛЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В статье рассматриваются три важных понятия: менеджмент и безопасность дорожного движения; логистика и безопасность дорожного движения; аудит дорожной безопасности. Определяется место городской логистики и сравнивается опыт России и Украины в решении этих вопросов.

Ещё в 2004 г. в нашем докладе на международной конференции «Маркетинг и логистика в системе менеджмента» [1] мы отмечали, что словосочетания типа «менеджмент и безопасность дорожного движения» или «логистика и безопасность дорожного движения» пока у нас не встречались, чем вызвали удивление и непонимание некоторых участников конференции.

Сейчас появилось новое сочетание – «аудит в дорожной безопасности», которое впервые ввели в Великобритании ещё в 80-х годах и смысл которого у нас трактуется по-разному.

Тем не менее, этот термин предлагается ввести в Государственную целевую программу повышения безопасности дорожного движения в Украине на период до 2016 года. Поэтому, на наш взгляд, необходимо чётко разобраться в понятиях, приведенных выше, а именно:

1. Менеджмент и безопасность дорожного движения;
2. Логистика и безопасность дорожного движения;
3. Аудит в дорожной безопасности.

Относительно первого понятия отметим, что стремительно растущий уровень автомобилизации (кстати, у нас нерегулируемый ни на законодательном, ни на нормативном уровнях) в наших городах уже привёл к ряду проблем, основными из которых являются: заторы на магистральной УДС больших и крупных городов (и уже не только в часы «пик») и трудности в обеспечении безопасности дорожного движения. Последняя характеризуется увеличением количества ДТП, среди которых процент со смертельным исходом достиг критических величин. Поэтому не является неожиданным тезис – безопасностью движения в наших городах и на автомобильных дорогах необходимо управлять. Вопрос в том, как именно.

И тут, прежде чем разрабатывать методы и модели, необходимо иметь чёткую и правильную статистику о ДТП.

В последнее время управлению безопасностью движения в России, например, уделяется повышенное внимание и даже защищена в 2008 г. докторская диссертация [2].

В ней в частности отмечается, что по сравнению с европейскими странами аварийность в Российской Федерации характеризуется самым высоким уровнем риска гибели, очень высокой тяжестью последствий.

Дорожно-транспортная аварийность наносит экономике России колоссальный ущерб, который в последние 3 года (2006-2008) составляет 2,4 – 2,6% внутреннего валового продукта страны. Такой ущерб сопоставим со вкладом в ВВП отдельных отраслей национальной экономики.

Масштаб и характер проблем безопасности дорожного движения (БДД) в стране, социальные, экономические и демографические последствия оказывают заметное влияние на национальную безопасность страны, и задача обеспечения БДД представляет самостоятельную государственную проблему.

Целью этой работы была:

- разработка научно обоснованной методологии повышения БДД, направленной на **предупреждение** ДТП и снижение тяжести их последствий;
- выделение и обоснование **приоритетности** направлений деятельности в области обеспечения БДД;
- разработка **методов формирования программ** повышения уровня БДД, для чего в России планируется осуществить разработку единых критериев, методик анализа и оценки эффективности деятельности органов исполнительной власти, участвующих в обеспечении БДД на федеральном, региональном и местном уровнях.

При этом предполагается, что общий социально-экономический эффект составит 626052,2 млн. руб. или около 20 млрд. долл.

Интересно проследить, как изменялось количество погибших в результате ДТП в различных странах в период после 1990 года. Выберем только 10 стран, где это изменение было существенным (табл. 1).

Таблица 1

Число погибших в ДТП в разных странах

Страна	Число погибших в результате ДТП				
	1990	2002	2003	Изменение, (%)	за период
Франция	11215	7655	6058	– 46	1990 – 2002
Венгрия	2432	1429	1326	– 45	1990 – 2001
Португалия	2646	1675	1546	– 42	1990 – 2002
Финляндия	649	415	379	– 42	1990 – 2002
Румыния	3782	2398	2235	– 41	1990 – 2002
Швейцария	925	513	546	– 41	1990 – 2002
Австрия	1558	956	931	– 40	1990 – 2003
Германия	11046	6842	6613	– 40	1990 – 2001
Испания	9032	5347	5399	– 40	1990 – 2001
США	44599	42815	42643	– 4	1990 – 2002
Россия	35366	33243	35602	+ 1	1990 – 2002

Как видно из табл. 1 за указанные периоды (от 11 до 13 лет) наибольшее сокращение ДТП со смертельным исходом произошло во Франции – на 46%, наименьшее – в США – на 4%, а в России даже наблюдался рост на 1% и после 2003 г. он продолжает увеличиваться.

При этом отмечается, что если в Великобритании, Германии и США гибель человек происходила только в одном из 50-60 ДТП, то в России она наступала в каждом из 5–7 ДТП.

По данным статистики Государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Украины [3] за последние 20 лет в результате ДТП погибли 137 тысяч граждан Украины, тяжкие телесные повреждения получили около 1 млн. граждан, половина из которых остались инвалидами. Количество погибших в ДТП в нашей стране достигает 13 процентов от общего числа погибших в дорожных происшествиях всей Европы, тогда как количество автомобилей составляет всего 2 процента от всего европейского автомобильного парка.

В результате сложившейся ситуации с обеспечением безопасности дорожного движения тормозится развитие туристической отрасли Украины. Так, по данным Европейского Доклада ВОЗ, Украина признана одной из самых опасных стран в Европе для водителей. Риск попасть в ДТП в Украине в 5–6 раз выше, чем в европейских странах.

Действительно, в Украине ежегодно в ДТП гибнет более 4 тыс. чел. и более 40 тыс. чел. получают увечья, т.е. гибель человека отмечается в каждом из 10 ДТП.

Однако важен удельный показатель, принятый во всём мире – количество ДТП со смертельным исходом на 100000 жителей, который зависит от уровня автомобилизации и которым можно управлять (!). Например, по Украине он составляет сейчас около 8,8, а по Донецкой области в 1997 г. равнялся 9,63 и снизился в 2000 г. до 7,97, а затем начал снова повышаться.

И применительно к заглавию наших тезисов мы хотим использовать методы логистики для управления безопасностью дорожного движения, которые гарантировали бы нам, что **«в нужном месте в нужное время»** мы не будем иметь ДТП или ущерб от них будет минимально возможным. И здесь нужно обратиться к такому понятию как *конфликтные ситуации*, которые предшествуют ДТП и тесно связаны с риском участников дорожного движения – водителей и пешеходов. Именно рисками нужно научиться управлять. Однако риск может быть **сознательным**, когда водители и пешеходы, нарушая Правила дорожного движения, надеются на счастливый случай; **несознательным** (в состоянии опьянения); **неосознанным,** связанный с действием малоизученных или неизвестных факторов. Если первые два типа рисков исследовались разными учёными своего времени, то последний тип только начинает исследоваться и эти исследования авторы [4], прежде всего, связывают с изучением электромагнитных полей на улицах и дорогах и количества ДТП, большой риск возникновения которых появляется при наличии магнитных бурь.

Значит, логистическая цепочка исследований безопасности дорожного движения при разработке модели управления ею можно представить следующим образом:

Неосознанные факторы – конфликтные ситуации – перерастание конфликтных ситуаций в ДТП – Дорожно-транспортное происшествие – выявление причин ДТП – устранение причин ДТП – оценка вероятности ДТП в будущем.

Допустим, что каждому ДТП предшествует какая-то конфликтная ситуация, которая при определённых условиях может перерасти в ДТП. Тогда уравнение риска будет таким:

$$Р = Д/П = Д/К \times К/П,$$

где $К$ – количество конфликтных ситуаций, которые соответствуют ДТП данного типа; $П$ – пробег транспортного средства; $Д$ – количество ДТП.

Именно на изучении неосознанных факторов и нужно сосредоточить дальнейшее внимание.

Теперь рассмотрим понятия «логистика и безопасность дорожного движения». В начале статьи мы уже упоминали нашу работу с таким названием [1]. И вот на IV Международной научно-практической конференции по безопасности дорожного движения, которая проходила в Донецке (17–18.11.2011), был представлен доклад с названием «Безопасность дорожного движения в системе городской логистики» [5], в котором мы уже сталкиваемся с **управлением** экологическим риском в системе городской логистики [6].

Действительно, как отмечают авторы [5], для крупных промышленных узлов и районов в последние годы характерно увеличение роли автомобильного транспорта в организации логистических цепочек по обслуживанию пассажиро- и грузопотоков. Основная цель – снижение

транспортных издержек, вполне ясна в условиях рыночной экономики. Но эти процессы имеют и обратную сторону: растёт количество ДТП с участием грузового транспорта, участвующего в технологическом процессе промышленных предприятий; дорожное покрытие на пути следования основных пассажиро- и грузопотоков приходит в неудовлетворительное состояние; ухудшается экологическая обстановка; снижается средняя скорость движения транспорта; возникают заторы и предзаторные ситуации. Всё это ведёт к возникновению опасных ситуаций в дорожном движении, о которых шла речь выше.

В качестве механизма решения вышеперечисленных проблем можно использовать научно-практическое направление «Городская логистика» (City Logistic) основная идея логистических решений в пределах города заключается в сокращении транспортной нагрузки на наиболее загруженные части города (в особенности на центральную часть) и гармонизации распределения потоков объектов (грузопотоков, пассажиропотоков и сопутствующих им потоков) по временному, географическому и экологическому признаку во взаимодействии с безопасностью дорожного движения.

Проанализировав мировой опыт решения проблем транспортных систем крупных городов можно сделать вывод о том, что городская логистика – **один из продуктов нового мышления** [7], который позволяет значительно повысить как безопасность транспортной системы, так и эффективность её функционирования в целом. Поэтому развитие крупных городов и промышленных узлов Украины в направлении «city logistic» является назревшим и необходимым условием интеграции нашего государства в мировое сообщество.

И, наконец – понятие «аудит в дорожной безопасности».

Обычно понятие ***аудит*** означает проверку финансовой деятельности предприятия или банка. Однако в последнее время этот термин всё чаще используется в значении как контроль или проверка состояния, например, безопасности дорожного движения на УДС городов и др.

Аудит дорожной безопасности (АДБ) – метод формального контроля, проводимого независимой командой экспертов на разных стадиях технологической готовности продукта дорожной отрасли – дороги, с целью как можно раннего выявления и заблаговременного устранения возможных причин ДТП при эксплуатации дороги дорожными пользователями.

АДБ представляет дополнительный инструментарий в составе мультидисциплинарной системы управления дорожной безопасностью и основан на иных стратегиях повышения безопасности дорожного движения и методах, чем те, что уже существуют, дополняя их, а не заменяя (!).

Международный опыт использования АДБ на протяжении четверти века показал, что результативные программы управления безопасностью должны приниматься на основе баланса между **реактивными** (способ снижения аварийности на уже существующих участках концентрации ДТП) и **проактивными** (предупреждающими) стратегиями, учитывающими местные условия.

Администрации, применяющие аудит, рассматривают его как один из интегрированных инструментов, предназначенных для достижения целей и решения задач в рамках **программ управления** дорожной безопасностью.

Например, по мнению Национальной администрации автомагистралей США, АДБ должен рассматриваться как **проактивный** малозатратный способ повышения безопасности дорожного движения в отличие от **реактивного** способа.

Аудит помогает команде инженеров ввести в проект решения, гарантирующие безопасность, которые изначально не были предусмотрены. Самый первый аудит, проведенный на ранней стадии развития проекта (планирование и проектирование) уже экономит ресурсы дорожной администрации и Сообществ, устраняя потенциальные **риски аварийности**, не позволяя им стать причиной реальных ДТП при пользовании дорогой.

Поэтому важной особенностью АДБ является достижение наибольшего эффекта при его применении на самых ранних стадиях технологического цикла развития дороги – при планировании и проектировании. Необходимые поправки можно внести на «бумаге», в отличие от корректировок на более поздних технологических стадиях, когда дорога уже строится или эксплуа-

тируется. В этих случаях внесение поправок уже потребует проведения «физических» работ, что сложнее и дороже.

Принципиальным отличием АДБ от других методов контроля является: проведение анализа безопасности дороги (улицы или зоны города) с позиции её восприятия всеми категориями участников дорожного движения и выявления дефектов, которые могут стать причиной ошибок пользователей и привести к ДТП.

Концепция АДБ впервые появилась в 80-е годы в Великобритании на основе:

1. Развития методов расследования причин ДТП и практики их устранения;
2. Последовательных изменений законодательства, которые позволяли дорожным администрациям предпринимать нужные шаги для снижения вероятности возникновения ДТП.

В настоящее время практика АДБ получила широкое распространение в Австралии, Новой Зеландии, Канаде, США, ЮАР, Дании, Нидерландах, Сингапуре и недавно применялась в России на подходе к Северодвинску и при проектировании одной из развязок на дороге М8 Москва – Архангельск.

Цель аудита – ответить на следующие вопросы: какие элементы дороги небезопасны; до какой степени; для каких пользователей; при каких обстоятельствах; какие возможности имеются для снижения или устранения выявленных рисков?

На любой стадии технологического развития дорожного проекта АДБ требует решения следующих задач:

1. Сведение к минимуму вероятности возникновения ДТП на стадии пользования дорогой;
2. Применение результативных решений для сведения к минимуму последствий вероятных ДТП на тех участках дороги, где невозможно исключить риск полностью (например, на горной дороге);
3. Снижение затрат на последующих этапах технологического развития дорожного проекта за счёт появления и исключения дефектов на предыдущих этапах.

В процессе производства любой продукции её качество обеспечивается при помощи применения одного из методов контроля качества. Одним из самых результативных методов обеспечения качества по праву считается так называемая «система управления качеством». Впервые появившаяся в Японии ещё в 50-е годы, определив высокую конкурентоспособность японских товаров на мировом рынке. Поэтому целесообразно АДБ рассматривать как систему управления качеством (безопасность) для технологического цикла производства такого продукта как «автомобильная дорога», который включает: планирование, проектирование, строительство, эксплуатацию и содержание.

Однако в большинстве случаев для проведения аудита необходима структуризация элементов, изучаемого явления или процесса и его моделирование. Это нужно осуществлять исходя из системных позиций, используя, например, кибернетическую модель «человек – автомобиль – дорога» (ЧАД).

Показательна в этом направлении матрица Мартина Хэддона – Планирование мероприятий по безопасности дорожного движения [8], в которой составляющую «дорога» в системе ЧАД он заменяет понятием «дорожная инфраструктура», в которой появляется показатель «наружное освещение» (НО).

Именно к наружному освещению мы впервые предложили применить понятие «***аудит***» как метод проверки соответствия качества системы наружного освещения надлежащему уровню безопасности дорожного движения [9].

Логистическая цепочка такого аудита должна предусматривать такую последовательность:

- экспертизу нормативной документации после её разработки;
- контроль проектирования НО города с установленным местом генплана НО в стадиях градостроительного проектирования;
- контроль выполнения строительства объектов НО города и особенно его соответствие проектной документации;
- контроль эксплуатации НО в части графиков включения-отключения НО, сроков службы светильников и т.п.

Всё это возможно осуществить, если будет создана экспертная система НО.

Однако, по данным МКО (Международная комиссия по освещения) известно, что если систему наружного освещения запроектировать и выполнить в соответствии с действующими нормативами, то количество ДТП в тёмный период суток может быть уменьшено на 30%, а это приблизительно 10% от общего их количества.

Список литературы

1. Сопільник Л.І., Рейцен Є.О., Дем'янко О.М. Логістика і безпека дорожнього руху / Тези доповідей V Міжнародн. наук.-практ. конфер. «Маркетинг та логістика в системі менеджменту». – Львів: «Львівська політехніка», 2004. – С.301-302.

2. Кондратьев В.Д. Модели и методы управления безопасностью дорожного движения / Автореф. дисс. на соиск. учён.степ. д.т.н. – Воронеж, 2008. – 42 с.

3. Берлин М.С., Суржинский М.И. Необходимость принятия закона о безопасности дорожного движения в Украине: предпосылки и перспективы / Матер. VI Міжнародн. наук.-практ. конфер. «Безпека дорожнього руху: права та організаційні аспекти». – Донецьк, 17-18 листопада 2011 р. – С.13-18.

4. Дзвінник В.Д., Сопільник Л.І. Причини ДТП на автошляхах – електромагнітні поля // Науковий вісник. – 1999. – № 4 (5). – С. 92-94.

5. Губенко В.К., Лямзин А.А. Украинский Е.А. Безопасность дорожного движения в системе городской логистики / Матер. VI Міжнародн. наук.-практ. конфер. «Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти». – Донецьк, 17-18 листопада 2011 р. – С. 178-180.

6. Губенко В.К. Управление экологическим риском в системе городской логистики / В.К. Губенко, А.А. Лямзин, А.П. Литвинов // Вестн. ХНАДУ. – 2010. – Вып. 48. – С. 112-115.

7. Lotar Thoma. City-Logistic: Konzeption – Organisation – Implementierung. – Wiesbaden: Dt. Univ. – Verl.: Wiesbaden: Gobler, 1995.

8. FHWA Road Safety Audit Guidelines, Federal Highway Administration, Washington, D.C. 2006.

9. Рейцен Е.А., Кучеренко Н.Н. Аудит наружного освещения и безопасность дорожного движения / Світло-люкс, №4, 2012.

Анотація. *У статті розглядаються три важливих поняття: менеджмент і безпека дорожнього руху; логістика і безпека дорожнього руху; аудит дорожньої безпеки. Визначається місце міської логістики і порівнюється досвід Росії й України у вирішенні цих питань.*

Abstract. *The article has dealt with three important questions: management and traffic safety; logistics and traffic safety; audit of the road safety. The article defines the place of city logistics in solutions of these questions and compares the experimental of Russia and Ukraine.*

Стаття надійшла до редакції 24 жовтня 2012 р.

УДК 629.113.012

БАЛАБИН И.В., д.т.н., профессор,
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ);
МАКАРОВ В.А., д.т.н., доцент; ПИСАНЕЦ А.А., к.т.н.
Донецкая академия автомобильного транспорта

ВНУТРЕННЕЕ ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА В ШИНЕ КАК СИЛОВОЙ ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНОГО КОЛЕСА

Нормативная величина давления воздуха в современных пневматических автомобильных шинах определяет несущую способность колеса и основные эксплуатационные свойства автомобиля. Приведен анализ влияния отклонения внутреннего давления воздуха от требований технических условий на значимые параметры эластичного колеса.

Постановка проблемы

Колесо является одним из величайших технических творений человеческого гения. Оно прошло огромный исторический путь, совершенствуясь по мере появления новых материалов и воплощая в своей конструкции самые передовые идеи и технические решения. Результатом этого развития является колесо с пневматической шиной, только благодаря которой мог состояться быстроходный современный автомобиль.

Применяемые в настоящее время пневматические шины представляют собой резинокордную композицию, обеспечивающую взаимодействие автомобиля с дорогой и, по своей сути, выполняющую роль, образно говоря, минилаборатории, в которой зарождаются динамические процессы, формирующие тяговую и тормозную динамику, устойчивость и управляемость АТС, а также определяющие основные функциональные свойства и безопасность конструкции автомобиля.

Рабочий процесс колесного узла характеризуется высокой силовой и тепловой нагруженностью и для того, чтобы обеспечить его исправную и безотказную работу следует соблюдать непреложные правила эксплуатации и технического обслуживания. Необходимость этого обуславливается физической сущностью тех процессов, которые сопровождают качение колеса с пневматической шиной и характеризуются рядом основных параметров. Из них доминирующее значение имеет давление воздуха в шине, величина которого выбирается для обеспечения эффективной работы автомобильной шины по скоростным, энергетическим и ресурсным показателям, при условии надежной защиты транспортного средства от виброакустических колебаний, генерируемых неровностями дороги.

Анализ последних исследований и публикаций

Величина рабочего давления воздуха должна быть такой, чтобы образующееся вокруг колеса силовое поле способно было успешно противостоять всем внешним силовым воздействиям со стороны дорожного полотна с определенным запасом, так как в противном случае, шина теряет свою несущую способность и не в состоянии рационально осуществлять рабочую функцию [1].

Поэтому соблюдение норм рабочего давления в шине является непременным обязательным условием и должно поддерживаться в эксплуатации. Отклонения от рекомендованного давления воздуха в шине как в большую, так и меньшую стороны недопустимы. Давление воздуха выше установленного уровня приводит к ускоренному изнашиванию средней части протектора шины, а если давление оказывается ниже нормы, то более интенсивному изнашиванию будут подвержены крайние плечевые зоны протектора шины.

При этом, повышенное давление делает шину более жесткой, что отрицательно отражается на ее способности сглаживать и поглощать неровности дороги, а пониженное давление сопровождается более интенсивной ее деформацией, повышенным нагревом, увеличенным сопротивлением качению, неравномерным и ускоренным износом [2]. Заметное влияние на изменение рабочих параметров шины имеет отклонение давления от нормы, исчисляемое даже сотыми долями МПа, что сложно отследить визуально, и поэтому часть отклонений остаются незамеченными и неоткорректированными.

Цель статьи

Анализ значимости влияния внутреннего давления воздуха в шине на эффективность выполнения заданных функций эластичным колесом автомобиля.

Основной раздел

На эксплуатационные свойства автомобиля влияет представительное множество факторов, которое визуализировано с помощью граф – модели, приведенной на рис. 1.

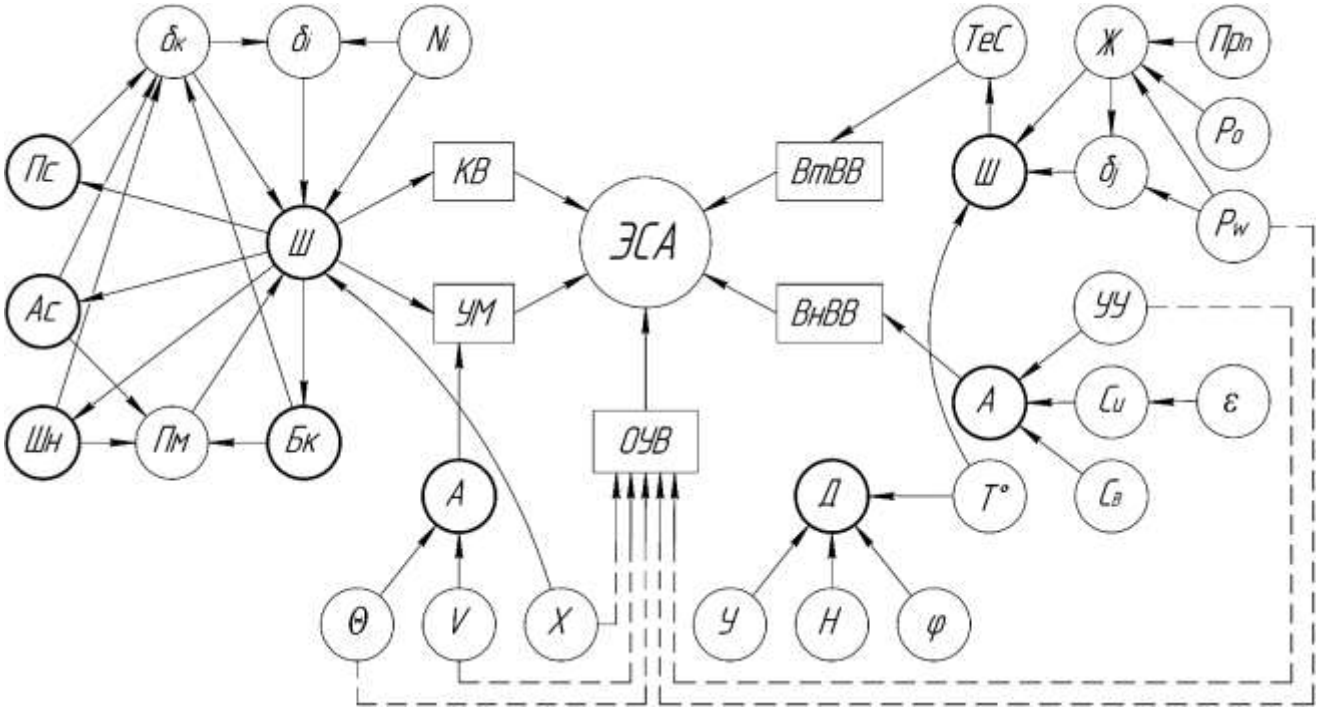


Рис. 1. Граф-модель, состоит из множества факторов, значительно влияющих на эксплуатационные свойства автомобиля

Каналы (обозначены в прямоугольниках) показывают направление действия: ВтВВ – внутренних возмущающих воздействий, ВнВВ – внешних возмущающих воздействий, ОУВ – оперативных управляющих воздействий, КВ – конструкторских воздействий, УМ – усовершенствования материалов. Объекты (окружности выполнены линией основного контура) визуализируют различные шины: Ш – обычная; Бк – с бионическим контактом с опорной поверхностью, Ас – с асимметричным рисунком протектора, Пс – со структурой «паутинная сетка», Шн – непневматическая; другие объекты: А – автомобиль, Д – дорога. Характеристики обозначены: Ж и Ро – жесткость (интегральная), соответственно, шины с внутренним давлением воздуха и без него, ТеС– техническое состояние, Прп – процессы, действию которых подвержена шина, δi – увод i-той оси, δj – увод j-той шины, δк – увод к-го колеса асимметричной шины, Pw – внутреннее давление воздуха в шине, УУ – углы установки управляемых колес, Си – силы инерции, Св – сопротивление воздуха, φ – коэффициент сцепления, Н – неровности, У – уклон дороги, V – линейная продольная скорость автомобиля, θ – угол поворота колеса автомобиля,

X – продольная сила, Пм – стабилизующий (пяточный) момент, T° – температура, Ni – вертикальная нагрузка на i-тую ось (i = 1, 2), ε – смещение центра масс АТС.

Из множества факторов, влияющих на эксплуатационные свойства шин, особую важность имеет соблюдение внутреннего давления воздуха в шинах для скоростных автомобилей. При этом, чем с большей скоростью движется автомобиль, тем значимее влияние на устойчивость его движения различных значений давления воздуха в его шинах. При скорости 200 км/ч и более – малейшее отклонение давления в шинах может привести к потере устойчивости движения и поэтому оно недопустимо. По указанным причинам, американские правила безопасности движения предписывают (в качестве обязательного требования) оборудование автомобиля системой отслеживания давления в каждом колесе с выведением информации на приборную панель для обеспечения возможности постоянного контроля и, при необходимости, принятия незамедлительных мер по приведению давления в норму.

Столь большая чувствительность шин к величине внутреннего давления воздуха обусловлена эластичностью резинокордной оболочки, работа которой сопровождается деформацией стенок, а также внешним ее проскальзыванием в области контакта с дорогой, что является органически присущим выпуклому эластичному телу при его взаимодействии с плоской поверхностью жесткого опорного основания. В этом легко убедиться, если подложить под колесо автомобиля лист бумаги и рассмотреть его после снятия с колеса нагрузки – на листе можно наблюдать рельефные складки, свидетельствующие о проскальзывании контактирующей поверхности шин от периферии к центру. Величина этого проскальзывания, естественно, будет тем больше, чем больше кривизна контактирующей части протектора. По этой причине, поперечная кривизна протектора шины в его рабочем состоянии практически отсутствует, а эпюра поперечных сил приближается к прямоугольной, при некотором возрастании сил в крайних точках. Этим, в какой-то мере, удается снизить проскальзывание шины в поперечном направлении, однако избежать его в продольном направлении, по понятным причинам, не представляется возможным, хотя ослабить его можно, благодаря появлению радиальных шин. Эти шины содержат жесткий малодеформируемый в продольном направлении брекер, представляющий собой композит из резины и стального корда, нити которого ориентированы под небольшим углом к продольному направлению и поэтому придают протектору шины значительную окружную жесткость, что существенно снижает ее продольное скольжение обуславливая повышение износостойкости.

Следует заметить, что профиль шины при ее проектировании рассчитывается, а затем формируется в пресс-форме при вулканизации с учетом определенного внутреннего давления, и если его величина не будет соответствовать той, которая заложена при проектировании то и профиль шины получит искажение, что не может не отразиться на ее работе. В наибольшей степени это нарушение коснется протекторной ее части, т.е. того элемента, который контактирует с опорой и подвержен трению и износу. По этой причине ресурс шин оказывается весьма чувствительным к отклонению от предписанного рабочего давления. Чувствительным к отклонению внутреннего давления воздуха оказывается не только протектор, но и другие элементы шины: при пониженном давлении увеличивается деформация боковых стенок и плечевых зон протектора, возрастают изгибные напряжения боковин, крайне опасные для резинокордной оболочки, которая, к тому же, оказывается в зоне повышенных температур, обусловливающих ускоренное старение резины, что в совокупности может существенно снизить ресурс шины и тем в большей степени, чем больше будет отклонение внутреннего давление воздуха от рекомендуемого, что наглядно демонстрирует рис. 2, на котором дана зависимость ресурса (L) шины от ее внутреннего давления воздуха P_w.

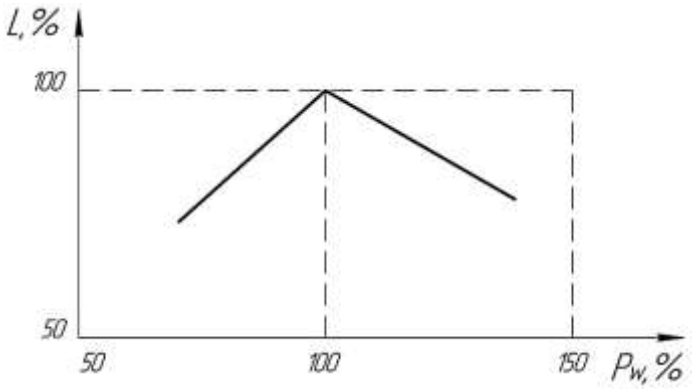


Рис. 2. Зависимость ресурса шины от давления воздуха в ней

Повышение давления, в пределах 0,01-0,02 МПа, является полезным при длительном движении по хорошим дорогам с большой скоростью, но давление должно быть обязательно понижено до нормы при работе автомобиля в обычных условиях эксплуатации, так как, в противном случае, будет иметь место ускоренное изнашивание протектора, а также неизбежен повышенный уровень напряжения в каркасе; также неизбежным станет повышенный уровень виброакустических колебаний, сопровождаемый опасностью самоотворачивания крепежных соединений.

При анализе роли давления воздуха в шине, следует иметь в виду, что сжатый воздух является тем невесомым упругим телом, благодаря наличию которого эластичная оболочка шины обретает свои жесткостные свойства, деформируясь при качении в радиальном направлении в пределах от 5 до 10%, что необходимо для эффективного подавления виброакустических колебаний, обеспечивая при этом минимально возможный уровень энергозатрат на качение. Более высокий уровень деформации в дополнение к указанным выше негативным последствиям, касающимся непосредственно пневматической шины, будет обусловливать существенное изменение передаточного отношения трансмиссии, оказывая негативное влияние на тяговые, скоростные характеристики и топливную экономичность автомобиля, что неприемлемо и недопустимо. Касаясь силовых факторов, которые формируют напряженно-деформируемое состояние колеса и определяют его прочностные характеристики, следует указать, что основным доминирующим силовым фактором для шины и обода колеса является внутреннее давление воздуха шины. По величине максимального давления, при котором разрушается шина и обод, судят о запасе прочности элементов автомобильного колеса. О величине суммарной осевой силы, действующей на боковую закраину обода колеса со стороны шины, показывает простой расчет по формуле:

$$N = P_w \pi \left(r_0^{\,2} - r_{об}^{\,2} \right),$$

где N – суммарная осевая сила;

Pw – давление воздуха в шине;

r_0 – радиус нулевой кривизны профиля шины;

$r_{об}$ – остаточный радиус обода колеса.

Для шины 260-20R автомобиля КамАЗ результаты расчета показывают, что суммарная осевая сила N, которая действует от шины на закраину обода при давлении воздуха 0,45 МПа достигает порядка 120 кН (12 т.с.), что достаточно для нанесения смертельной травмы при срыве бортового кольца в случае ошибки, допущенной в процессе сборки шины и обода. По этой причине, монтажно-демонтажные операции шин и колес должны осуществляться в специальных металлических клетях. В случае необходимости выполнения этих операций в полевых условиях, в целях избежания травмирования, накачка воздуха шин должна производиться в положении колеса, обращенного своей замочной частью в сторону, противоположную от оператора,

что является одним из важнейших предписаний по технике безопасности для обслуживающего персонала.

Вывод

В заключение, следует еще раз подчеркнуть, что уровень давления воздуха в шине, как один из основных и чрезвычайно важных параметров автомобильного колеса, должен неукоснительно соблюдаться и находиться под систематическим контролем, так как этой, не столь трудоемкой операцией могут быть вызваны огромные финансовые издержки и повышение аварийности при эксплуатации автомобильного подвижного состава (в случае отсутствия регулярного ежедневного контроля).

Список литературы

1. Балабин И.В., Путин В.А., Чабунин И.С. Автомобильные и тракторные колеса и шины. – МГТУ «МАМИ», 2012. – 920 с.

2. Макаров В.А. Особливості експлуатації та випробування еластичної шини автомобіля: монографія / В.А. Макаров. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2010. – 150 с.

Анотація. *Нормативна величина тиску повітря в сучасних пневматичних автомобільних шинах визначає несучу властивість колеса й основні експлуатаційні властивості автомобіля. Представлений аналіз впливу відхилення внутрішнього тиску повітря від вимог технічних умов на значущі параметри еластичного колеса.*

Abstract. *The normative size of air pressure in modern motor-car pneumatics tyres determines bearing capacity of the wheel and basic operating properties of car. An influence analysis of internal air pressure deflection is brought from technical condition requirements for the meaningful parameters of elastic wheel.*

Стаття надійшла до редакції 18 жовтня 2012 р.

УДК 629.113

ВЕРБИЦКИЙ В.Г., д.ф.-м.н., профессор; БАННИКОВ В.А., к.т.н., доцент;
ЧЕРВЯКОВА Е.В., ассистент
Донецкая академия автомобильного транспорта;
БЕЛЕВЦОВА Н.Л., к.т.н., доцент
Государственный экономико-технологический университет транспорта, г. Киев

К ВОПРОСУ РЕАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ ВДОЛЬ ПРОГРАММНОЙ КРИВОЙ

Рассмотрена возможность реализации управляемого движения колесного экипажа по программной траектории, задаваемой в явном и в параметрическом виде; угол поворота управляемого колесного модуля является функцией кривизны программной траектории и текущих фазовых переменных модели экипажа.

Постановка проблемы

В реальных дорожных условиях водителю приходится довольно часто маневрировать в ограниченной дорожной обстановке. Поэтому важно, владея информацией о форме безопасного коридора для движения, реализовать траекторию движения автомобиля приближенную при данных условиях к теоретической.

Траектория маневрирования может быть представлена совокупностью криволинейных участков, которые можно аппроксимировать, например, простейшими переходными кривыми. Развитие компьютерных технологий упрощает процесс графического построения программных траекторий.

При исследовании динамики плоскопараллельного движения автомобиля немаловажным аспектом является синтез управления (закон управления колесным модулем) для обеспечения безопасного движения близкого к программной траектории, что требует построения алгоритма и способов формирования управляющих воздействий на колесный модуль. Задача реализации синтеза управления является актуальной в теории и практике колесных экипажей в виду стремительного развития электронных систем управления.

Анализ последних исследований и публикаций

В работе [1] рассмотрена реализация закона управления на основе информации о геометрических характеристиках (кривизны траектории) программной кривой. Также известны подходы, использующие управления с обратной связью (PID-контроль) [2-3]. В данной работе рассматривается подход к задачам маневрирования аналогичный работе [1].

Цель статьи

Рассматривается задача реализации управляемого движения автомобиля по геометрическим характеристикам программной траектории (по известному закону изменения курсового угла программной траектории).

Основной раздел

Рассматривается плоская велосипедная модель движения автомобиля, имеющего постоянную составляющую скорости центра масс. Закон изменения угла поворота колесного модуля определяется из равенства радиусов кривизны реальной и теоретической кривых. В этом случае угол поворота управляемого колесного модуля является функцией кривизны программной траектории и текущих фазовых переменных модели экипажа.

Положение системы определяется координатами центра масс x_C, y_C; курсовым углом ψ; v, u – продольной и поперечной проекциями скорости центра масс на оси Кенига; ω – угловой скоростью относительно вертикальной оси. Модель учитывает воздействие линейных боковых сил увода Y_i, которые согласно аксиоматики Рокара определяются соотношениями

$$Y_i = k_i \delta_i,\ i = 1,2,$$

где углы увода

$$\delta_1 = \theta - \frac{u + a\omega}{v}; \quad \delta_2 = \frac{-u + b\omega}{v}.$$

Изменения боковой составляющей скорости центра масс и угловой скорости экипажа описывается динамическими уравнениями в подвижной системе координат с началом в центре масс системы

$$\begin{aligned} m\left(\dot{u} + v \cdot \omega\right) &= Y_1 + Y_2; \\ J_Z \dot{\omega} &= aY_1 - bY_2; \end{aligned}$$ или

$$\begin{aligned}\dot{u} &= -v\cdot\omega + \frac{Y_1 + Y_2}{m},\\ \dot{\omega} &= \frac{aY_1 - bY_2}{J_Z}.\end{aligned} \tag{1}$$

Изменения декартовых координат центра масс и курсового угла определяются кинематическими уравнениями

$$\begin{aligned}\dot{x}_C &= v\cdot\cos\psi - u\cdot\sin\psi;\\ \dot{y}_C &= v\cdot\sin\psi + u\cdot\cos\psi;\\ \dot{\psi} &= \omega.\end{aligned} \tag{2}$$

Из геометрической картины положения центра кривизны и расположения проекций ускорения на оси подвижной системы следует правило определения нормального ускорения центра масс автомобиля (рис.1).

При этом величины проекций ускорений задаются соотношениями

$$a_x = \dot{v} - u\cdot\omega;$$

$$a_y = \dot{u} + v\cdot\omega;$$

$$a_\rho = a_x\cos\alpha - a_y\sin\alpha = (\dot{u} + v\cdot\omega)\frac{v}{\sqrt{u^2+v^2}} - (\dot{v} - u\cdot\omega)\frac{u}{\sqrt{u^2+v^2}} =$$

$$= \frac{\dot{u}v}{\sqrt{u^2+v^2}} - \frac{\dot{v}u}{\sqrt{u^2+v^2}} + \frac{v^2\cdot\omega}{\sqrt{u^2+v^2}} + \frac{u^2\cdot\omega}{\sqrt{u^2+v^2}} = \frac{\dot{u}v}{\sqrt{u^2+v^2}} - \frac{\dot{v}u}{\sqrt{u^2+v^2}} + \frac{V_C{}^2\cdot\omega}{\sqrt{u^2+v^2}}.$$

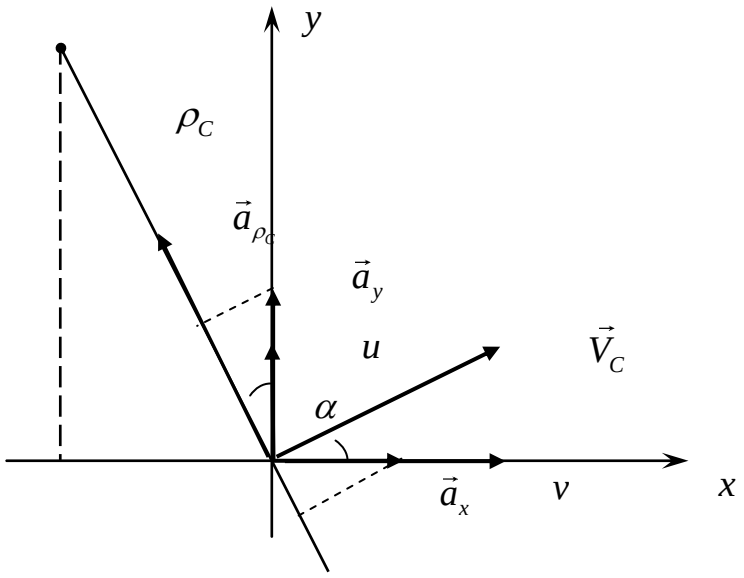


Рис. 1. Геометрическая схема положения центра кривизна

Так как $\frac{V_C{}^2}{\rho} = a_\rho$ и движение происходит с постоянной скоростью ($\dot{v} = 0$), имеем

$$\frac{1}{\rho_C}=\frac{V_C{}^2\omega}{V_C{}^2\sqrt{u^2+v^2}}+\frac{\dot{u}v}{V_C{}^2\sqrt{u^2+v^2}}=\frac{\omega}{\sqrt{u^2+v^2}}+\frac{\dot{u}v}{\sqrt{\left(u^2+v^2\right)^3}} \qquad (3)$$

Для управления движением по заданной траектории введем параметр – кривизну $Kr=\frac{1}{\rho_C}$. Чтобы автомобиль двигался вблизи программируемой траектории, должно выполняться условие $\rho^{\dot{O}}\approx\rho_C$. Скорость изменения курсового угла может быть представлена

$$\frac{1}{\rho^{\dot{O}}}=\frac{d\psi}{ds}=\frac{\dot{\psi}}{v},$$

т.е. $Kr=\frac{\dot{\psi}}{v}$.

Поскольку в формулу (3) входит угол поворота управляемых колес θ (входит в выражение угла увода на передней оси), разрешая уравнение (3) относительно θ, имеем

$$\theta=\frac{-\omega mu^2+k_1\left(u+a\omega\right)+k_2\left(u-b\omega\right)+Krm\sqrt{\left(u^2+v^2\right)^3}}{k_1v}.$$

Система дифференциальных уравнений, определяющая программную траекторию, имеет вид

$$\begin{cases}\dot{\psi}=\dot{\psi}(t)\\ \dot{x}=v\cdot\cos\psi\\ \dot{y}=v\cdot\sin\psi\end{cases} \qquad (4)$$

Предполагается, что скорость движения вдоль программной траектории совпадает с продольной скоростью центра масс автомобиля. В расчетах приняты следующие численные значения параметров системы, а также задан закон изменения курсового угла $\dot{\psi}(t)$:

$m=1317\,кг$; $J_Z=3050\,кг{\cdot}м^2$; $a=2{,}3\,м$; $b=2{,}7\,м$; $k_1=23000\,Н/рад$; $k_2=15000$ $Н/рад$; $g=9{,}8\,м/с^2$; $v=5$ $м/с$; $\dot{\psi}(t)=0{,}3\cdot\sin t$.

Начальные условия зависят от вида программной траектории:

$x_C(0)=x(0)=0$; $y_C(0)=y(0)=0$; $u(0)=0$; $\omega(0)=0$.

Численное интегрирование системы дифференциальных уравнений (1) – (2) и (4) дает возможность получить графики реальной (рис.2) и программной траекторий (рис.3) для последующего их сопоставления (рис.4).

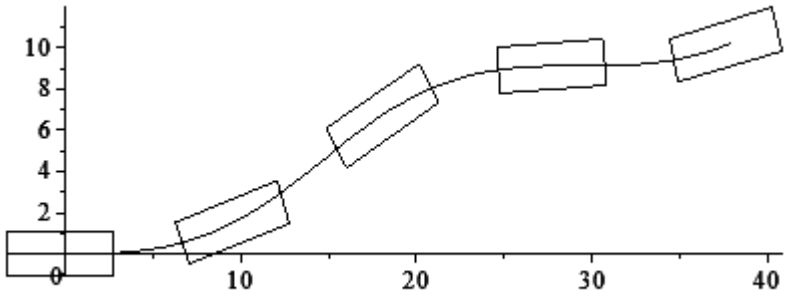


Рис. 2. Траектория движения автомобиля

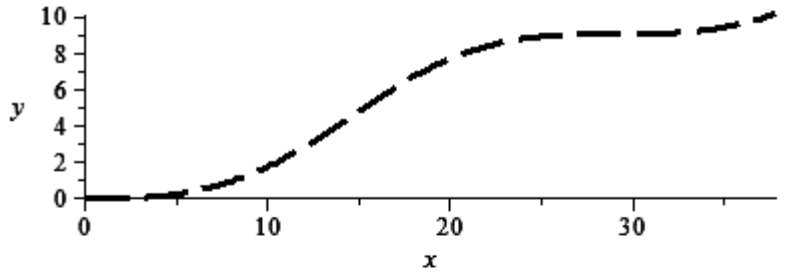


Рис. 3. Программируемая траектория

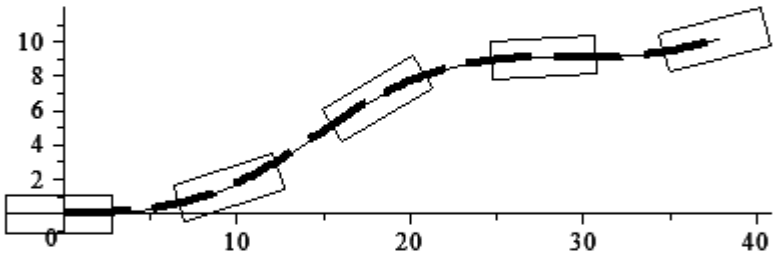


Рис. 4. Сопоставление траекторий

Рассмотрим случай, когда программная траектория задана в виде некоторой явной функции $y=y(x)$, тогда закон изменения курсового угла $\psi=\text{arctg}(y'_x)$. Скорость изменения курсового угла составит

$$\dot{\psi}=\frac{v\cdot y''_{xx}}{\left(1+(y'_x)^2\right)^{3/2}}$$

После подстановки в систему (4) и ее численного интегрирования получает кривая, совпадающая с программной траекторией.

В качестве $y=y(x)$ были проверены траектории некоторых маневров: переставка ($y=\text{arctg}\,x$) (рис. 5), поворот на 90° ($y=-\sqrt{R^2-x^2}+R$) (рис. 6) и переходная кривая – кубическая парабола ($y=\frac{x^3}{6c^2}$) (рис.7).

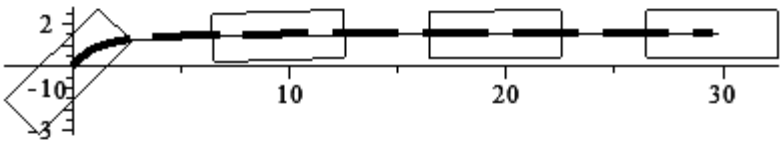


Рис 5. Реальная и программная траектории маневра переставки

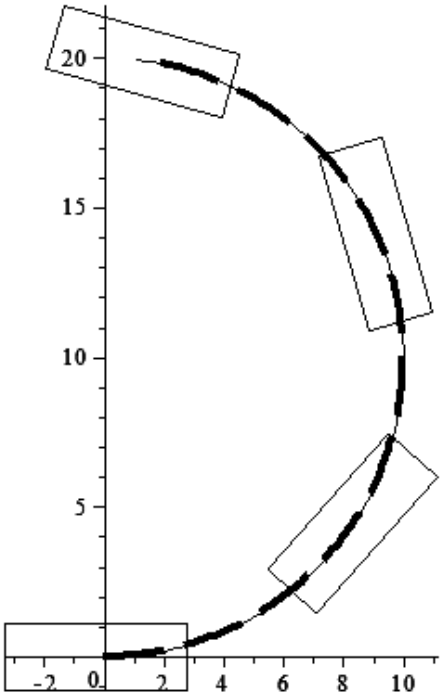


Рис. 6. Реальная и программная траектории поворота на 90° **при** $R=10$

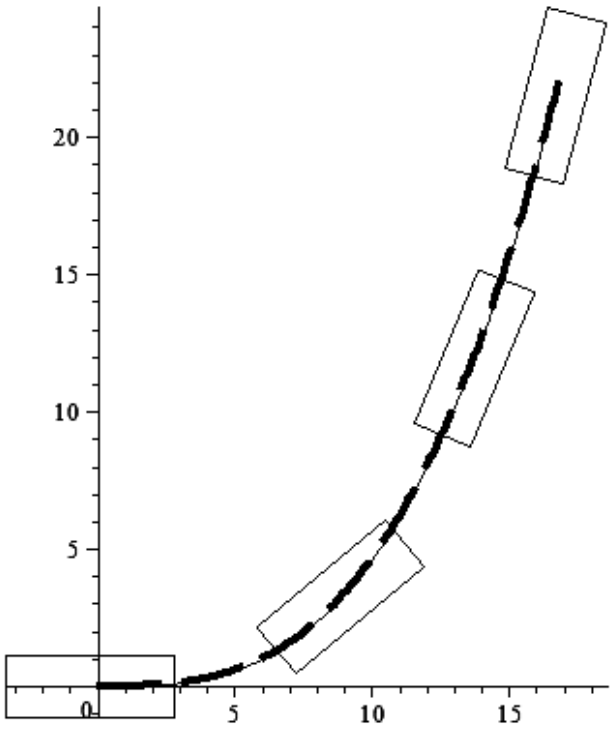


Рис. 7. Реальная и программная траектории при движении по параболе при $c=6$

Таким образом, расчеты указывают на возможность реализации управляемого движения, совпадающего с заданной программной траекторией. При этом сама программная траектория может быть задана как в явном виде, так и в параметрической форме.

Список литературы

1. В.І. Павлюк. Моделювання неусталеного криволінійного руху автомобіля // Наукові нотатки. – Луцьк ЛНТУ, 2010. – Випуск 28. – С.374-379.

2. J. Zhong PID Controller Tuning: a short tutorial. Mechanical Engineering, Purdue University.Spring, 2006.

3. J. Ryu, H.-S.Kim and J.-H. Kim An Emergency Obstacle Avoidance Control Strategy for Automated Highway Vehicle. Vehicle System Dynamics 38 (2002), pp. 319-339.

Анотація. *Розглянуто можливість реалізації керованого руху колісного екіпажа по програмній траєкторії, що задається в явному й у параметричному виді; кут повороту керованого колісного модуля є функцією кривизни програмної траєкторії й поточних фазових змінних моделі екіпажа.*

Abstract. *The possibility of realization of the obtained wheeled vehicle for program trajectory, given the explicit and parametric form, the angle the steering wheel module is a function of the curvature of the trajectory of the program and the current phase of model variables crew.*

Стаття надійшла до редакції 24 жовтня 2012 р.

УДК 629.113

САХНО В.П., д.т.н., професор; ПОЛЯКОВ В.М., к.т.н., доцент,
Національний транспортний університет, м. Київ;
ГЛІНЧУК В.М., к.т.н.,
Національний університет водного господарства природокористування, м. Рівне

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТРИЛАНКОВОГО АВТОПОЇЗДА В ПОВЗДОВЖНІЙ ВЕРТИКАЛЬНІЙ І ПОПЕРЕЧНІЙ ПЛОЩИНАХ

Для триланкового автопоїзда прийнято, що сили взаємодії в опорно-зчіпному і тягово-зчіпному пристроях не впливають на перерозподіл навантажень по бортах ланок автопоїзда. Тому триланковий автопоїзд розглянуто як три системи – тягач, підкатний візок і напівпричіп, що креняться незалежно. Для такої системи отримані рівняння руху в повздовжній і поперечній площині.

Постановка проблеми.

Основу триланкових автопоїздів, що сьогодні знаходяться в експлуатації, складають автомобілі-тягачі компанії Scania, а також причіпна техніка компанії Krone– тривісні напівпричепи SD-27, дво- тривісні причепи з наближеними осями ZZ-18 (ZZ-27), дво- тривісні причепи з рознесеними осями з передньою поворотною віссю AZ-18 (AZ-27), двовісний підкатний візок «Dolly».

Аналіз компонувальних схем сучасних триланкових автопоїздів, які побудовані за модульним принципом, показує, що будь-яка компонувальна схема може бути приведена до схеми з напівпричепом на підкатному візку (у подальшому автопоїзд). Такий автопоїзд складається з автомобіля-тягача, підкатного візка (dolly) і тривісного напівпричепа.

Загальна маса таких автопоїздів складає 60 т, а довжина понад 25 м. Такий автопоїзд, з погляду кінематики, трансформується у схему триланкового сідельно-причіпного автопоїзда, коли напівпричіп опирається на сідельно-зчіпний пристрій тягача, а підкатний візок перетворюється в причіп; у схему "B-double", коли підкатний візок трансформується в напівпричеп; у схему з двома причепами, коли підкатний візок і напівпричеп трансформуються в причепи (сьогодні така схема майже не використовується через низькі показники стійкості руху).

При дослідженні маневреності автопоїзда [1] було розглянуто плоскопаралельний рух його ланок. При цьому вважалося, що нормальні реакції опорної поверхні на колеса правого і лівого борту однакові. Рух автопоїзда у перехідних режимах може призвести до суттєвої зміни реакцій опорної поверхні на колеса його ланок. Тому метою роботи є розробка математичної моделі автопоїзда в повздовжній вертикальній і поперечній площинах для визначення показників стійкості руху.

Основна частина.

Зв′язок між підресореними і непідресореними масами реальної конструкції автопоїзда здійснюється за допомогою пружних і демпфуючих пристроїв, а між непідресореними масами і дорогою – через шини, які характеризуються одночасно і пружними і демпфуючими властивостями. За відносно невеликих швидкостей руху автопоїзда в умовах маневрування можна вважати, що переміщення підресорених і непідресорених мас здійснюються синхронно, при цьому має місце ніби статичне стискання елементів підвіски і шин при незначному опорі амортизаторів [2]. За таких обставин можна припустити, що маси кістяка і візка можна розглядати як одну масу і що підресорені маси здійснюють коливання на пружних елементах з приведеною жорсткістю. Тоді з використання загальноприйнятих позначень розрахункову схему, що еквівалентна триланковому причіпному автопоїзду на підкатному візку у повздовжній площині можна представити у вигляді (рис.1):

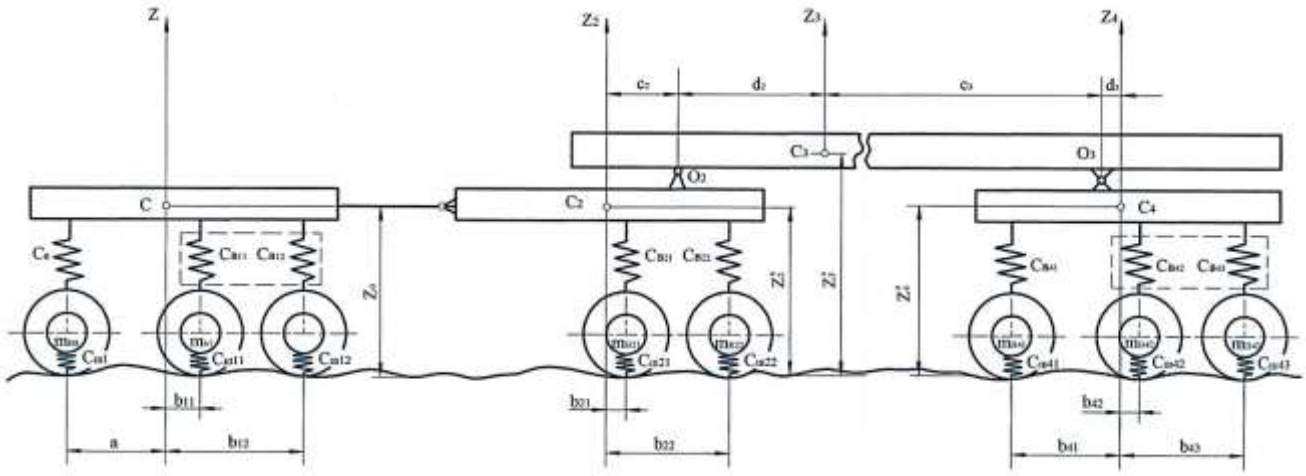


Рис.1. Схема триланкового причіпного автопоїзда на підкатному візку

У випадку, що розглядається, сили взаємодії в опорно-зчіпному і тягово-зчіпному пристроях не впливають на перерозподіл навантажень по бортах ланок автопоїзда. Тому досить складну систему – триланковий причіпний автопоїзд на підкатному візку можна розглядати як три системи – тягач, підкатний візок і напівпричіп, що креняться незалежно. При цьому вважається також, що вісь крену кожної ланки паралельна опорній поверхні, а рух ланок автопоїзда у вертикальній площині по кутам галопування (тангажу, диференту) та крену впливають на боковий рух, в першу чергу, і в основному шляхом зміни вертикальних навантажень на колеса, змінюючи тим самим вертикальні реакції опорної поверхні. У відповідності до цієї концепції і було проведено розмежування руху на боковий і поздовжньо-поперечний [2]. У цій же роботі розглянута методика складання рівнянь руху дволанкового сідельного автопоїзда у поздовжній вертикальній і поперечній площинах. Використовуючи наведену методику, рівняння руху ланок

автопоїзда, що описують вертикальне переміщення центру мас, галопування та крен записані у вигляді:

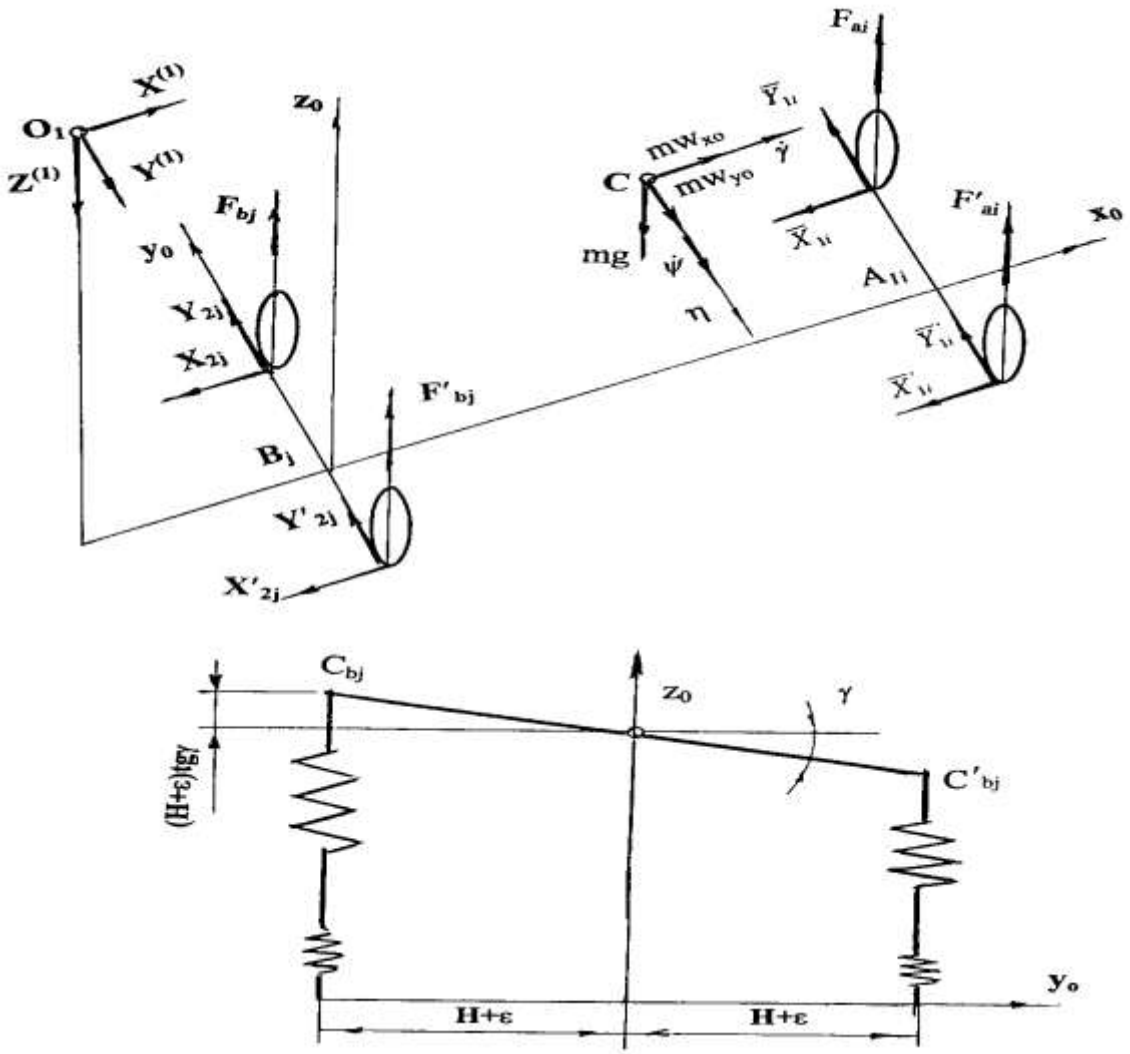


Рис.2. Схема сил, що діють на автомобіль-тягач у положенні динамічної рівноваги

– *для автомобіля-тягача* (рис. 2):

$$m\ddot{z} = -\tilde{z}^{(1)} + \sum_{i=1}^{n1} q_{1i}[2z_{ai}^{o} - (z_{ai} + z'_{ai})] + \sum_{j=1}^{n2} q_{2j}[2z_{bj}^{o} - (z_{bj} + z'_{bj})];$$

$$I\ddot{\psi} = c\tilde{Z}_1 + \sum_{i=1}^{n1} a_i q_{1i}[2z_{ai}^{o} - (z_{ai} + z'_{ai})] - \sum_{j=1}^{n2} b_j q_{2j}[2z_{bj}^{o} - (z_{bj} + z'_{bj})] -$$

$$-[\sum_{i=1}^{n1}(\bar{X}_{1i} + \bar{X}'_{1i}) + \sum_{j=1}^{n2}(X_{2j} + X'_{2j})]z - X^{(1)}(z_{o1} - z) -$$

$$-\varepsilon\sum_{i=1}^{n1}\{F_{ai}^{o}(\sin\theta_i - \sin\theta'_i) + q_{1i}[z_{ai}^{o}(\sin\theta_i - \sin\theta'_i) - (z_{ai}\sin\theta_i - z'_{ai}\sin\theta'_i)]\};$$

$$I_{Xo}\ddot{\gamma} = -Y^{(1)}(z_{o1} - z) + (H + \varepsilon)\sum_{j=1}^{n2} q_{2j}(z'_{bj} - z_{bj}) + H\sum_{i=1}^{n1} q_{1i}(z'_{ai} - z_{ai}) +$$

$$+\varepsilon\sum_{i=1}^{n1}\{F^o_{ai}(\cos\theta_i - \cos\theta'_i) + q_{1i}[z^o_{ai}(\cos\theta_i - \cos\theta'_i) - (z_{ai}\cos\theta_i - z'_{ai}\cos\theta'_i)]\} + \quad (1)$$

$$+[\sum_{i=1}^{n1}(\bar{Y}_{1i} + \bar{Y}'_{1i}) + \sum_{j=1}^{n2}(Y_{2j} + Y'_{2j})]z.$$

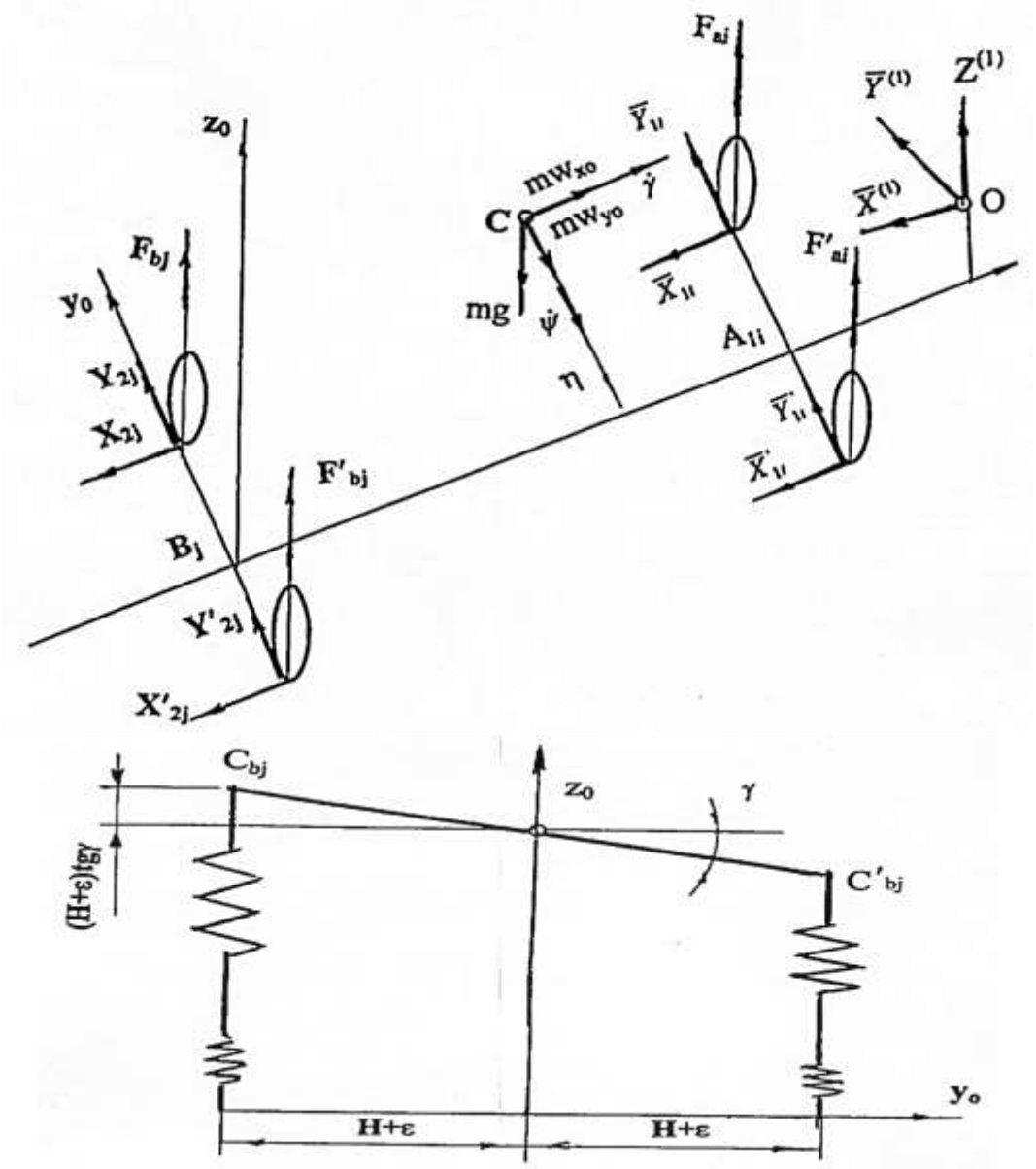


Рис.3. Схема сил, що діють на підкатний візок у положенні динамічної рівноваги

– *для підкатного візка(причепа)*(рис.3):

$$m_2\ddot{z}_{C2} = -Z^{(2)} - m_2 g + \sum_{i=1}^{n2}(F_{ai} + F'_{ai}) + \sum_{j=1}^{n2}(F_{bj} + F'_{bj})$$

$$I_2\ddot{\psi}_2 = Z^{(2)}d - \bar{X}^{(2)}(z_{C2} - z_{o2}) - \sum_{j=1}^{n2}(F_{bj} + F'_{bj})b_j - [\sum_{i=1}^{n2}(\bar{X}_{ai} + X'_{ai})]z_{C2}$$

$$+\sum_{i=1}^{n2}(F_{ai}a_i + F'_{ai}a_i); \qquad (2)$$

$$I_{X2}\ddot{\gamma}_2 = -Y^{(2)}(z_{o2} - z_{C2}) + \sum_{j=1}^{n2}[F_{bj}(H+\varepsilon) - F'_{bj}(H-\varepsilon)] + \sum_{i=1}^{n2}[F_{ai}(H+\varepsilon) - F'_{ai}(H-\varepsilon)$$

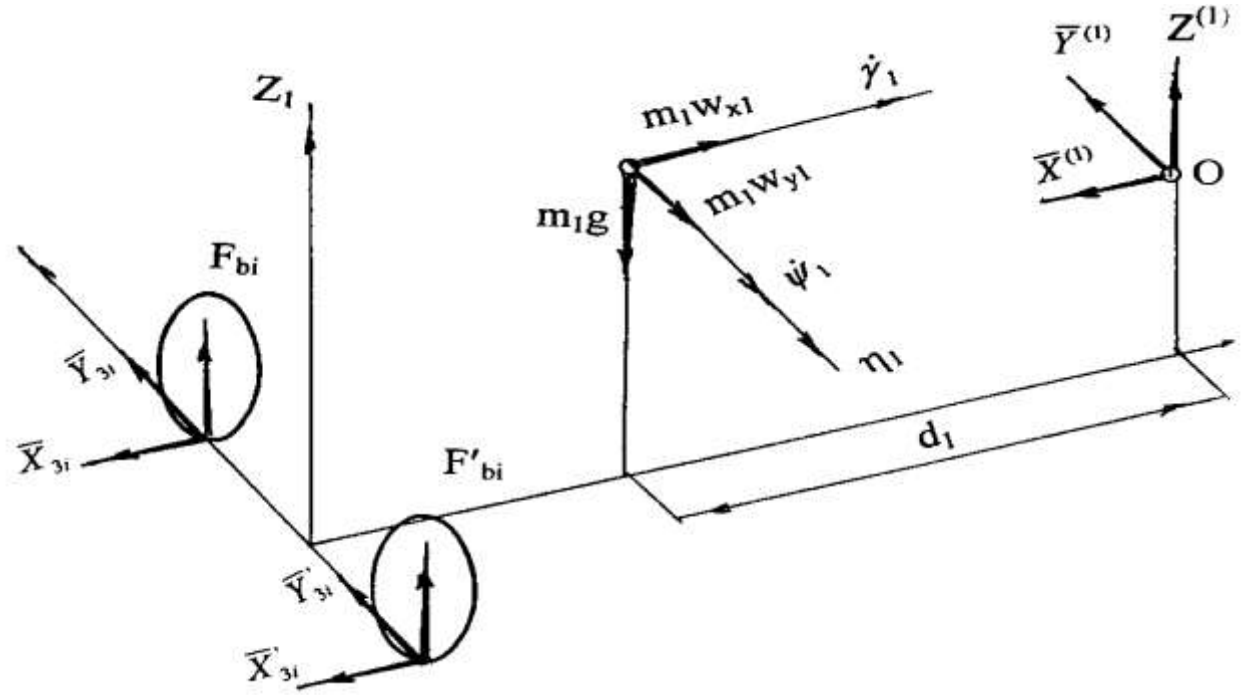


Рис.4. Схема сил, що діють на напівпричіп у положенні динамічної рівноваги

– для напівпричепа (рис. 4)

$$m_4\ddot{z}_{C4} = -\tilde{Z}^{(2)} + 2\sum_{\rho=1}^{n3}c_{b1iш}[h_{C4} - z_{C4} - b_{4i}(tg\psi_{4o} - tg\psi_4)] + \tilde{Z}^{(4)}$$

$$I_4\ddot{\psi}_4 = c_3\tilde{Z}^{(2)} + (z_{C3} - z_{o2})X^{(2)} - z_{C3}\sum_{\rho=1}^{n3}(\bar{X}_{3\rho} + \bar{X}'_{3\rho}) + \tilde{Z}_4d_1 - \bar{X}^{(4)}(z_{C3} - z_{o4}) -$$

$$-2\sum_{i=1}^{n3}b_{4\rho}c_{b4\rho ш}[h_{C3} - z_{C2} - b_{4i}(tg\psi_{4o} - tg\psi_4)] - H_4^2\cos\psi_4 tg\gamma_4\sum_{\rho=1}^{n3}c_{b4\rho ш}\sin 2\theta_{43}$$

$$(3)\ I_{x4}\ddot{\gamma}_4 = Y^{(4)}(z_{o4} - z_{C3}) - H_4^2\cos\psi_4 tg\gamma_4\sum_{\rho=1}^{n=3}c_{b4\rho ш}\cos^2\theta_{43} + z_{C3}\sum_{\rho=1}^{n=3}(\bar{Y}_{3\rho} + \bar{Y}'_{3\rho}) + \bar{Y}^{(4)}(z_{C4} - z_{o3}),$$

У рівняннях 1-3 прийняті такі позначення:

$2m_{ai}$, $2m_{bj}$ – непідресорені маси *i*-ої передньої і *j*-ої задньої підвісок;

c_{1i}, c_{2j}, $c_{1iш}$, $c_{2jш}$ – відповідно радіальні жорсткості підвісок і шин;

f_{ai}, f_{bj} – статичні прогини підвісок;

λ^o_{ai} λ^o_{bj} – вертикальні деформації шин; F^o_{ai} F^o_{bj} – вертикальні реакції *i*-ої передньої і *j*-ої задньої опор на остов тягача;

I_i, I_{Xoi} – моменти інерції ланок автопоїзда щодо поперечної та поздовжньої осей, що проходять через центр мас;

Ψ_i, γ_i – кути галопування і крену ланок автопоїзда;

φ_i – кут складання автопоїзда.

l_{ai}, l_{bj} – висота розташування відповідних точок C_{ai} і C_{bj}(рис.5) над опорною поверхнею при недеформованих підвісках і шинах.

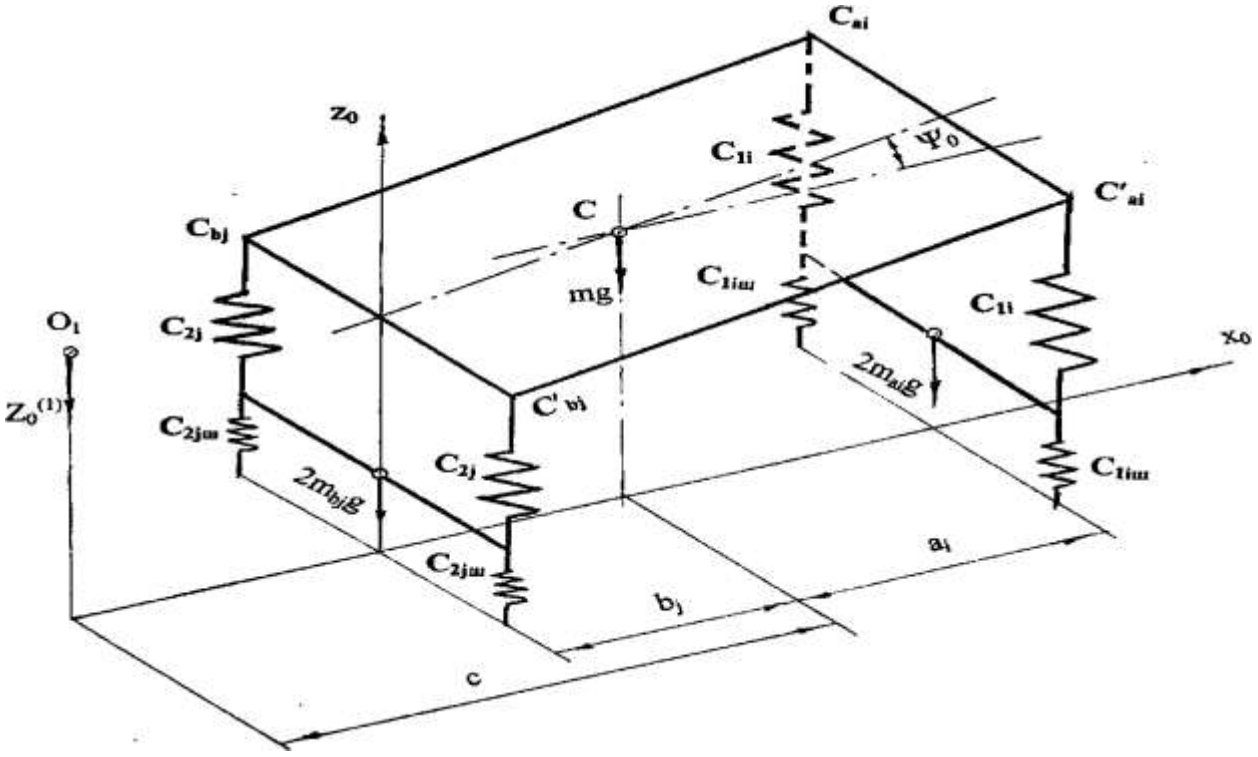


Рис.5. До визначення положення статичної рівноваги автомобіля-тягача

У положенні статичної рівноваги аплікати цих точок визначаються як:

$$z^o_{ai} = l_{ai} - (f_{ai} + \lambda^o_{ai}) = z_o + a_i \times tg\psi_o ,$$

$$z^o_{bi} = l_{bi} - (f_{bj} + \lambda^o_{bj}) = z_o - b_j \times tg\psi_o , \qquad (4)$$

де $f_{ai} = \dfrac{l_{ai} - \dfrac{m_{ai} \times g}{c_{1iш}} - z_o - a_i \times tg\psi_o}{1 + \dfrac{c_{1i}}{c_{1iш}}}$, $f_{bj} = \dfrac{l_{bj} - \dfrac{m_{bj} \times g}{c_{2jш}} - z_o + b_j \times tg\psi_o}{1 + \dfrac{c_{2j}}{c_{2jш}}}$,

$$\lambda^o_{ai} = \frac{c_{1i} \times f_{ai} + m_{ai} \times g}{c_{1iш}} \qquad \lambda^o_{obj} = \frac{c_{2j} \times f_{bj} + m_{bj} \times g}{c_{2jш}} \qquad (5)$$

$$F_{ai} = c_{1i} f_{ai} + q_{1i} (z^o_{ai} - z_{ai}), F_{bj} = c_{2j} f_{bj} + q_{2j} (z^o_{bj} - z_{bj}), \qquad (6)$$

де $q_{1i} = \dfrac{c_{1i} \times c_{1iш}}{c_{1i} + c_{1iш}}$

$q_{2j} = \dfrac{c_{2j} \times c_{2jш}}{c_{2j} + c_{2jш}}$ – жорсткості двох послідовно з'єднаних пружних елементів-підвіски та шин;

$Z_{1i} = Z^o_{1i} + q_{1i}(z^o_{ai} - z_{ai}),(i=1,2,..n)$

$Z_{2j} = Z^o_{2j} + q_{2j}(z^o_{bj} - z_{bj}),(j=1,2,..n)$ – вертикальні реакції на колеса лівого борту;

$Z'_{1i} = Z^o_{1i} + q_{1i}(z^o_{ai} - z'_{ai}),(i=1,2,...n)$

$Z'_{2j} = Z^o_{2j} + q_{2j}(z^o_{bj} - z'_{bj}),(j=1,2,..n)$ – вертикальні реакції на колеса правого борту,

де $Z^o_{1i} = c_{1i} f_{ai} + m_{ai} g,$

$Z^o_{2j} = c_{2j} f_{bj} + m_{bj} g$

$Z^{(1)} = Z'_o + \tilde{Z}_1$ – реакція в опорно-зчіпному пристрої;

$\bar{X}^{(2)} = X^{(2)} \cos\phi_1 + Y^{(2)} \sin\phi_1;$ $\bar{Y}^{(2)} = -X^{(2)} \sin\phi_1 + Y^{(2)} \cos\phi_1;$

$Z^{(4)} = Z^{(4)}_o + \tilde{Z}^{(4)};$ $\bar{X}^{(4)} = X^{(4)} \cos\phi_2 + Y^{(4)} \sin\phi_2;$

$\bar{Y}^{(4)} = -X^{(4)} \sin\phi_2 + Y^{(4)} \cos\phi_2;$

$\bar{X}_{3\rho} = X_{3\rho} \cos\theta_{4\rho} - Y_{3\rho} \sin\theta_{4\rho};$ $\bar{Y}_{3\rho} = X_{3\rho} \sin\theta_{4\rho} + Y_{3\rho} \cos\theta_{4\rho};$

$\bar{X}'_{3\rho} = X'_{3\rho} \cos\theta_{4\rho} - Y'_{3\rho} \sin\theta_{4\rho};$ $\bar{Y}'_{3\rho} = X'_{3\rho} \sin\theta_{4\rho} + Y'_{3\rho} \cos\theta_{4\rho}.$ (7)

З урахуванням виразів (4–7) рівняння руху триланкового причіпного автопоїзда на підкатному візку записуються у вигляді:

– по змінній z

$$(m + m_1 + m_2)\ddot{z} + (m_1 + m_2)\ddot{\psi}(c \times \cos\psi + h \sin\psi) + \{(m_1 d_1 + m_2 l_1)\cos\psi_2 +$$
$$+[m_1 h_1 + m_2(h_1 - h_2)]\sin\psi_2\}\ddot{\psi}_2 + m_2\ddot{\psi}_4(d_2 \cos\psi_4 + h_3 \sin\psi_4) =$$
$$= (m_1 + m_2)\dot{\psi}_4^2(h\cos\psi - c\sin\psi) + \{[m_1 h_1 + m_2(h_1 - h_2)]\cos\psi_2 -$$
$$-(m_1 d_1 + m_2 l_1)\sin\psi_2\}\dot{\psi}_2^2 + m_2(h_3 \cos\psi_4 - d_2 \sin\psi_4)\dot{\psi}_4^2 + 2\sum_{i=1}^{n1} q_{1i}[z^o_{ai} - z - a_i tg\psi - \frac{\varepsilon}{2}\cos\psi tg\gamma] +$$
$$+2\sum_{j=1}^{n2} q_{2j}(z^o_{bj} - z - b_j tg\psi) + 2\sum_{\rho=1}^{n3} c_{b4\rho ш}[h_{C1} - z_{C3} - b_{4\rho}(tg\psi_{2o} - tg\psi_2)] +$$
$$+2\sum_{s=1}^{n4} q_{b2j}[z^o_{b2j} - z_{C2} - b_{2j} tg\psi_2 - \frac{\varepsilon_2}{2}(\cos\theta_{4\rho} - \cos\theta'_{4\rho})\cos\psi_4 tg\gamma_4].$$

– по змінній ψ

$$-(m_1+m_2)c\ddot{z}+[I+(m_1+m_2)c(c\times\cos\psi+h\sin\psi)]\ddot{\psi}+c\{(m_1d_1+m_2l_1)\cos\psi_2+$$
$$+[m_1h_1+m_2(h_1-h_2)]\sin\psi_2\}\ddot{\psi}_2+m_2c\ddot{\psi}_4(d_2\cos\psi_4+h_3\sin\psi_4)=$$
$$=-c(m_1+m_2)\dot{\psi}_4^2(h\cos\psi-c\sin\psi)-c\{[m_1h_1+m_2(h_1-h_2)]\cos\psi_2-$$
$$-(m_1d_1+m_2l_1)\sin\psi_2\}\dot{\psi}_2^2-m_2c(h_3\cos\psi_4-d_2\sin\psi_4)\dot{\psi}_4^2+$$
$$+2\sum_{i=1}^{n1}a_iq_{1i}[z_{ai}^o-z-a_itg\psi-\frac{\varepsilon}{2}\cos\psi tg\gamma]-2\sum_{j=1}^{n2}b_jq_{2j}(z_{bj}^o-z-b_jtg\psi)-$$
$$-2c\sum_{\rho=1}^{n3}c_{b4\rho w}[h_{C4}-z_{C3}-b_{4\rho}(tg\psi_{2o}-tg\psi_2)]-$$
$$-2c\sum_{s=1}^{n4}q_{b2j}[z_{b2j}^o-z_{C2}-b_{2j}tg\psi_4-\frac{\varepsilon_2}{2}\cos\psi_2tg\gamma_2]-X^{(2)}(h\cos\psi-c\sin\psi)-$$
$$-z[\sum_{i=1}^{n1}(X_{1i}+X'_{1i})+\sum_{j=1}^{n2}(X_{2j}+X'_{2j})]-\varepsilon\sum_{i=1}^{n1}\{F_{ai}^o(\sin\theta_i-\sin\theta'_i)\};$$

– по змінній γ

$$I_{Xo}\ddot{\gamma}=-Y^{(1)}(h\cos\psi-c\sin\psi)-2H\sum_{i=1}^{n1}q_{1i}[H+\frac{\varepsilon}{2}\cos\psi tg\gamma]-2\sum_{j=1}^{n2}q_{2j}(H+\varepsilon)^2\cos\psi tg\gamma+$$
$$+z[\sum_{i=1}^{n1}(Y_{1i}+Y'_{1i})+\sum_{j=1}^{n2}(Y_{2j}+Y'_{2j})]+\varepsilon\sum_{i=1}^{n1}[F_{ai}^o+q_{1i}z_{ai}^o+Z'_{ai}-Z_{ai}];$$

– по змінній ψ2

$$-(m_1d_1+m_2l_1)\ddot{z}+[(m_1d_1+m_2l_1)(c\times\cos\psi+h\sin\psi)]\ddot{\psi}+\{I_1+(m_1d_1^2+m_2l_1^2)\cos\psi_2+$$
$$+[m_1d_1h_1+m_2l_1(h_1-h_2)]\sin\psi_2\}\ddot{\psi}_2+m_2l_1\ddot{\psi}_4(d_2\cos\psi_4+h_3\sin\psi_4)=$$
$$=-(m_1d_1+m_2l_1)\dot{\psi}_4^2(h\cos\psi-c\sin\psi)-\{[m_1d_1h_1+m_2l_1(h_1-h_2)]\cos\psi_2-$$
$$-(m_1d_1^2+m_2l_1^2)\sin\psi_2\}\dot{\psi}_2^2-m_2l_1(h_3\cos\psi_4-d_2\sin\psi_4)\dot{\psi}_4^2+(h_2\cos\psi_2+c_1\sin\psi_2)X^{(2)}-$$
$$-z_C\sum_{\rho=1}^{n3}[(X_{3s}+X'_{3s})-(h_1\cos\psi_2-d_1\sin\psi 2)(X^{(2)}\cos\phi_1+Y^{(2)}\sin\phi_1)-$$
$$-(h_1\cos\psi_2-d_1\sin\psi_2)(X^{(2)}\cos\psi+Y^{(2)}\sin\psi)-[\sum_{i=1}^{n1}(b_{1i}+d_1)c_{b1iw}[h_{C1}-z_{C1}-b_{1i}(tg\psi_{2o}-tg\psi_2)]-$$
$$-2l_1\sum_{s=1}^{n4}q_{b2s}[z_{b2s}^o-z_{C2}+b_{2s}tg\psi_4-\frac{\varepsilon}{2}(\cos\theta_{43}-\sin\theta'_{43})\cos\psi_4tg\gamma_4]-H_1^2\cos\psi_2tg\gamma_2\sum_{\rho=1}^{n3}c_{b4\rho w}\sin 2\theta_{43};$$

– по змінній ψ_4

$$-m_2d_2\ddot{z}+m_2d_2(c\times\cos\psi+h\sin\psi)]\ddot{\psi}+[I_2+m_2d_2(d_2\cos\psi_4+h_3\sin\psi_4]\ddot{\psi}_4+$$
$$+m_2d_2[l_1\cos\psi_2+(h_1-h_2)\sin\psi_2]\ddot{\psi}_2=$$
$$=-m_2d_2)\dot{\psi}_4^2(h\cos\psi-c\sin\psi)-m_2d_2[(h_1-h_2)\cos\psi_2-l_1\sin\psi_2]\dot{\psi}_2^2-$$
$$-m_2d_2(h_3\cos\psi_4-d_2\sin\psi_4)\dot{\psi}_4^2-(h_3\cos\psi_4-d_2\sin\psi_4)(X^{(4)}\cos\phi_2+$$
$$+Y^{(4)}\sin\phi_2)-z_{C2}\sum_{s=1}^{n4}[(X_{4s}\cos\theta_{2s}+X'_{4s}\cos\theta'_{2s}-Y_{4s}\sin\theta_{2s}-Y'_{4s}\sin\theta'_{2s})-$$
$$-2[\sum_{s=1}^{n4}(b_{2s}+d_2)q_{b2s}\times[z^o_{b2s}-z_{C2}-b_{2s}tg\psi_4-\frac{\varepsilon}{2}(\cos\theta_{2s}-\cos\theta'_{2s})\times\cos\psi_4tg\gamma_4]+$$
$$+\varepsilon_2\sum_{s=1}^{n4}\{F''^o_{b2s}(\sin\theta_{2s}-\sin\theta'_{2s})+q_{b2s}[(z^o_{b2s}-z_{b2s})\sin\theta_{2s}-(z^o_{b2s}-z'_{b2s})\sin\theta'_{2s};$$

– по змінній γ_2

$$I_{X2}\ddot{\gamma}_4=-Y^{(4)}(h_2\cos\psi_2+c_1\sin\psi_2)+(h_1\cos\psi_2-d_1\sin\psi_2)(Y^{(2)}\cos\phi_1-$$
$$-X^{(2)}\sin\phi_1)-\sum_{\rho=1}^{n3}c_{b4\rho ш}\cos^2\theta_{43}\times H_1^2\cos\psi_2tg\gamma_2\sum_{\rho=1}^{n3}c_{b4\rho ш}\cos^2\theta_{43}+$$
$$+z_C[\sum_{\rho=1}^{n3}(Y_{3\rho}+Y'_{3\rho})\cos\theta_{43}+(X_{3\rho}+X'_{3\rho})\cos\theta'_{43}];$$

– по змінній γ_4:

$$I_{X4}\ddot{\gamma}_4=-z_{C2}\sum_{s=1}^{n4}(Y_{4s}-Y'_{4s})+(h_3\cos\psi_4-d_2\sin\psi_4)(Y^{(4)}\cos\phi_2-X^{(4)}\sin\phi_2)$$
$$-2H_2\cos\psi_4tg\gamma_4\times\sum_{s=1}^{n4}q_{b2s}(H_2+\frac{\varepsilon_2}{2})+\varepsilon_2\sum_{s=1}^{n4}F^o_{b2s}+q_{b2s}(z^o_{b2s}+z'_{b2s})-z_{b2s}. \qquad (8)$$

Рівняння (8) описують рух триланкового причіпного автопоїзда на підкатному візку у вертикальній площині (поздовжній і поперечній) і мають у своєму складі дев′ять невідомих – узагальнюючі координати z, ψ, γ, ψ_1, γ_1, ψ_2, γ_2 та динамічні складові $\widetilde{Z}^{(1)}, \widetilde{Z}^{(2)}$ вертикальних реакцій в тягово-зчіпному та опорно-зчіпному пристроях.

При вивченні усталених рухів задача зводиться до аналізу кінцевих рівнянь (величини кутів крену і перерозподіл навантажень по бортах постійні). Для цієї мети запишемо рівняння динамічної рівноваги щодо опорних точок коліс одного борту, рис. 6. Отримаємо:

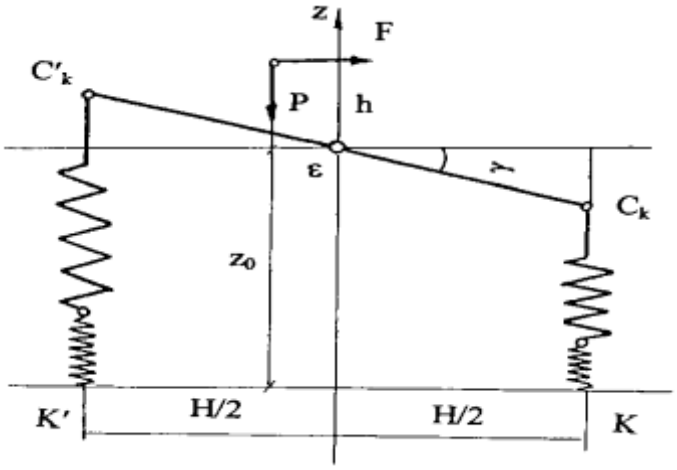


Рис.6. До визначення сил, що діють на ланку автопоїзда в усталеному русі

$$mom^{F}_{Kx0} = -P_n(0{,}5H + \varepsilon - h\sin\gamma_o) + F(z_o + \varepsilon tg\gamma + h\cos\gamma) + (F^1_A + F^1_{B1})H = 0$$

$$mom^{F}_{K2x2} = -P_{n2}(0{,}5H_2 + \varepsilon_2 - h_2\sin\gamma_2) + F_2(z_{o2} + \varepsilon_2 tg\gamma_2 + h_2\cos\gamma_2 + \sum_{j=1}^{3} F^1_{2j}H_2 = 0$$

$$mom^{F}_{Kx3} = -P_{n3}(0{,}5H_3 + \varepsilon_3 - h_3\sin\gamma_3) + F_3(z_{o3} + \varepsilon_3 tg\gamma_3 + h_3\cos\gamma_3) + (F^1_{A4s} + F^1_{B4s})H_3 = 0 \qquad (9)$$

У розгорнутому виді маємо

$$\begin{aligned}
&-P_n(0{,}5H + \varepsilon - h\sin\gamma_o) + F(z_o tg\gamma + h\cos\gamma) + H\{q^1_A(l_A - m_A g/C_{ш1} - z_o \\
&+ 0{,}5Htg\gamma) + q^1_{B1}[l^1_{B1} - m_{B1}g/(C_{ш11} + C_{ш12}) - z_o + 0{,}5H_1 tg\gamma]\} = \\
&= [F\varepsilon - 0{,}5H^2(q^1_A + q^1_{B1})]tg\gamma + P_n h\sin\gamma - P_n(0{,}5H + \varepsilon) + F(z_o + h\cos\gamma) + \\
&+ H[(l - z_o)(q^1_A + q^1_{B1}) - q^1_A m_A g/C_{ш1} - q^1_{B1}m_{B1}g/(C_{ш11} + C_{ш12})] = 0
\end{aligned} \qquad (10)$$

$$\begin{aligned}
&[F_2\varepsilon_2 - 0{,}5H_2^2(q^1_{B21} + q^1_{B2})]tg\gamma_2 + P_{n2}h_2\sin\gamma_2 - P_{n2}(0{,}5H_2 + \varepsilon_2) + F_2(z_{o2} + h_2\cos\gamma_2) + \\
&+ H_2[(l_2 - z_{o2})(q^1_{B21} + q^1_{B2}) - q^1_{B21}m_{B21}g/C_{ш21} - q^1_{B2}m_{B2}g/(C_{ш22} + C_{ш23})] = 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&-P_{n3}(0{,}5H_3 + \varepsilon_3 - h_3\sin\gamma_o) + F_3(z_{o3} + tg\gamma_4 + h_3\cos\gamma_4) + H_3\{q^1_{A4s}(l_{A3} - m_3 g/c_{ш4} - Z_2 \\
&+ 0{,}5H_3 tg\gamma_4) + q^1_{B3}[l^1_{B3} - m_{B3}g/(c_{ш1s} + C_{ш2s}) - Z_2 + 0{,}5H_3 tg\gamma_4]\} = \\
&= [F_3\varepsilon_3 - 0{,}5H_3^2(q^1_{A4} + q^1_{B4})]tg\gamma_4 + P_{n3}h_3\sin\gamma_4 - P_{n3}(0{,}5H_3 + \varepsilon_3) + F_3(Z_2 + h_3\cos\gamma_4) + \\
&+ H_3[(l - z_3)(q^1_{A4} + q^1_{B4}) - q^1_{A4}m_{A3}g/c_{ш41} - q^1_{B4}m_{B3}g/(c_{ш14} + c_{ш24})] = 0
\end{aligned}$$

Якщо прийняти, що $tg\gamma_o \approx \gamma_o$, $tg\gamma_2 \approx \gamma_2$, $tg\gamma_4 \approx \gamma_4$, $H_1 \approx H$, то другі рівняння системи (9) і (10) можна використовувати для визначення статичних значень кутів крену ланок

$$\gamma_o = \frac{-P_n(0{,}5H + \varepsilon) + H[(l - z_o)(q_A + q_{B1}) - q_A m_A g/C_{ш1} - q_{B1}m_{B1}g/(C_{ш11} + C_{ш12})]}{0{,}5H^2(q_A + q_{B1})} =$$

$$= \{l - z_o - <[0{,}5P_n + P_n\varepsilon/H + q_A m_A g/C_{ш1} + q_{B1}m_{B1}g/(C_{ш11} + C_{ш12})]/(q_A + q_{B1})>\} \times \frac{2}{H},$$

$$\gamma_o^{(2)} = \frac{-P_{n2}(0{,}5H_2 + \varepsilon_2) + H_2[l_2 - z_{o2}^{(2)})(q_{B21} + q_{B2}) - q_{B21}m_{B21}g / C_{ш21} - q_{B2}m_{B2}g /(C_{ш22} + C_{ш23})]}{0{,}5H_2^2(q_{B21} + q_{B2})} =$$

$$\{l_2 - z_o^2 - <[0{,}5P_{n2}\varepsilon / H_2 + q_{B21}m_{B21}g / C_{ш21} + q_{B2}m_{B2}g /(C_{ш22} + C_{ш23})]/(q_{B21} + q_{B22}) >\}\frac{2}{H_2} \qquad (11)$$

$$\gamma_o^{(4)} = \frac{-P_{n3}(0{,}5H_3 + \varepsilon_3) + H_3[(l_3 - z_o)(q_{A4} + q_{B4}) - q_{A4}m_{A3}g / c_{ш4} - q_{B4}m_{B3}g /(C_{ш41} + C_{ш42})]}{0{,}5H_3^2(q_{A4} + q_{B4})} =$$

$$= \{l - z_3 - <[0{,}5P_{n3} + P_{n3}\varepsilon_3 / H_3 + q_{A4}m_{A3}g / c_{ш3} + q_{B1}m_{B4}g /(c_{ш41} + c_{ш42})]/(q_{A4} + q_{B4}) >\} \times \frac{2}{H_3}.$$

Для того щоб одержати динамічні значення кутів крену γ, γ_2, γ_4, скористаємося різницею відповідних рівнянь (11) і останніх рівнянь систем (9). Отримаємо

$$mom_{KX0}^F - mom_{Kxo} = F\varepsilon tg\gamma - 0{,}5H^2(q_A + q_{B1})(tg\gamma - tg\gamma_o) + F(z_o + h\cos\gamma) +$$
$$+ Ph(\sin\gamma - \sin\gamma_o) = \gamma[F\varepsilon - 0{,}5H^2(q_A + q_{B1})] + 0{,}5H^2\gamma_o(q_A + q_{B1}) + F(z_o + h) = 0,$$

$$mom_{K2X2}^F - mom_{K2z2} = F_2\varepsilon_2 tg\gamma_2 - 0{,}5H_2^2(q_{B21} + q_{B2})(tg\gamma_2 - tg\gamma_o^{(2)}) + F_2(z_o^{(2)} +$$
$$+ h_2\cos\gamma_2) + P_2h_2(\sin\gamma_2 - \sin\gamma_o^{(2)}) = \gamma_2[F_2\varepsilon_2 - 0{,}5H_2^2(q_{B21} + q_{B2})] +$$
$$+ 0{,}5H_2^2\gamma_o^{(2)}(q_{B21} + q_{B2}) + F_2(z_o^{(2)} + h_2) = 0, \qquad (12)$$

$$mom_{K3X3}^F - mom_{K3x3} = F_3\varepsilon_3 tg\gamma_3 - 0{,}5H_3^2(q_{B41} + q_{B4})(tg\gamma_3 - tg\gamma_o^{(3)}) + F_3(z_o^{(3)} +$$
$$+ h_3\cos\gamma_3) + P_3h_3(\sin\gamma_3 - \sin\gamma_o^{(3)}) = \gamma_3[F_3\varepsilon_3 - 0{,}5H_3^2(q_{B41} + q_{B4})] +$$
$$+ 0{,}5H_3^2\gamma_o^{(3)}(q_{B41} + q_{B4}) + F_3(z_o^{(3)} + h_3) = 0,$$

Звідси

$$\gamma = \frac{\gamma_o 0{,}5H^2(q_A + q_{B1}) + F(Z_o + h)}{-F\varepsilon + 0{,}5H^2(q_A + q_{B1})};$$
$$\gamma_2 = \frac{\gamma_o^{(2)} 0{,}5H_2^2(q_{B21} + q_{B2}) + F_2(Z_o^{(2)} + h_2)}{-F_2\varepsilon_2 + 0{,}5H_2^2(q_{B21} + q_{B2})}; \qquad (13)$$
$$\gamma_4 = \frac{\gamma_o^{(3)} 0{,}5H_3^2(q_{A4} + q_{B4}) + F_3(z_3 + h_3)}{-F_3\varepsilon_3 + 0{,}5H_3^2(q_{A4} + q_{B4})}.$$

Рівняння (8), що описують рух ланок автопоїзда у вертикальній площині (поздовжній і поперечній), поряд з рівняннями (3 [1]), що описують рух його ланок у горизонтальній площині, використовують для знаходження показників стійкості автопоїзда у перехідних режимах руху.

Висновки.

Встановлено,що для триланкового автопоїзда сили взаємодії в опорно-зчіпному і тягово-зчіпному пристроях не впливають на перерозподіл навантажень по бортам ланок автопоїзда. Тому триланковий автопоїзд розглянуто як три системи – тягач, підкатний візок і напівпричіп, що креняться незалежно. Для такої системи отримані рівняння руху у поздовжній і поперечній площині.

Список літератури

1. Сахно В.П. Розробка математичної моделі триланкового причіпного автопоїзда / В.П. Сахно, В.Г. Вербицький, І.С. Мурований, В.М. Глінчук //Вісник Національного транспортного університету:– К.: НТУ, 2007. – Випуск 15. – С. 156-167.

2. Сахно В.П. Застосування розрахункових методів до визначення показників поперечної стійкості автотранспортних засобів /В.П. Сахно, В.М. Сондак //Автошляховик України. Проблеми розвитку автомобільного транспорту. Випуск 1. – 2000. – С.80-83.

Аннотация. *Для трехзвенного автопоезда принято, что силы взаимодействия в опорно-сцепном и тягово-сцепном устройствах не влияют на перераспределение нагрузок по бортам звеньев автопоезда. Поэтому трехзвенный автопоезд рассмотрен в виде трех систем – тягача, подкатной тележки и полуприцепа, которые кренятся независимо. Для такой системы получены уравнения движения в продольной и поперечной плоскостях.*

Abstract. *For three-unit lorry convoys it is accepted, that forces of interaction in support-coupling devices do not influence redistribution of loadings on boards of parts of the lorry convoy. On this three-unit the lorry convoy is considered as three systems – the tractor, carriages and semitrailer which heel independently. For such system the equations of movement in longitudinal and cross planes are received.*

Стаття надійшла до редакції 29 жовтня 2012 р.

АВТОРИ НОМЕРА

Балабін І.В., Московський державний машинобудівельний університет (МАМІ), Російська федерація

Банніков В.О., Донецька академія автомобільного транспорту

Белевцова Н.Л., Державний економіко-технологічний університет транспорту, м. Київ

Берлог О.І., Київський національний університет будівництва і архітектури

Вербицький В.Г., Донецька академія автомобільного транспорту

Глінчук В.М., Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

Доля В.К., Харківська національна академія міського господарства

Дульфан С.Б., Харківська національна академія міського господарства

Єрмак О.М.,Харківська національна академія міського господарства

Кавун Н.О., Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, м. Луганськ

Кічкіна О.І.,Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, м. Луганськ

Кучеренко Н.М., Київський університет управління та підприємництва

Лобашов О.О., Харківська національна академія міського господарства

Макаров В.А., Донецька академія автомобільного транспорту

Осипов В.О., Луганський будівельний коледж

Осташевський С.А., Національна академія Державної прикордонної служби України, м. Хмельницький

Писанець О.О., Донецька академія автомобільного транспорту

Полєтайкін О.М., Донецька академія автомобільного транспорту

Поляков В.М., Національний транспортний університет, м. Київ

Прасоленко О.В., Харківська національна академія міського господарства

Рейцен Є.О., Київський національний університет будівництва і архітектури

Санакоєв А.Е., Харківська національна академія міського господарства

Санько Я.В., Харківська національна академія міського господарства

Сахно В.П., Національний транспортний університет, м. Київ

Слесорайтіте Е., Вільнюський університет (Литва)

Федоров Є.Є., Донецька академія автомобільного транспорту

Червякова О.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 Word for Windows – **.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 – Times New Roman.

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 Текст рукопису повинен містити такі розділи, як:	Шрифт: 12пт, звичайний Абзац: вирівнювання – по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого

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).	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 Microsoft Equation 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 редколегією журналу.

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