ДОНЕЦЬКА АКАДЕМІЯ автомобільного транспорту

Вісник Донецької академії автомобільного транспорту

Науковий журнал

№ 2
2011

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: rector@diat.edu.ua
URL: www.journal.diat.edu.ua

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії автомобільного транспорту.
Протокол № 6 від 30.06.2011 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:
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*
Денищенко І.Я., *д.т.н., професор*
Доля В.К., *д.т.н., професор*
Загороднов М.І., *к.т.н.*
Заренбін В.Г., *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*
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
Майорова І.М., *к.і.н.*

Коректор
Задунайська О.В.

Технічний редактор
Пахно О.Є.

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.

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: rector@diat.edu.ua
URL: www.journal.diat.edu.ua

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії автомобільного транспорту.
Протокол № 6 від 30.06.2011 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ № 15936 –4408 ПР від 02.12.2009 р., видане Міністерством юстиції України.
«Вісник Донецької академії автомобільного транспорту» включений до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (постанова президії ВАК України від 10 лютого 2010 р. № 1–05/1).

ISSN 2219-8180

Підписано до друку 30.06.2011 р. Формат6 0 × 84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 5,9. 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, 2010**

Зміст

Транспортні технології

Толок А.В., Куевда Д.В., Белов Ю.В., Дехтярьова Ю.М., Ершков А.Э. **Предмет теории выборочного метода обследования интенсивности движения транспорта на сети городских улиц и дорог** 4

Нефёдова Я.И. **Принятие решений при управлении транспортной системой в условиях рынка металлопотоков в режиме реального времени** 12

Энглези И.П., Калинин А.В. **К анализу подходов, касающихся выбора рационального типа транспортного средства и оценки его применения при перевозке пакетированных тарно-штучных грузов** 17

Віховська Л.Й. **Система управління транспортним виробництвом у мультимодальному коридорі** 21

Шеховцов О.І. **Розробка математичної моделі забезпечення порожнім рухомим складом спеціалізованих вантажних станцій** 28

Сілантьєва Ю.О., Процик О.П. **Тенденції розвитку контрейлерних перевезень** 33

Чеклов В.Ф., Науменко О.М., Панас Т.О. **Аналіз обсягів перевезень транспортною системою ТОВ «ДТЕК»** 37

Коробкін В.Ф., Смаглій О.М. **Удосконалення основних організаційно-правових заходів із підготовки водіїв транспортних засобів** 43

Волкова М.С. **Логистика пассажирских перевозок в крупном промышленном районе** 47

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Сунцов Н.В., Макаров В.А., Сунцов А.Н., Воловненко Е.Г. **О влиянии гофрированной керамики на качество работы свечей зажигания** 53

Кравченко А.П., Вершина Г.А., Лепешко И.И., Пилатов А.Ю., Ноженко Е.С. **Математическая модель диффузионно-кинетического восстановления продуктов сгорания углеводородных топлив** 58

Федоров Е.Е., Ларин В.Ю., Купцова Е.Ю. **Методика нейро-нечеткого распознавания ЭДС-образов и МДС-образов двигателя** 70

Проектування, будівництво та експлуатація автомобільних доріг

Сунцов Н.В., Макаров В.А., Сунцов А.Н., Ефименко А.Н. **О физике процессов определяющих величину коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля** 78

Вікович І. А., Зубачик Р.М. **Оцінка функцій спеціальних смуг в умовах вулично-дорожньої мережі міста** 81

Вербицкий В.Г., Шевченко А. В., Шевченко С. В. **Особенности работы системы наружного освещения в период проведения чемпионата ЕВРО-2012** 90

Автори номера 100

Правила подання та оформлення статей 101

УДК 656.021.2

ТОЛОК А. В., к. т.н., доц.; КУЕВДА Д. В., магистрант, Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ «ДонНТУ»; БЕЛОВ Ю. В., к.т.н., доц.; ДЕХТЯРЬОВА Ю.М., магистрант, ас.; ЕРШКОВ А. Э., магистрант, Донецкая академия автомобильного транспорта

ПРЕДМЕТ ТЕОРИИ ВЫБОРОЧНОГО МЕТОДА ОБСЛЕДОВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА НА СЕТИ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

На основании анализа задач, решаемых при планировании обследования интенсивности движения транспорта на улично-дорожной сети района города, и положений классической теории выборочного метода определен предмет теории выборочного метода обследования интенсивности движения транспорта на городских улицах.

Введение

При решении транспортно-градостроительных вопросов как теоретического, так и прикладного характера значительное место занимает получение исходной информации. В специальной литературе имеется ряд работ, посвященных самым различным аспектам получения транспортно-градостроительной информации. Все эти работы объединяет следующее: любое обследование, организованное с целью получения исходной информации для проектирования, должно проводится в кратчайшие сроки с наименьшей затратой сил и средств. Этому, как следует из публикаций[1–7], будет способствовать широкое применение выборочных обследований.

В практике организации городского движения представляет интерес решение вопросов о возможности применения выборочного метода для обследования интенсивности движения транспорта (ИДТ) на сети городских улиц и дорог.

Анализ публикаций и постановка проблемы

Практическое значение выборочного метода обследования ИДТ в городах очень велико. Возможность сократить расходы и затраты времени на проведение обследования представляет собой немаловажный довод в пользу применения выборочного обследования вместо сплошного. К этому нередко присоединяется отсутствие возможности вообще по тем или иным причинам провести сплошное обследование интенсивности движения транспорта на улицах города.

Впервые (1956 г.) выборочный метод обследования ИДТ был применен К. Гилбертом в США [2]. В 1964 г. В.К. Вальцем [3] было выполнено экспериментальное исследование возможности применения выборочного метода к обследованию часовой интенсивности движения на городских улицах. В работах Ваксмана С.А. [2, 4] приведены результаты теоретико-экспериментальных исследований выборочного метода и его применения к обследованию ИДТ на улично-дорожной сети (УДС) г. Свердловска.

Планомерные измерения величин ИДТ в городах Украины начались с г. Киева в 1963 г. [5].

В целом, анализ научной и методической литературы показал, что при всей значимости и широком практическом применении выборочного метода обследования ИДТ, в теоретическом отношении этот метод еще не достаточно хорошо разработан. В основном, в научных публикациях приводятся результаты практического использования выборочного метода обследования ИДТ на УДС. Научной литературы, глубоко освещающей теоретические основы этого метода, нами не обнаружено. Информация об этом методе представлена в предельно-кратком изложении и рассредоточена по ряду публикаций фрагментарного характера.

Итак, выборочный метод обследования ИДТ на улицах городов широко используется, но его строгое теоретическое обоснование остается неполным. Это приводит к тому, что проектировщики и исследователи проводят выборочные обследования ИДТ тогда, когда им это удобно. Результаты таких обследований часто не соответствуют действительности. Поэтому существует практическая необходимость в формировании теории выборочного метода обследования ИДТ, целью которой являлось бы научное обоснование системы правил, приемов и способов проведения выборочного обследования ИДТ на сети городских улиц и дорог.

Первым шагом на пути формирования теории есть определение её предмета, т. е. того, что она должна изучать.

Цель статьи

Определить предмет теории выборочного метода обследования интенсивности движения транспорта на сети городских улиц и дорог.

Основной раздел

В данной работе мы стремились по возможности придерживаться строгого подхода к использованию основных научных понятий и категорий классической теории выборочного метода в ее математико-статистическом понимании. Поэтому, прежде чем сформулировать предмет теории выборочного метода обследования ИДТ в городах, нам представляется необходимым рассмотреть основные понятия и категории классической теории выборочного метода.

Анализ многочисленных трудов в области классической теории выборочного метода и ее практических приложений, например[7–9], позволил нам сделать следующие заключения.

В математической статистике дается такая формулировка выборочного метода — это метод исследования, позволяющий делать заключение о характеристиках (признаках) генеральной совокупности на основании рассмотрения некоторой ее части (выборки).

Генеральная совокупность — исчерпывающее множество реальных или гипотетически существующих единиц, которые наблюдаются с точки зрения некоторого признака.

Единица наблюдения — первичный элемент генеральной совокупности, обладающий исследуемыми признаками. Все единицы наблюдения, включенные в генеральную совокупность, должны быть однотипны и качественно однородны. Под качественной однородностью понимается сходство всех единиц совокупности по какому-либо признаку и несходство по всем остальным.

Признак (или характеристика) — определенное свойство единиц совокупности, которое при проведении исследования измеряется или фиксируется для каждой единицы наблюдения.

Выборочная совокупность (выборка) — одна или несколько единиц наблюдения, взятых из генеральной совокупности и предназначенных для получения информации о признаках генеральной совокупности.

Объем выборки — количество единиц наблюдения в выборке.

Отбор выборки — процесс извлечения или составления выборки.

При планировании выборочного обследования всегда наступает момент, когда нужно решить, каким должен быть объем выборки — слишком большая выборка требует излишних затрат, слишком малая уменьшает полезность результатов. Строгая система правил, приемов, способов отбора выборки из генеральной совокупности составляет содержание выборочного метода.

Цель теории выборочного метода состоит в повышении результативности выборочного обследования путем разработки способов извлечения выборки и оценивания, позволяющие при минимальных затратах получать оценки с достаточной для цели исследования точностью и надежностью.

Точность выборочной оценки — близость результата выборочной оценки признака к действительному значению признака в генеральной совокупности.

Мера точности выборочной оценки — ошибка выборочной оценки.

Ошибка выборочной оценки — различие между выборочной оценкой и тем значением параметра генеральной совокупности, который был бы получен при сплошном наблюдении всех единиц генеральной совокупности.

Надежность выборочной оценки — это вероятность того, что ошибка не превысит установленных исследователем границ.

Основываясь на этих положениях классической теории выборочного метода, попытаемся очертить границы и сформулировать предмет теории выборочного метода обследования ИДТ на улицах городов. Однако для начала разберемся, какие задачи должен решить проектировщик при планировании обследования ИДТ на улицах города.

Разрабатывая план обследования, проектировщик должен ответить на вопрос: как за минимальное время с минимальными затратами получить данные об интенсивности движения транспорта с достаточной для цели проектирования точностью и надежностью? (Вопросы точности и надежности результатов обследования ИДТ есть темой отдельного исследования и в этой статье не рассматриваются).

Например, проектировщик получил задание: разработать схему организации дорожного движения по улично-дорожной сети какого-либо района города. Проектировщику при планировании обследования ИДТ на УДС района необходимо решить следующие задачи:

1. На каких участках УДС необходимо провести обследования (т. е., где проводить обследования)?
2. Какая должна быть продолжительность обследования на участке УДС?
3. Когда проводить обследование на участке УДС?
4. В какой последовательности обследовать участки УДС?
5. Как увязать данные об интенсивности движения транспорта, полученные в результате обследования для смежных участков УДС?

Далее по тексту мы эти задачи будем называть соответственно первая задача, вторая задача, третья задача, четвертая задача и пятая задача.

Для решения каждой из перечисленных задач, проектировщик должен обладать набором инструментов в виде системы правил, приемов, способов, которые составляют содержание соответствующих методов.

Предмет всех этих методов, вне зависимости от того, какую из перечисленных задач они решают, один — при минимальных затратах получить значение ИДТ с точностью и надежностью, достаточной для цели проектирования. А вот предмет теории каждого из методов разный и определяется задачей, которую необходимо решить с применением этого метода. Именно в зависимости от этой задачи разрабатывается система правил, приемов способов, которые составляют содержание метода. Другими словами, предметом теории метода есть наполнение этого метода научно-обоснованным содержанием.

Поэтому, для достижения поставленной в работе цели важно определить, какие из перечисленных выше задач планирования обследования ИДТ решаются с применением выборочного метода с тем, чтобы в теории выборочного метода обследования ИДТ наполнить этот метод соответствующим научно-обоснованным содержанием.

Итак, рассмотрим каждую из перечисленных задач на предмет того, может ли она решаться с применением выборочного метода.

Решая первую задачу, проектировщик должен изыскать возможность сокращения затрат на выполнение обследовательских работ путем проведения обследований ИДТ не на всех участках УДС района города, а лишь на некоторых из них. Затем по данным замеров ИДТ на выбранных для обследования участках УДС необходимо определить величину ИДТ на остальных участках УДС района города.

Есть ли такая постановка задачи и поиск способов ее решения предметом теории выборочного метода?

В классической теории выборочного метода, как и в ее практических приложениях (в частности, в теории выборочного метода в социально-экономической статистике [9]), *предполагается изучение признаков в выборочной совокупности и распространение результатов оценки этих признаков по выборочной совокупности на генеральную совокупность в целом*. Если изучаемый признак количественный, то по результатам выборочного обследования мы можем определить и распространить на генеральную совокупность среднее значение признака, среднее квадратическое отклонение признака, определить параметры функции распределения признака в генеральной совокупности или суммарное значение признака в генеральной совокупности.

Допустим, постановка первой задачи и поиск способов её решения есть предметом теории выборочного метода обследования ИДТ. Тогда применительно к этой задаче, мы имеем:

– единица наблюдения — участок УДС (перегон между перекрестками);
– признак — интенсивность движения транспорта;
– генеральная совокупность — множество всех участков УДС в районе проектирования;
– выборка — несколько участков УДС, взятых из генеральной совокупности и на которых проводят обследование ИДТ.

Пусть теория выборочного метода дает нам достаточно надежный способ отбора выборки из генеральной совокупности. Действия проектировщика должны быть следующими:

– производится отбор участков УДС в выборку из всего множества участков УДС в районе проектирования;
– проводятся обследования ИДТ на участках УДС, включенных в выборку;
– обрабатываются полученные данные об ИДТ в выборке и результаты распространяются на всю генеральную совокупность.

Какие же данные проектировщик получит в результате проведения такого выборочного обследования? Это могут быть такие данные: величина ИДТ, приходящаяся в среднем на один участок УДС района; среднее квадратическое отклонение ИДТ в районе; форма и параметры функции распределения величины ИДТ по УДС района города. Очевидно, что для практических целей такие данные не имеют значения. Проектировщика для принятия решений по ОДД в районе города интересуют конкретные значения ИДТ на каждом из участков УДС района.

Следовательно, постановка первой задачи не есть предметом теории выборочного метода и методы, направленные на ее решение, нельзя называть выборочными.

Например, ошибочно будет называть метод представительных сечений, который рассматривается в работе [10], выборочным. Напомним, что суть метода состоит в том, чтобы найти r представительных (контрольных) сечений на УДС, содержащей R сечений ($r<R$), и составить уравнения регрессии для всех остальных (не представительных) сечений УДС. В этих уравнениях величина ИДТ в не представительных сечениях выражается через значения ИДТ в представительных сечениях.

Вторая задача, которая стоит перед проектировщиком — какая должна быть продолжительность обследования на участке УДС?

Решая вторую задачу, проектировщик должен изыскать возможность сокращения затрат на выполнение обследовательских работ путем уменьшения продолжительности обследования ИДТ на участке УДС. Необходимо получить величину ИДТ за некоторый период времени T (обычно за сутки или за час), измерив величину ИДТ за меньший промежуток времени t ($t<$T).

Есть ли такая постановка задачи и поиск способов ее решения предметом теории выборочного метода обследования ИДТ на городских улицах?

Пусть постановка второй задачи есть предметом теории выборочного метода и в результате обследования необходимо получить величину часовой интенсивности движения. Тогда применительно к этой задаче, мы имеем:

– единица наблюдения — τ — минутный промежуток времени; эти единицы наблюдения должны исчерпывать всю совокупность, они не должны перекрывать одна другую и их количество должно быть целым числом;

– признак — интенсивность движения транспорта в τ — минутный промежуток времени;

– генеральная совокупность — множество всех τ — минутных промежутков времени в течение часа; так как единицы наблюдения не перекрывают друг друга, то их количество в генеральной совокупности будет равно $D = \frac{T}{\tau} = \frac{60}{\tau}$;

– выборка — несколько (d) τ — минутных промежутков времени, взятых из генеральной совокупности и в течение которых проводят обследование ИДТ ($d<D$, $t=d\cdot\tau$).

Предположим, что теория выборочного метода дает нам способ отбора выборки из генеральной совокупности. С использованием этого способа проектировщик отбирает d τ — минутных промежутков времени ($d<D$). В результате проведения обследования ИДТ в течение τ — минутных промежутков времени, вошедших в выборку, и обработки полученных данных проектировщик получает среднюю величину ИДТ за τ — минутный период ($\bar{N}_{\tau выб}$) и среднее квадратическое отклонение τ — минутной ИДТ (σтвыб). Эти данные распространяются на всю генеральную совокупность.

Произведение выборочного среднего ($\bar{N}_{\tau выб}$) на количество единиц наблюдения в генеральной совокупности (D) даст нам оценку суммарного значения признака для совокупности по результатам выборочного обследования (в нашем случае — значение ИДТ за час на участке УДС по данным выборки):

$$N_ч = \bar{N}_{\tau выб} \cdot D . \qquad (1)$$

Значение σтвыб можно использовать для определения с заданной вероятностью доверительных границ, в которых находится величина $N_ч$.

Итак, следуя положениям, лежащим в основе классической теории выборочного метода, цель обследования достигнута — определена величина часовой ИДТ по данным выборочного обследования. Следовательно, постановка второй задачи и поиск способов ее решения есть предметом теории выборочного метода обследования ИДТ.

Аналогичные рассуждения можно применить и в случае обследования суточной интенсивности движения транспорта (Т = 24 ч). При этом единицей наблюдения является τ — часовой промежуток времени. Генеральная совокупность представляет собой множество всех τ — часовых промежутков времени в течение суток. Количество единиц наблюдения в генеральной совокупности будет равно $D = \frac{24}{\tau}$.

Теперь предположим, что проектировщик с использованием соответствующего способа определил объем выборки d. (Продолжительность выборочного обследования ИДТ на участке УДС при этом будет $t=\mathrm{d}\cdot\tau$.) Количество различных выборок объема d, которые могут быть извлечены из D единиц, задается комбинаторной формулой:

$$C_D^d = \frac{D!}{d!(D-d)!} . \qquad (2)$$

Например, если принять в качестве единицы наблюдения 5-ти минутный промежуток времени, объем генеральной совокупности $D=12$ и проводить выборочные наблюдения в течение

15 мин ($d=3$), то существует 220 различных выборок. Заметим, что одна и та же единица наблюдения не может быть включена в выборку дважды и порядок расположения единиц наблюдения в выборке не играет роли.

Возникает вопрос, какие d из D единиц наблюдения в генеральной совокупности отобрать в выборку, чтобы получить оценки ИДТ с достаточной для цели проектирования точностью и надежностью? То есть проектировщик для формирования выборочной совокупности должен в своем распоряжении иметь способ отбора единиц наблюдения из генеральной совокупности в выборку.

Логически ясно, что если бы материал, из которого мы производим отбор, был однороден (т. е. отсутствует вариация изучаемого признака в генеральной совокупности), то любая выборка дала бы приблизительно одинаковые результаты. Однако, когда изучаемый материал далеко не однороден, как это часто и бывает при обследовании ИДТ, способ формирования выборки приобретает решающее значение.

В классической теории выборочного метода достаточно хорошо разработаны два способа формирования выборочной совокупности: случайный отбор и систематический отбор. Однако существует ряд специфических условий выборочного обследования ИДТ на УДС, не позволяющие в полной мере использовать эти способы и требующие особого подхода к определению способа отбора единиц наблюдения в выборку.

Во-первых, специфика выборочного обследования ИДТ на участке УДС предполагает отбор в выборочную совокупность рядом расположенных единиц наблюдения. Очевидно, что смысл выборочного обследования пропадает, если, например, при определении часовой ИДТ на участке УДС, 5-ти минутной единице наблюдения и объеме выборки $d=2$ из генеральной совокупности отобрать первую и последнюю единицу наблюдения (при условии, что обследования проводятся одной бригадой учетчиков).

Во-вторых, значение ИДТ на участке УДС изменяется во времени, причем эти изменения имеют достаточно устойчивые тенденции. В частности, внутричасовая тенденция изменения ИДТ может быть повышающаяся (рис. 1 *а*), понижающаяся (рис. 1 *б*), повышающе -понижающаяся (рис. 1 *в*) и понижающе — повышающаяся (рис. 1 *г*) [5]. Есть основания ожидать, что при формировании выборки из рядом расположенных единиц наблюдения, результаты обследования ИДТ в таких единицах будут более сходными, чем если бы в выборку попали единицы наблюдения, расположенные на большом расстоянии друг от друга. Поэтому, результаты оценки ИДТ по данным выборки, в которую вошли рядом расположенные единицы наблюдения, могут существенно отличатся от действительности.

Следовательно, проектировщику необходимо предоставить способ, который бы давал возможность отобрать выборку заданного объема, состоящую из рядом расположенных единиц наблюдения, из генеральной совокупности с учетом тенденций изменения ИДТ во времени и требований к точности и надежности оценки ИДТ по данным выборки.

Выборочные единицы составляют непрерывный промежуток времени t, в течение которого проводят выборочное обследование ИДТ на участке УДС. Вся совокупность единиц наблюдения составляет период времени T, за который определяется величина ИДТ. Таким образом, задача сводится к поиску способа размещения времени выборочного обследования ИДТ (t) по длине периода времени T. А это третья задача, которую необходимо решить проектировщику при планировании обследования ИДТ — когда проводить обследование на участке УДС.

Итак, постановка третьей задачи и поиск способов ее решения есть предметом теории выборочного метода обследования ИДТ на улицах городов.

Четвертая задача, которая стоит перед проектировщиком при планировании обследования ИДТ на УДС района города — определить, в какой последовательности обследовать участки УДС.

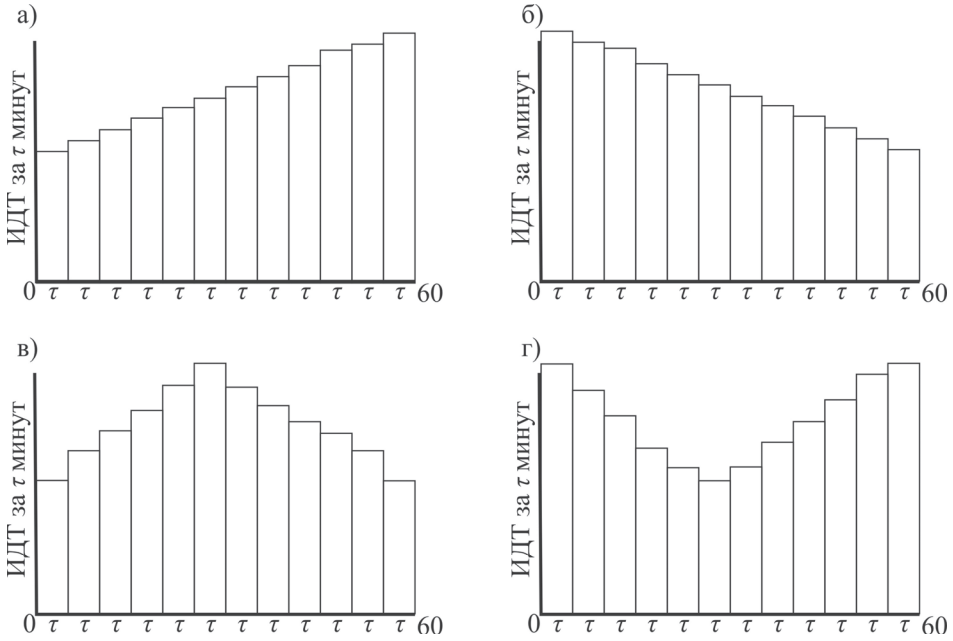


Рис. 1. Тенденции изменения внутричасовой интенсивности движения транспорта при τ — минутных интервалах времени

Суть задачи состоит в следующем. Имеется R ($i = 1, 2, \ldots, R$) участков УДС, где необходимо провести обследование ИДТ. Известно:

– время выборочного обследования ИДТ на каждом из участков УДС, t_i;

– время начала обследования на каждом из участков УДС;

– время переезда бригады учетчиков от одного участка УДС к другому, t_{ij} (включает в себя и время на подготовку к обследованию ИДТ на участке УДС, например, установку переносного детектора транспорта).

Проектировщику требуется так организовать очередность обследования участков УДС, чтобы общее время обследования было минимальным, а полученные в результате обследования данные об ИДТ на каждом из участков УДС отвечали требованиям к их точности и надежности.

Из постановки задачи следует, что необходим обход всех участков УДС района или, если при решении первой задачи планирования обследования ИДТ выделены представительные сечения УДС, всех представительных сечений УДС. В любом случае, мы имеем сплошное обследование, а не выборочное, так как обследуется вся совокупность участков УДС.

Таким образом, постановка четвертой задачи и поиск способов ее решения не есть предметом теории выборочного метода обследования ИДТ.

Перейдем к пятой задаче планирования обследования ИДТ на УДС района города — как увязать данные об ИДТ, полученные в результате обследования для смежных участков УДС?

Пусть в результате выборочных обследований получены значения ИДТ на каждом из участков УДС района проектирования. При использовании таких данных неизбежно возникают ошибки: по данным замеров на смежных участках УДС величины входящего и выходящего потоков имеют разные значения. Эти ошибки вызваны проведением замеров ИДТ в разные дни, часы и ошибками самих подсчетов (рис. 2) [11].

Постановку пятой задачи можно представить следующим образом: даны значения ИДТ на участках УДС (перегонах между перекрестками). Необходимо откорректировать значения ИДТ с учетом сохранения баланса ИДТ на сети и других ограничений. Для решения этой задачи разработано ряд методов уравнивания данных ИДТ на смежных участках УДС: метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия, метод размытой регрессии, метод размытой оптимизации, интервальный регрессионный метод [11].

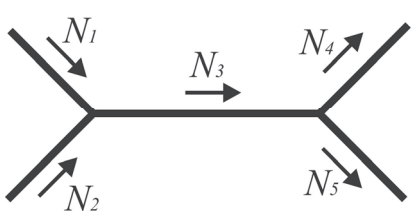


Рис. 2. Схема входящих и выходящих потоков транспорта на смежных участках УДС

Сама постановка пятой задачи и содержание методов ее решения не соответствует представлениям о классическом выборочном методе, его идейной стороне. Таким образом, постановка пятой задачи и поиск способов ее решения не есть предметом теории выборочного метода обследования ИДТ.

Выводы

1. Содержание выборочного метода обследования ИДТ на улицах городов составляет система правил и способов, определяющих продолжительность выборочного обследования ИДТ на участке УДС и устанавливающих время начала проведения выборочного обследования ИДТ с учетом точности и надежности получаемых при этом данных об ИДТ.

2. Предметом теории выборочного метода обследования ИДТ на улицах городов является научное обоснование системы правил и способов, составляющих содержание выборочного метода обследования ИДТ.

Список литературы

1. Олейников Е.С. О применении несплошных методов обследования/Е.С. Олейников // Городской транспорт и организация городского движения: тезисы докладов научно-технической конференции (16–19 января 1973 года).— Свердловск, 1973.— С.7 2–76.

2. Ваксман С.А. Выборочный метод обследования интенсивности уличного движения/С.А. Ваксман, С.С. Кислицын // Проблемы градостроительства на Урале и Сибири.— Свердловск: Издание УПИ, 1969.— Вып. 169.— С.83 –89.

3. Вальц В.К. Возможности применения выборочного метода для определения интенсивности движения и структуры транспортных потоков на городских улицах/В.К. Вальц // Проблемы городского транспорта — К.: Будівельник, 1966.— С.12 –16.

4. Ваксман С.А. До питання внутрішньогодинної нерівномірності завантаження мережі магістральних вулиць/С.А. Ваксман // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво.— К.: Будівельник, 1980.— Вип. 27.— С.88 –90.

5. Рейцен Е.А. Надежность обследований интенсивности движения в городах/Е.А. Рейцен // Градостроительство.— К.: Будівельник, 1983.— Вып. 35.— С.87 –90.

6. Рейцен Е.А. Проведение обследований интенсивности движения транспорта в городах Украины/Е.А. Рейцен // Проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XI межд. науч.-практ. конф.— Екатеринбург, 2005.— С.109 –112.

7. Кокрен У. Методы выборочного исследования/У. Кокрен.— М.: Статистика, 1970.— 440 с.

8. Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения: ГОСТ Р 50 779.10–2000 — [Введен в действие 29-12-2000, переиздание 2005] — М.: Госстандарт России, 2005.— 46 с.

9. Васильева Э.К. Выборочный метод в социально-экономической статистике/Э.К. Васильева, М.М. Юзбашев.— М.: Финансы и статистика, 2010.— 256 с.

10. Брайловский Н.О. Моделирование транспортных систем/Н.О. Брайловский, Б.И. Грановский.— М.: Транспорт, 1978.— 125 с.

11. Лагерев Р.Ю. Методы уравнивания данных интенсивности транспортного потока на сетях/Р.Ю. Лагерев // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XII межд. науч.-практ. конф.— Екатеринбург: Комвакс АМБ, 2006.— С.83 –88.

Анотація. *На підставі аналізу завдань, що вирішуються при плануванні обстеження інтенсивності руху транспорту на вулично-дорожній мережі району міста й положень класичної теорії вибіркового методу визначений предмет теорії вибіркового методу обстеження інтенсивності руху транспорту на вулицях міст.*

Annotation. *On the basis of the analysis solution tasks, when planning a survey of traffic on the highway-road network area of the city and the provisions of the classical theory of selection method, defined subject of theory of selecton method survey traffic on city streets.*

Стаття надійшла до редакції 11.05.2011 р.

УДК 656.003

НЕФЁДОВА Я. И., к. т. н., Приазовский государственный технический университет

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ В УСЛОВИЯХ РЫНКА МЕТАЛЛОПОТОКОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Проанализирована работа транспортной системы в условиях рынка металлопотоков. С целью достижения эффективного управления транспортной системой доставки металлопродукции предложено ис-пользование ситуационных советующих систем с нечеткой логикой, что позволяет в режиме реального времени определять стратегию управления на основе априорной, текущей и прогнозной информации.

Постановка проблемы

Динамика рынка металла Украины предполагает гибкую приспосабливаемость отечественных производителей к внешним условиям их функционирования и интересам потребителей.

Главной причиной возникновения неблагоприятных ситуаций на рынке экспорта металлопродукции за последние годы является неопределенность, которая порождается в силу общего замедления темпов развития мировой экономики, появления новых экспортеров и снижения цен на основные виды металлопродукции, повышения тарифов на перевозки, роста цен на природный газ и электроэнергию [1].

На динамику транспортной системы влияет взаимосвязь ее отдельных элементов и звеньев, род груза и объем перевозок, сегментация зон распределения товаров, регулярность грузопотоков, срочность и время доставки, транспортные расходы, организация складских распределительных комплексов в цикле доставки, и другие трудно учитываемые и неопределенные факторы. Последнее в особенности касается характеристик ситуации, формулируемых вербально или требований, одновременное удовлетворение которых невозможно (ситуация компромисса), а также прогностических задач, для которых не накоплена полноценная статистическая выборка.

Эффективность функционирования транспортной системы доставки металлогрузов в условиях динамики и неопределенности окружающей среды связана с высоким уровнем логистического управления. Реализация только технических и технологических решений для повышения эффективности функционирования транспорта, как показывает практика, не способна привести к коренному изменению ситуации по повышению качества и объемов перевозок.

В связи с этим возникает проблема создания новой технологии организации доставки металлогрузов, обеспечивающей устойчивость функционирования отдельных звеньев логистической цепи металлопотоков в зависимости от требований к процессу доставки на основе не только априорной, но и текущей и прогнозной информации.

Анализ последних исследований и публикаций

Анализ последних исследований и публикаций показал, что большая часть работ посвящена разработке теории логистических цепей, выявления технологических и информационных диспропорций и потерь, которые снижают конкурентоспособность транспорта, что позволяет рационализировать схемы пропуска и переработки материальных потоков, сократить сроки доставки грузов [2, 3].

В тоже время логистическое управление транспортной системой в условиях рынка металлопотоков характеризуется неопределенностью окружающей среды, обусловленной неоднозначностью социально-экономического развития общества, нечеткими условиями, критериями и целями, недостоверностью предоставляемой информации, недостаточной изученности природных явлений и, как следствие, невозможностью получения точного математического описания для выработки управляющих воздействий [4].

Цель статьи

Целью проводимых исследований является разработка адаптивной системы логистического управления металлопотоками, которая бы учитывала неопределенности и нечеткости окружающей среды и отображала координацию работы отдельных звеньев и элементов на этапах транспортного процесса доставки металлогрузов в режиме реального времени.

Достижение цели возможно при использовании математического подхода, основанного на использовании ситуационных советующих систем с нечеткой логикой, позволяющих рационализировать процесс функционирования транспортной системы в режиме реального времени с учетом показателей уровня транспортного обслуживания металлопотоков.

Основной раздел

Рассматривая транспортную систему доставки металлогрузов, необходимо выделить морские порты, как неотъемлемое звено в цепочке доставки металла от производителя к потребителю (рис. 1).

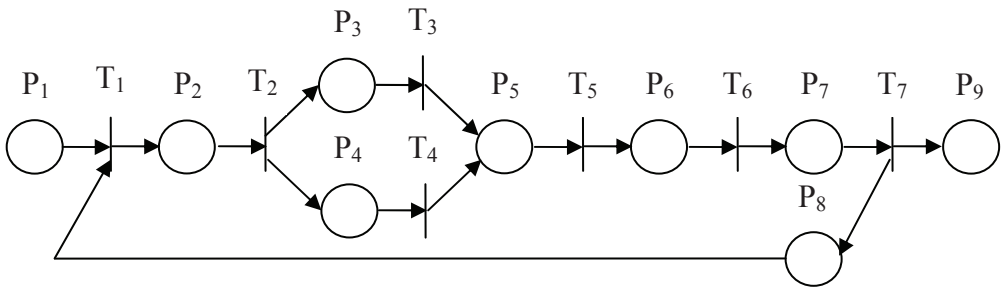


Рис. 1. Схема модели продвижения металлопотоков в системе «производитель — морской порт — потребитель»

На данной схеме P_1 — производитель товара, P_9 — потребитель. При наличии спроса на производство металлопродукции P_8, производитель начинает производство металла T_1. После этого металл оказывается на складе грузоотправителя P_2. На следующем этапе происходит процесс выбора вида транспорта T_2. После выбора варианта доставки груза — железнодорожного P_3 и автомобильного P_4, происходит процесс транспортировки через переходы T_3 и T_4 в морской порт P_5, где происходит перевалка металла T_5 на судно P_6. Затем через переход T_6 (морская перевозка) металл доставляется в порт назначения P_7 (условно склад грузополучателя). После этого происходит процесс реализации металла T_7. При реализации металла, возникают позиции P_9 — металл у потребителя, и P_8 — возникновение нового спроса на производство металлопродукции.

Логистическое управление транспортной системой, осуществляющей доставку металлогрузов, содержит нечеткие условия, критерии и цели. Степень точности решения этих задач в каждом случае согласовывается с лицом, принимающим решения, его исходными требованиями. При их решении возникают неопределенности, связанные с недостаточностью и нечеткостью знаний об изменяющихся условиях, невозможностью учета реакции среды, других лиц на предпринятые действия, а также неопределенности из-за нечетко определенных данных, критериев и целей [4].

С целью достижения эффективного управления транспортной системой доставки металлопродукции предлагается использование ситуационных советующих систем с нечеткой логикой (ССНЛ) в классе «ситуация — стратегия управления — действие (С-СУ-Д)».

Главная часть ССНЛ — нечеткая модель управления [5]. Структура нечеткой модели представлена на рис. 2 и включает в себя следующие блоки: блок принятия решений (БПР), блок оценки состояний (БОС), блок выдачи управляющих воздействий (БВУВ). Блок оценки состояний на основе поступающей на его вход информации, строит формализованное описание ситуации, возникшей на объекте управления. В блоке выдачи управляющих воздействий осуществляется переход от внутренней формы задания управляющих решений к внешней форме.

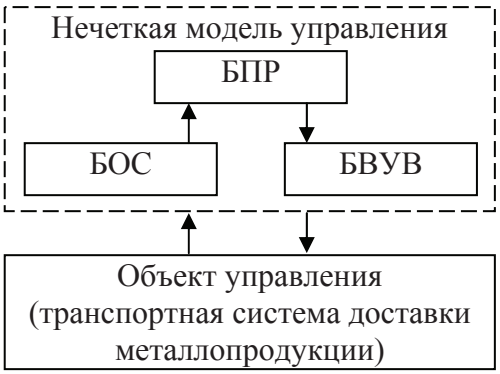


Рис. 2. Структура ССНЛ

В ситуационных советующих системах с нечеткой логикой в классе «С-СУ-Д» система управления явно не задается, а реализуется по нечеткой ситуационной сети (НСС), представляющей собой нечеткий ориентированный взвешенный граф переходов по нечетким эталонным ситуациям в зависимости от исходной и целевой ситуаций [6]. Для нормального функционирования система управления задается набором нечетких ситуаций, описывающих возможные состояния объекта управления с помощью термов.

Например, $P = \{p_1, p_2, ..., p_m\}$ — множество признаков, описывающих состояние звеньев системы доставки металлогрузов (надежность, адаптивность, информативность и др.). Каждый признак p_i ($i \in \{1, 2, ..., m\}$) описывается соответствующей лингвистической переменной:

$$\langle p_i, T_i, D_i \rangle, \quad (1)$$

где $T_i = \{T_1^i, T_2^i, ..., T_{m_i}^i\}$ — терммножество лингвистической переменной. Например, для значения признака адаптивность системы доставки металлогрузов терм множество имеет следующие значения — низкая, средняя, высокая адаптивность;

m_i — число термов-множеств лингвистической переменной признака p_i;

D_i — базовое множество признака p_i.

Для описания термов T_j^i $\left(i \in \{1,2,...,m\},\ j \in \{1,2,...,m_i\}\right)$ используются нечеткие множества A_{ij}, заданные значениями функций принадлеж-ности $\mu_{A_{ij}}(p_i)$ в соответствующих базовых множествах $p_i \in D_i$:

$$A_{ij} = \left\{\left(\mu_{A_{ij}}(p_i)/\ p_i\right)\right\}, p_i \in D_i. \quad (2)$$

Нечеткой ситуацией $\hat{s}$ называется нечеткое множество второго уровня:

$$\hat{s} = \left\{\left(\hat{s}(p_i)/\ p_i\right)\right\}, i = 1,2,...,m, \quad (3)$$

$$\hat{s}(p_i) = \left\{\left(\mu_{A_{ij}}(p_i') \Big/ T_j^i\right)\right\}, j = 1,2,...,m_i, \quad (4)$$

где $\mu_{A_{ij}}(p_i')$ — значение функции принадлежности при заданном значении p_i.

Набор нечетких управляющих решений, необходимых для вывода решений по текущей ситуации, а также их последовательность для достижения целевой ситуации определяются стратегией управления — нечетким маршрутом в нечеткой ситуационной сети между текущей и целевой ситуациями.

Выбор целевой нечеткой ситуации из множества всех нечетких ситуаций может осуществляться либо непосредственно по НСС при использовании специальных нечетких отношений, либо на основе некоторой нечеткой продукционной модели типа «нечеткая ситуация — нечеткое действие», определяющая степени соответствия управляющих решений нечетким ситуациям.

В связи с вышеперечисленным нечеткая ситуационная сеть представлена следующим образом [6]:

$$G = \left(\hat{S}, R, \alpha\right), \quad (5)$$

где $\hat{S} = \{\hat{s}_1, \hat{s}_2, ..., \hat{s}_w\}$ — вершины НСС, соответствующие эталонным нечетким ситуациям;

$R = (R_1, ..., R_f)$ — множество дуг между вершинами, представляющих возможные управляющие решения;

$\alpha(\hat{s}_i, R_j)$ — степень предпочтения применения управляющего решения R_j в ситуации $\hat{s}_i$ по сравнению с другими управляющими решениями из множества R. Степени предпочтения управляющих решений зависят от ситуации и определяются лицом, принимающим решение в процессе доставки металлогрузов (рис. 3).

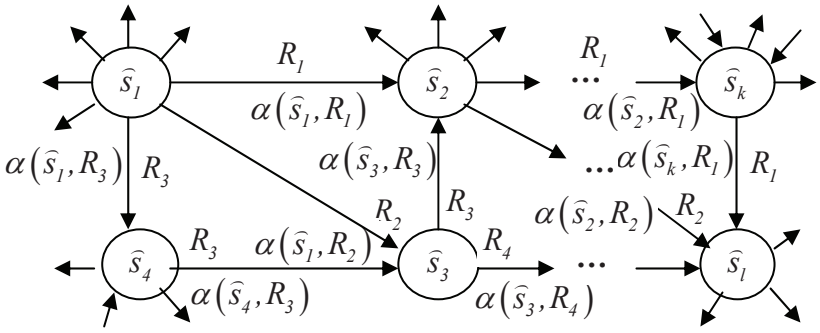


Рис. 3. Фрагмент нечеткой ситуационной сети при логистическом управлении транспортной системой доставки металлогрузов

Ограниченный выбор эталонных ситуаций позволяет описать неограниченное число состояний анализируемой транспортной системы.

Дальнейшее развитие исследований по повышению эффективности логистического управления транспортной системой в режиме реального времени состоит в изучении вопросов выработки управляющих решений в процессе моделирования нечетких ситуационных сетей на основе использования интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

Выводы

1. Логистическое управление транспортной системой в условиях рынка металлопотоков характеризуется неопределенностью окружающей среды, что обуславливает необходимость использования интеллектуальных методов при управлении в режиме реального времени.

2. С целью достижения эффективных управляющих решений в транспортной системе при обслуживании металлопотоков предложено использование ситуационной советующей системы с нечеткой логикой в классе «ситуация — стратегия управления — действие.

3. В транспортной системе доставки металлогрузов через морские порты использование ситуационной системы с нечеткой логикой позволяет получить эффективные управляющие решения по реализации металлопотоков в режиме реального времени с учетом априорной, текущей и поступающей на каждом шаге принятия решения информации.

4. Представленную сеть формирования управляющих решений в транспортной системе доставки металлогрузов можно использовать для управления работой, как других транспортных систем, так и отдельных их звеньев и элементов.

Список литературы

1. Губенко В. К. Адаптация транспорта металлопотоков к изменяющейся экономической среде/Губенко В.К., Николаенко И.В., Тарасенко А.В.— Донецк: Вебер, 2009.— 236 с.— (Монография/НАН Украины, Институт экономики промышленности).

2. Перевозка экспортно-импортных грузов. Организация логистических систем/[Кириченко А.В., Кононенко В.А., Королева Е.А. и др.]; под ред. А.В. Кириченко.— [2-е изд.].— СПб.: Питер, 2004.— 506 с.

3. Миротин Л. Б. Современный инструментарий логистического управления: [учеб-ник для вузов]/Л.Б. Миротин, В.В. Боков.— М.: Экзамен, 2005.— 496 с.

4. Нефёдова Я.И. Логистическое управление транспортным обслуживанием системы «металлургическое предприятие — порт» в реальном режиме времени: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.22.01/Нефёдова Яна Игоревна.— Х., 2010. — 155 с.

5. Мелихов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой/Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я.— М.: Наука, 1990.— 272 с.

6. Борисов В.В. Нечеткие модели и сети/Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С.— М.: Горячая линия — Телеком, 2007.— 284 с.

Анотація. *Проаналізована робота транспортної системи в умовах ринку металопотоків. З метою досягнення ефективного управління транспортною системою доставки металопродукції запропоноване використання ситуаційних дорадчих систем з нечіткою логікою, що дозволяє в режимі реального часу визначати стратегію управління на основі апріорної, поточної та прогнозної інформації.*

Abstract. *Work of a transport system is analysed in the conditions of market of metal streams. With the purpose of achievement of effective management of a transport system of delivery of metal the use of the situatioonal advising systems with fuzzy logic is offered, that allows in real-time to determine management strategy on the basis of a priori, current and prognosis information.*

Стаття надійшла до редакції 28.03.2011 р.

УДК 347.763 (656.135)

ЭНГЛЕЗИ И. П., к.т. н.; КАЛИНИН А. В., ст. преподаватель,
Донецкая академия автомобильного транспорта

К АНАЛИЗУ ПОДХОДОВ, КАСАЮЩИХСЯ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО ТИПА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА И ОЦЕНКИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ПАКЕТИРОВАННЫХ ТАРНО-ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

Выполнен анализ существующих моделей, методик, применяемых при выборе наиболее эффективного транспортного средства, в том числе, влияние количественных и качественных технико-эксплуатационных показателей на производительность специализированных транспортных средств при перевозке пакетированных тарно-штучных грузов.

Постановка проблемы

К вопросу необходимости применения эффективных автомобилей для конкретного вида груза не уделяется должного внимания, что приводит к дополнительным транспортным издержкам. Оценка эффективности при выборе наиболее рациональных моделей, выпускаемых промышленностью автомобилей, необходима для достижения наилучших экономических показателей автотранспортного предприятия и является основой эффективного планирования перевозок [1].

Анализ литературных источников показывает, что вопросу изучения производительности транспортных средств и их рационального выбора, отводится достаточно большое внимание [1–12]. Основным недостатком предложенных методик относительно выбора транспортного средства при перевозке конкретного вида груза, является отсутствие более детального изучения влияния параметров транспортного процесса на производительность роботы автомобиля. Физика и свойства грузов первого класса изучена и понятна в достаточной мере в вопросе выбора транспортного средства оптимальной грузоподъемности. Степень влияния фактической загрузки груза с низким коэффициентом использования грузоподъемности на общее время погрузки-разгрузки не изучена в достаточной мере, особенно, в использовании специализированного транспортного средства в малых и микро-системах перевозки.

Анализ последних исследований и публикаций

Учитывая тот фактор, что партионные пакетированные тарно-штучные грузы в основном имеют низкий коэффициент использования грузоподъемности, в перевозочном процессе перевозчики стремятся использовать дополнительное оборудование и технические средства, позволяющие максимизировать фактическую загрузку транспортных средств с минимальными издержками с целью уменьшения себестоимости и увеличение производительности.

Следует отметить, что перевозка, не позволяющая использовать наиболее эффективные транспортные средства, относятся к партионной. Итак, к партионным относятся перевозки партий грузов, размер которых меньше грузоподъемности наиболее аффективных транспортных средств, допускаемых предельными осевыми нагрузками и габаритными регламентациями на дорогах [2, 3].

Таким образом, проанализировав и выделив преимущества и недостатки существующих критериев и методов оценки эффективности использования автомобильного транспорта, в дальнейших исследованиях, в качестве инструмента критерия оптимальности для специализированного транспортного средства, будем анализировать производительность и себестоимость перевозки одной тонны груза при использовании специализированного транспортного средства.

Цель статьи

Рассмотреть, а также выявить достоинства и недостатки существующих подходов, применимых в вопросах выбора рационального типа транспортного средства.

Основной раздел

Для разрешения проблемы повышения производительности транспортных средств и выбора рациональных и оптимальных транспортных средств при перевозке тарно-штучных грузов, необходимо более глубоко рассматривать характер влияния не только качественных и количественных технико-эксплуатационных показателей, характеризующих особенности технологического процесса, но и влияние экономических показателей, формирующих необходимые знания в области перевозки грузов с низким коэффициентом использования грузоподъемности с дальнейшим усовершенствованием и применением всевозможных устройств и механизмов, вплоть до изменения параметров кузова автомобиля с технической и экономической точки зрения.

При выборе рационального типа подвижного состава, решающее значение имеют мощность и структура грузовых потоков, род перевозимых грузов, дальность перевозки грузов, дорожные и климатические условия, район перевозок, способы организации и выполнения погрузочно-разгрузочных работ, системы и методы организации перевозок в перспективе развития грузовых автомобильных перевозок. Одним из наиболее крупных резервов увеличения эффективности грузового автомобильного транспорта является применение в каждом АТП таких автомобилей, которые для данного вида перевозок и условий эксплуатации была бы наиболее эффективны.

В своей работе Говорущенко Н.Я. указывает на то, что многообразие дорожно-транспортных и других условий эксплуатации требует выбора и применения наиболее рационального типа подвижного состава по грузоподъёмности, т. е. наиболее эффективной моделью транспортного средства принимается автомобиль, имеющий рациональную грузоподъёмность. В работе отмечается, что при выборе типа подвижного состава (одиночные бортовые автомобили определённой грузоподъёмности, самосвалы, специализированные автомобили, автопоезда) необходимо учитывать род перевозимых грузов и мощность грузовых потоков, дорожные и климатические условия, срочность перевозок, производительность и себестоимость перевозок.

Лейдерман С.Р. [14] также рекомендует производить выбор грузоподъёмности автомобилей по себестоимости перевозок и с целью уточнения известной формулы себестоимости предла-

гает переменные расходы выражать линейной зависимостью, учитывающей грузоподъёмность автомобиля.

После соответствующих расчётов из автомобилей различной грузоподъёмности выбирается тот автомобиль, который обеспечивает наименьшую себестоимость перевозок.

Особый интерес представляют исследования в области изучения эффективности использования автомобилей, проведенные Бронштейном Л.А., который установил, что для оценки эффективности применения различных типов подвижного состава в различных условиях эксплуатации необходимо связать эксплуатационно-технические и транспортно-эксплуатационные качества автомобиля по двум основным параметрам, динамичности автомобиля и экономичности автомобиля. На основании этих данных рекомендуется оценивать производительность данного типа автомобиля в различных дорожно-транспортных условиях. Это позволит подойти к определению сравнительной эксплуатационно-экономической характеристики, представляющей собой график зависимости эксплуатационно-экономического фактора от размера эксплуатационных затрат и коэффициента загрузки автомобиля. Таким образом, экономическая эффективность автомобиля рассматривается как комплексная проблема, которая определяется системой показателей, являющихся функцией эксплуатационно-технических, транспортно-эксплуатационных и эксплуатационно-экономических качеств автомобиля, а также совершенства организации работы подвижного состава.

Квитко Х.Д. предлагает в качестве единого показателя сравнительной эффективности использовать прибыль, получаемую автотранспортным предприятием за 1 час работы подвижного состава. Данный показатель совмещает в себе итоговые показатели использования автомобилей — выработку подвижного состава и себестоимость единицы работы. Согласно этому показателю повышение эффективности использования подвижного состава означает повышение часовой прибыли автотранспортного предприятия от использования подвижного состава.

В качестве недостатка использования данного критерия можно указать повышенную трудоёмкость расчётов, которые необходимо проводить для каждого конкретного случая.

Что касается выбора подвижного состава от номинальной грузоподъёмности при запланированном объеме перевозки, то основной акцент ставится на определение производительности и себестоимости перевозок для каждой из сравниваемых моделей и по мнению автора [2,3,9,12] такие расчеты громоздки и нецелесообразны в условиях оперативной работы автотранспортных предприятий и таким образом предлагается метод ускоренного сравнения моделей подвижного состава (графоаналитический метод). При долгосрочном планировании характерен учет широкого круга факторов [14]: транспортных, дорожных, природно-климатических, социально-экологических. Выбор автомобиля по грузоподъемности производится, как правило, исходя из стремления обеспечить соответствие грузоподъемности автомобиля партионности перевозок [15,16]. Таким образом, достигается упрощение задачи выбора автомобиля для мелкопартионных перевозок, поскольку при соответствии грузоподъемности автомобиля размеру партии груза, имеет место более простой случай выбора автомобиля для работы на маятниковых маршрутах.

Также известен метод сравнения автопоезда и автомобиля, бортового автомобиля и самосвала по производительности, где изучается вопрос характера и степени влияния параметров автопоезда и автомобиля, характеризующим главные показатели их работы: грузоподъемность, время погрузки или разгрузки, скорость движения. По мнению автора [1–3, 12–14] коэффициенты использования грузоподъемности γ и пробега β принимаются равными, так как возможность и диапазон их изменения для автопоезда и автомобиля в обычных условиях примерно одинаковы[2,3,12–14].

Рассматривая формулы (1) и (2) данный метод сравнения имеет ряд допущений, а именно, в том, что включен статический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля, а значит $t_{н\text{-}р}=f(y_c)$, т.е при возрастании y_c увеличивается или уменьшается не только количество погрузочно-разгрузочных операций, но и фактическое время погрузки-разгрузки соответствен-

но автомобиля и автопоезда, кроме этого коэффициент использования пробега и статический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля функционально связаны.

Недостатком данного подхода, является то, что автором не была учтена закономерность изменения времени погрузки-разгрузки от грузоподъемности транспортного средства, кроме того отсутствует прямая связь $t_{н\text{-}р}=f(q_н\gamma)$, а также степень влияния и рациональность капиталовложений при изменении конструкции усовершенственного транспортного средства, позволяющего увеличивать фактическую загрузку. В теории автомобильных перевозок существует аналитическая зависимость между себестоимостью и грузоподъемностью, которая указывает на то, что с ростом грузоподъемности автомобиля и автопоезда в одинаковых условиях эксплуатации наблюдается снижение себестоимости и уменьшение трудозатрат. Это важное положение, которым пользуются на практике как автомобилестроители, так и эксплуатационные хозяйства в своей деятельности. Таким образом, изменение грузоподъемности (увеличение или уменьшение) в значительной мере влияет на рентабельность автомобильных перевозок. Определение грузоподъемности автомобилей является важной экономической задачей, и устанавливаться она должна исходя из объемного веса и других характеристик груза с учетом существующих дорожных ограничений. Таким образом, для дальнейшей оценки выбора рационального типа транспортного средства и его эффективного применения при перевозке пакетированных тарно-штучных грузов, является повышение производительности транспортного средства и снижение затрат на доставку тарно-штучных пакетированных грузов с использованием специального оборудования или специализированного транспортного средства адаптированного для максимального увеличения фактической загрузки кузова.

Выводы

Анализ существующих зависимостей имеют ряд существенных допущений, а именно: условия и модели выбора транспортного средства являются частными и решают обособленные задачи, при этом не учитывают возможность использования универсальных специализированных автомобилей с возможностью увеличения фактической загрузки; предложенные методики не учитывают сроки окупаемости проекта на приобретение, реконструкцию или техническое усовершенствование автомобиля, базирующихся только на сравнительном анализе производительности и себестоимости перевозок; не учитывается взаимосвязь между временными и количественными показателями технологического процесса перевозки, что снижает научную значимость. В соответствии выполненного анализа выявлена возможность использования в зависимостях производительности и себестоимости перевозок входящих переменных с их функциональными взаимосвязями $t_{н\text{-}р}=f(q_н,\gamma)$, что представляет актуальность и значимость при выборе рационального типа транспортного средства, а также и его эффективного использования при перевозке пакетированных тарно-штучных грузов.

Список литературы

1. Проблемы совершенствования перевозок грузов и механизации погрузочно-разгрузочных работ: Сб.науч.тр./Гос.НИИ автомоб. трансп. (НИИАТ). — М., 1986. –190 с.

2. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. — К.: Вища школа, 1986. — 447с.

3. Автомобильные перевозки/Афанасьев Л.Л. и др. — М.: Изд-во «Транспорт, 1973. — 320 с.

4. Авторское свидетельство Украины №81 681.

5. Чеботаев А.А. Специализированные автотранспортные средства: выбор и эффективность применения. — М.: Транспорт, 1988. — 159 с.

Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки (Основы теории транспортного процесса). — К.: Вища школа, 1979. — 392 с.

Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. — К.: Вища школа, 1986. — 447с.

Горев А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений/А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 256 с.

Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 288 с.

10. Воркут А.И. Разработка теоретических основ и методов рациональной организации транспортного процесса при автомобильных перевозах партионных грузов. Дис…. д-ра техн. наук: 05.22.10. — К., 1987. — 299 с.

11. Савин В.И. Перевозки грузов автомобильным транспортом. — М.: Дело и сервис, 2002. — 544 с.; Развитие автомобильных транспортных средств/Под ред. Великанова Д.П. — М.: Транспорт, 1984. — 120 с.

12. Великанов Д.П. Перспективные типажи автомобилей и требования к их развитию на период до 1990 г. // Автомобильный транспорт. — 1978. — № 2. — С.27 –31.

13. Воркут А.И., Калинин А.Г. Оптимизация автомобильных партионных перевозок в смешанном сообщении. // Респ. межвед. научн.-техн. сб. «Автомобильный транспорт». — 1976. — Вып. 13. — С.8 –15.

14. Лейдерман С.Р. Эксплуатация грузовых автомобилей (технико-экономические основы). — М.: Транспорт, 1966 . — 150 с.

Анотація. *Виконано аналіз існуючих моделей, методик застосовуваних при виборі найбільш ефективного транспортного засобу, у тому числі, вплив кількісних і якісних техніко-експлуатаційних показників на продуктивність спеціалізованих транспортних засобів при перевезенні пакетованих тарно-штучних вантажів.*

Abstract. *The analysis of existent models is executed, methods applied at the choice of the most effective transport vehicle, including, influence of quantitative and high-indexes on the productivity of the specialized transport vehicles at transportations of the palletized packing-case-piece loads.*

Стаття надійшла до редакції 18.03.2011 р.

УДК 656.212.5

ВІХОВСЬКА Л. Й., ст. викладач, Донецький державний інститут залізничного транспорту

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ВИРОБНИЦТВОМ У МУЛЬТИМОДАЛЬНОМУ КОРИДОРІ

Запропонована схема взаємодії інформаційно-логістичного центру з учасниками процесу товароруху в транспортному вузлі та розроблена методика системної організації управління транспортними компаніями у мультимодальному коридорі.

Постанова проблеми

Мультимодальні міжнародні перевезення по транспортних коридорах здійснюють у жорсткій конкурентній боротьбі за завоювання транспортного ринку. Конкуренція має місце як між вітчизняними й іноземними перевізниками, так і між окремими компаніями різних видів транспорту. Конкурентоздатність транспортної компанії може бути забезпечена тільки при високій ефективності всієї її сукупної діяльності. Основу такого ефективного функціонування складає система управління.

Управління будь-якими об'єктами, у тому числі і транспортних компаніях, містить у собі, як відомо, три головні процедури:

- інформаційне уявлення про стан об'єкта управління;
- обробку й аналіз отриманої інформації;
- вироблення й реалізацію управлінських рішень.

В умовах ринкової економіки всі параметри стану транспортної діяльності регулюються конкурентним ринком. У зв'язку з цим обґрунтоване системно і гнучко, у розрахунку на динаміку

кон'юнктурних змін, управління вимагає математичного представлення про стан об'єкта. У подібній ролі може виступати економіко-математична модель транспортної діяльності. Її проекція на проблеми управління в мультимодальному коридорі — ще одна логічно необхідна ланка в системній організації виробництва.

Мета статі

Розробка методики системної організації управління транспортними компаніями в мультимодальному коридорі.

Основний розділ

Транспорт на доринковому етапі розвитку вітчизняної економіки був орієнтований на досягнення заданих показників по об'єму перевезень кожної з транспортних галузей. При переході до ринку метою транспорту стає не забезпечення економічного благополуччя окремих транспортних галузей, а гарантована державним законодавством реалізація однієї з найважливіших потреб людини — потреби в переміщенні будь-яких об'єктів за схемою «від дверей до дверей» і точно в термін.

Жоден вид транспорту, особливо на магістральних маршрутах, не може забезпечити повний цикл переміщення за зазначеною схемою. Відповідно до передбачуваної технологічної схеми транспорт виступає як єдина система, що, незалежно від виду транспортних комунікацій і типу рухомого складу, повинна забезпечувати задоволення попиту споживача (від окремої людини до великого промислового або аграрного підприємства) на переміщення об'єкта транспортування на умовах, обумовлених споживачем.

При такій саме постановці питання безліч клієнтів і транспортних підприємств різної форми власності утворять складну ієрархію зв'язків і відносин, що з повним правом можна буде називати «Єдиною транспортною системою». При всьому різноманітті і складності цієї системи функціонально її структура реально складається в такий спосіб (рис. 1).

Головною задачею управління транспортом у рамках країни є ефективна взаємодія всіх елементів транспортної системи з урахуванням соціальної справедливості, безпеки, екологічності і комфортності.

Виконання подібної задачі вимагає централізованого державного управління транспортними мережами не шляхом типового для директивно-планової економіки розподілу ресурсів, а на основі вироблення загальних «правил гри» у виді нормативно-законодавчих актів і єдиної програми розвитку транспортної системи України.

Концептуально система управління єдиною транспортною системою може бути представлена як сукупність трьох підсистем:

– державні органи управління (транспортні міністерства і відомства);
– територіальні (регіональні) державні органи управління (місцеві департаменти і комітети з транспорту, місцеві представники регіональних органів управління і т. д.);
– системи управління транспортними компаніями.

Як показує досвід країн зі стабільною ринковою економікою, державне управління на державному і регіональному рівнях має на меті забезпечення скоординованої транспортної діяльності на основі розробки і реалізації транспортного законодавства і довгострокової державної комплексної програми розвитку транспортних систем. Це зберігає єдність дій всіх учасників техніко-технологічних процесів незалежно від видів транспорту і форм власності. При цьому роль регіональних органів управління транспортною діяльністю у світовій практиці істотно вище, ніж у вітчизняній практиці.

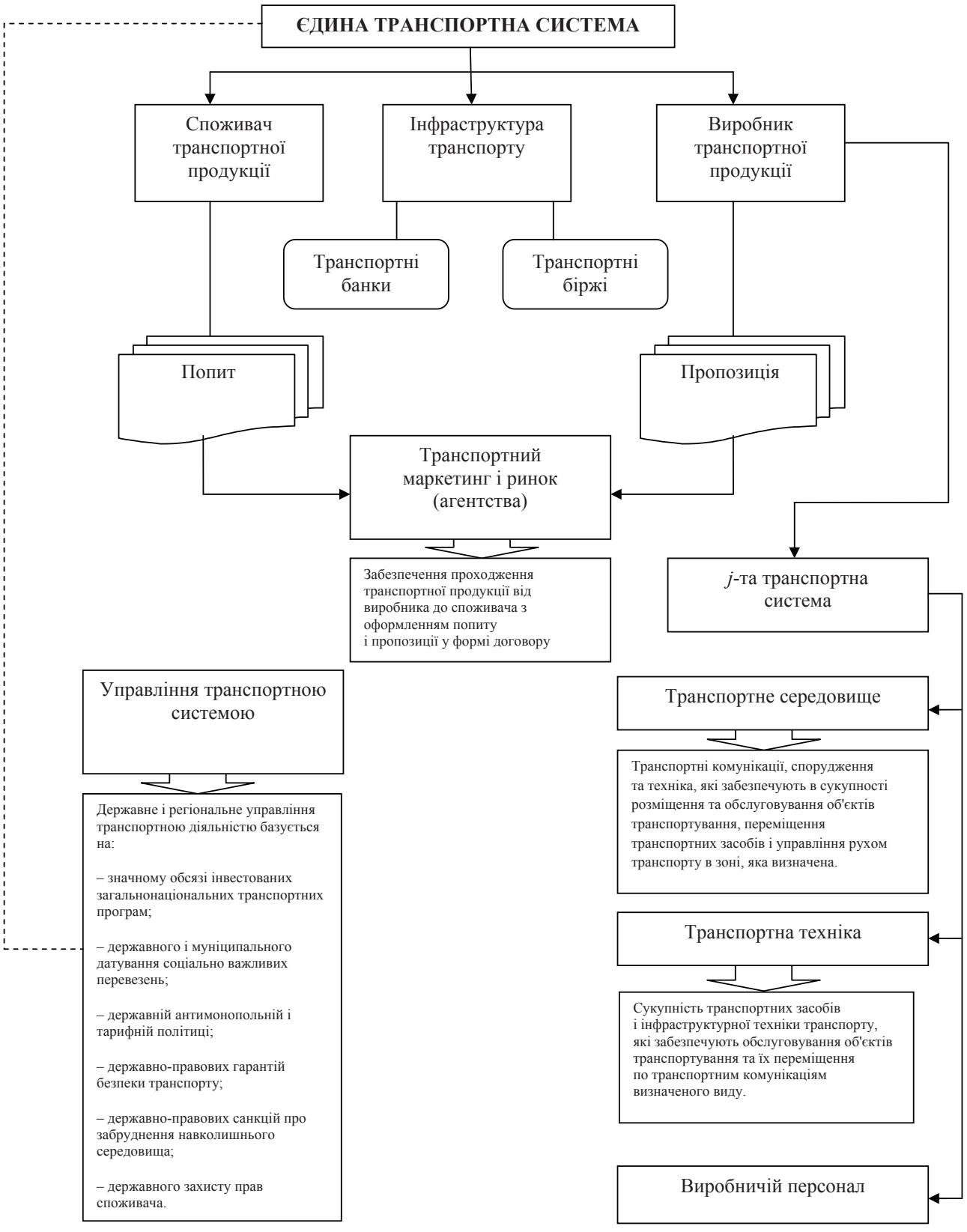


Рис. 1. Функціональна схема єдиної транспортної системи

Функції регіонального органа управління транспортом стосуються тільки визначеної зони, що відповідає цілям діяльності транспортних компаній, що здійснюють перевезення в межах цієї території.

Формування регіональної системи управління мультимодальними міжнародними перевезеннями в транспортному вузлі представляє складну багатопланову проблему. Виконати супутні цьому задачі поодинці не здатна жодна транспортна компанія в ранзі самостійного суб'єкта, що хазяйнує. Об'єднавчу основу системи управління транспортною діяльністю в рамках транспортного коридору не можуть скласти і директивні об'єднання державного типу. Малоймовірним є створення об'єднаних акціонерних товариств холдингового типу, тому що існуючі транспортні компанії навряд чи побажають утратити свою юридичну самостійність і завойовані позиції на транспортному ринку.

Впевнено працюючі транспортні компанії будуть зацікавлені в забезпеченні своєї монополії на найбільший обсяг перевезень, що не завжди відповідає оптимальному варіанту перевезень по тому чи іншому мультимодальному транспортному маршруту. Ситуацію погіршують ті випадки, коли мультимодальні маршрути носять тимчасовий характер. Так, наприклад, у даний час через недосконаліть вітчизняної системи оподатковування і ряду дискримінаційних (стосовно транспортників) правових актів морські перевезення переважно виконують іноземні судна.

Інформаційну і логістичну основу функціонування транспортних компаній повинні створювати інформаційно-логістичні центри транспортних вузлів. У країнах з розвинутою ринковою економікою більш 20% валового внутрішнього продукту формується з використанням логістичних систем і технологій.

Логістика заміщає сьогодні в багатьох випадках планування, організацію і проектування, є важливою підмогою в стратегічному управлінні складними процесами. І відбувається це в руслі тенденцій, які фахівці зв'язують з технологізацією обертання і розподілу ресурсів у масштабах світового господарства, повсюдним переходом від ієрархічної архітектури систем управління до мережевих принципів і моделей1.

Метою інформаційно-логістичного центру як системоутворюючого елемента управління мультимодальними міжнародними перевезеннями є забезпечення ефективної організації товароруху, починаючи з товаровиробника і кінчаючи споживачем товару. У цьому процесі першочергово важливі:

– збір, обробка і комутація на єдиній базі інформації для учасників процесу товароруху;

– маркетингові дослідження в інтересах учасників товароруху;

– аналіз можливих маршрутів руху вантажів і обґрунтування оптимальних вантажопотоків;

– безупинний електронний супровід вантажів по маршрутах руху з наданням користувачам інформації в реальному масштабі часу;

– моніторинг руху фінансових ресурсів при оплаті транспортної діяльності.

Обов'язковою умовою ефективного управління на основі даних інформаційно-логістичного центру є комп'ютеризація з використанням програмних модулів єдиної математичної моделі транспортної діяльності. Для цього за оперативною інформацією формується база відомостей про імпортні, експортні вантажопотоки і власників вантажів, мережі шляхів сполучення і транспортних компаній.

Виходячи зі сформованих представлень, типова структурна схема взаємодії інформаційно-логістичного центру з учасниками процесу товароруху в транспортному вузлі може набути той вид, що зазначений на рис. 2.

Ієрархічна структура економіко-математичної моделі транспортної діяльності дозволяє на практиці управління транспортними компаніями передбачити кількісні співвідношення для оцінки роботи керуючих. В основі такої постановки, питання — адекватне задачі науково-теоретичного поняття про цільові функції управління.

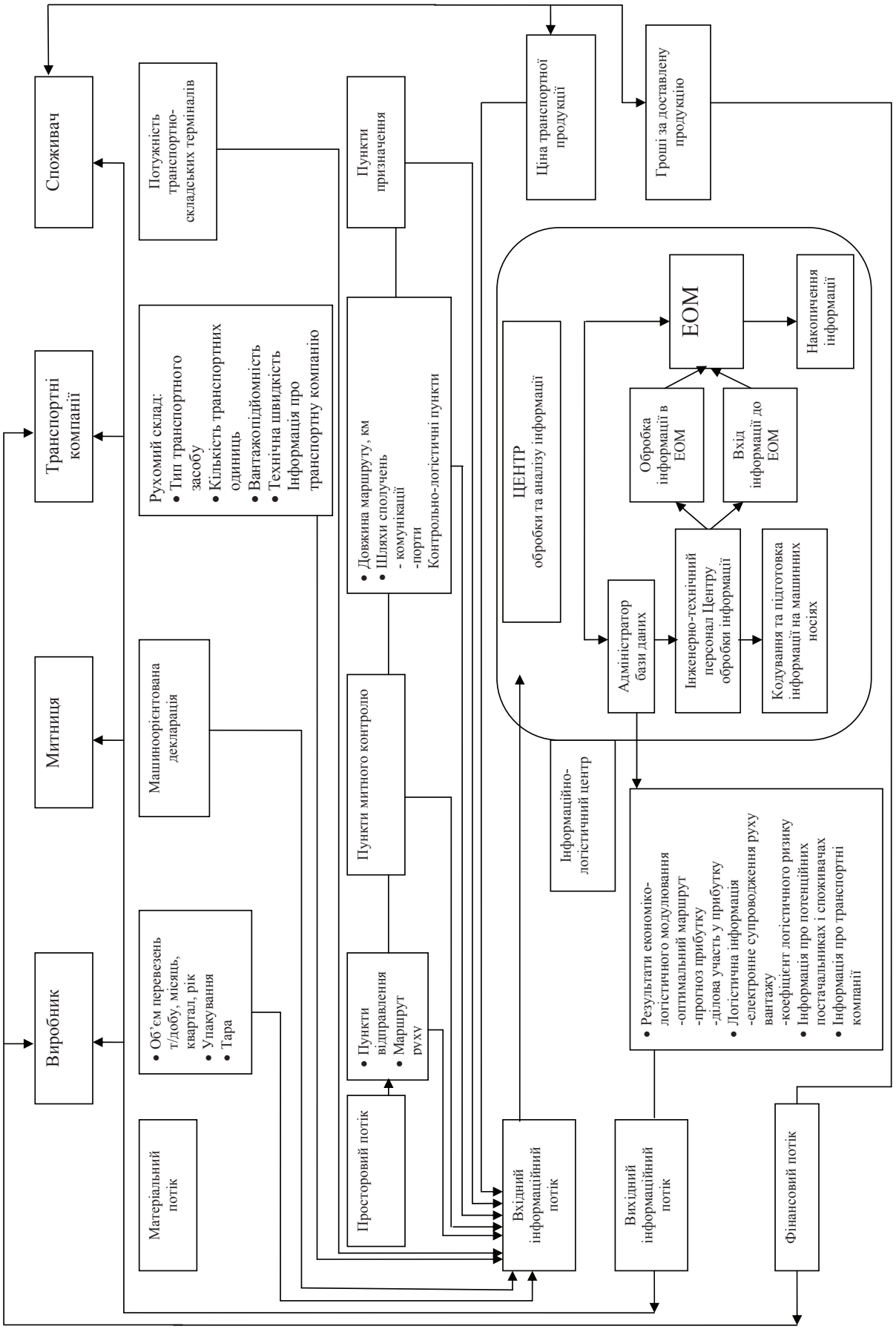


Рис. 2. Структурна схема взаємодії інформаційно-логістичного центра з основними учасниками процесу товароруху

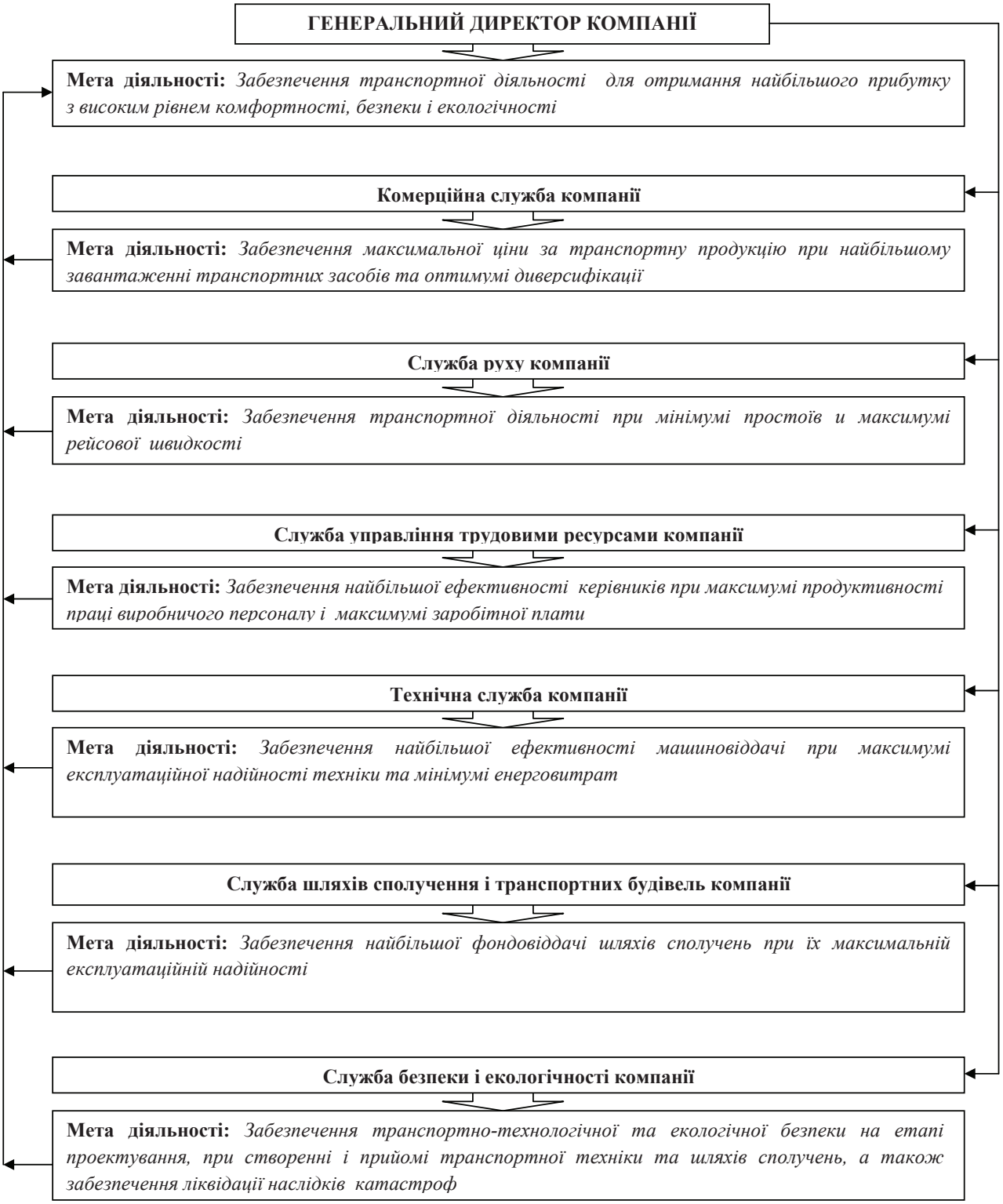


Рис. 3. Функціональна модель управління транспортной компаніей

Цільовими функціями управління прийнято називати аналітичні залежності, що чисельно відображають ціль управлінської діяльності відповідної персони зі складу керівництва системою.

Насамперед необхідно встановити вид цільової функції для керівника транспортної компанії — Генерального керуючого. Цільова функція, що кількісно відображає ефективність

його діяльності, вважається генеральною функцією управління. Кількісно ціль діяльності керівника збігається з метою транспортної діяльності компанії. Тому для визначення виду генеральної цільової функції варто установити, який параметр кількісно характеризує мета транспортної діяльності.

В умовах державного управління при командно-директивній економіці відповідь на це питання була гранично проста: ціль транспортної діяльності складалася в забезпеченні директивно заданих об'ємних показників.

В умовах товарного господарювання при різноманітті форм власності і конкуренції на ринку метою транспортної діяльності з позицій власників компанії є одержання найбільшого прибутку при дотриманні суспільних потреб у транспортній продукції з урахуванням максимальної комфортності обслуговування споживача і безпеки транспортного процесу. Відповідно кількісною мірою досягнення цієї мети стає величина прибутку.

Забезпечення найбільшого значення прибутковості транспортної діяльності є основним змістом впливів керуючого (генерального директора) транспортної компанії на організаційні структури системи управління. Склад цих структур і їхніх цільових функцій можуть бути встановлені на основі аналітичної залежності для генеральної функції управління.

Генеральна цільова функція є функціонал, що залежить від ряду функцій, що чисельно характеризують ефективність діяльності окремих керівних структур транспортної системи. Ці функції можуть розглядатися як цільові функції управління другого рівня, що визначає ефективність діяльності відповідних персон зі складу керівництва транспортною компанією. Розглянемо змістовну сутність і аналітичні залежності даних цільових функцій (рис. 3).

Генеральна цільова функція управління транспортними системами дорівнює:

$$\Phi = (1 - n_n) F_k F_p - (F_{tp} + F_t + F_{km} + F_b)$$

n_n — число відповідних експлуатаційних витрат;

F_k — комерційна цільова функція;

F_p — цільова функція управління рухом;

F_{tp} — цільова функція управління трудовими ресурсами;

F_t — технічна цільова функція;

F_b — цільова функція безпеки й екологічності транспортних процесів.

Висновки

У процесі управління транспортною діяльністю здійснюються наступні управлінські процедури:

– збір і передача інформації про стан об'єкта управління;
– обчислення цільових функцій управління за визначений період часу і на перспективу;
– передача інформації про значення цільових функцій управління;
– оцінка керівництвом транспортної компанії отриманої інформації і вироблення керуючої інформації для забезпечення необхідного рівня ефективності транспортної діяльності;
– реалізація управлінської інформації шляхом впливу на ресурси транспортної компанії;
– контроль ефективності керуючих впливів шляхом передачі керівництву компанії інформації зворотного зв'язку.

На основі цього запропонована методика системної організації управління транспортними компаніями.

Список літератури

1. Крыжановский ГА. Управление транспортными системами/Г.А. Крыжановский, В.В. Шашкин. — СПб., 1998. — Ч. 1. — С 73.

2. Щедровицкий П.Г. Русский мир: Возможные цели самоопределения // Независимая газета. — 2000. — 11 февраля.

3. Гончаров В.В. Руководство для высшего управленческого персонала: в 2-х томах. — М., 1997.

4. Смехов А.А. Основы транспортной логистики: Учебн. для студентов вузов ж.-д. транспорта. — М.: Транспорт, 1995. — 197 с.

Аннотация. *Предложена схема взаимодействия информационно-логистического центра с участниками процесса товародвижения в транспортном узле и разработана методика системной организации управления транспортными компаниями в мультимодальном коридоре.*

The summary. *The scheme of interaction of the information-logistical centre with participants of process of movement of the goods in transport knot is offered and the technique of the system organisation of management by transport companies in a multimodal corridor is developed.*

Стаття надійшла до редакції 20.04.2011 р.

УДК 656.223.2

ШЕХОВЦОВ О.І., ст. викладач, Донецький державний інститут залізничного транспорту

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОРОЖНІМ РУХОМИМ СКЛАДОМ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ

Проаналізовано технологію забезпечення порожніми вагонами спеціалізованих вантажних станцій, виявлено недоліки існуючої технології та запропоновано заходи з удосконалення поїздоутворення.

Постановка проблеми

При організації експлуатаційної роботи залізничного транспорту необхідно враховувати та використовувати ресурсозберігаючі технології, які пов'язані з організацією перевізного процесу. Для раціонального використання вагонного парку, скорочення обігу вагона, зменшення часу простою вантажного вагона на станціях, покращення якісних та кількісних показників роботи необхідно розробляти нові та удосконалювати існуючі технології організації вагонопотоків та поїздоутворення [1].

Залізниці як і раніше залишаються головними транспортними артеріями України. В цілому залізничний транспорт працює відносно стабільно і навіть спостерігається збільшення обсягів перевезень масових вантажів (коксу, залізорудної сировини, чорних металів) [2]. Однак разом зі збільшенням обсягів перевезень виявляються і проблеми залізниць, серед яких найбільш гостро постають: обмеженість ресурсів залізничного транспорту (вагонного парку) та значний знос рухомого складу, який використовується для перевезення [3]. Саме тому важливе значення має раціональний розподіл порожніх вагонів.

Аналіз останніх досліджень

В останніх дослідженнях питанню розподілу порожніх вагонів приділяється значна увага, зокрема критерієм оптимальності, при виборі варіантів регулювання вагонного парку, окрім витрат вагоно-годин зазначається і експлуатаційний стан вагонів [4].

Раціональна система організації порожніх вагонопотоків забезпечує найбільш швидку доставку необхідних вагонів з місць розвантаження до місць завантаження, розподіл вантажної роботи поміж станціями з найбільш оптимальним завантаженням їх потужностей, вибір варіанту шляху прямування порожнього вагону на певному полігоні.

Регулювання вагонопотоків на рівні залізниці виконує диспетчер-вагонорозпорядник (ДГПВ), який для прийняття найбільш ефективних рішень повинен обробляти значний потік інформації про стан транспортної системи та процес перевезень, розв'язувати багаторівневу задачу управління рухомими одиницями в умовах жорстких часових обмежень [5, 6].

Мета статті

Удосконалення технології розподілу порожнього рухомого складу після перевезення специфічних вантажів.

Основна частина

Для моделювання руху порожніх вагонопотоків обрано технологію розподілу вагонів до станцій навантаження після вивантаження з них глини у ДП «Маріупольський МТП». Клієнти, які працюють з даним вантажем розташовані на станціях Очеретине, Мерцалове, Костянтинівка, Кіндратівка, Дружківка, Часів Яр та Попасна Донецької залізниці. Моделювання виконується за допомогою математичного апарату мереж Петрі.

Граф мережі Петрі у випадку моделювання існуючої технології роботи зображено на рис. 1.

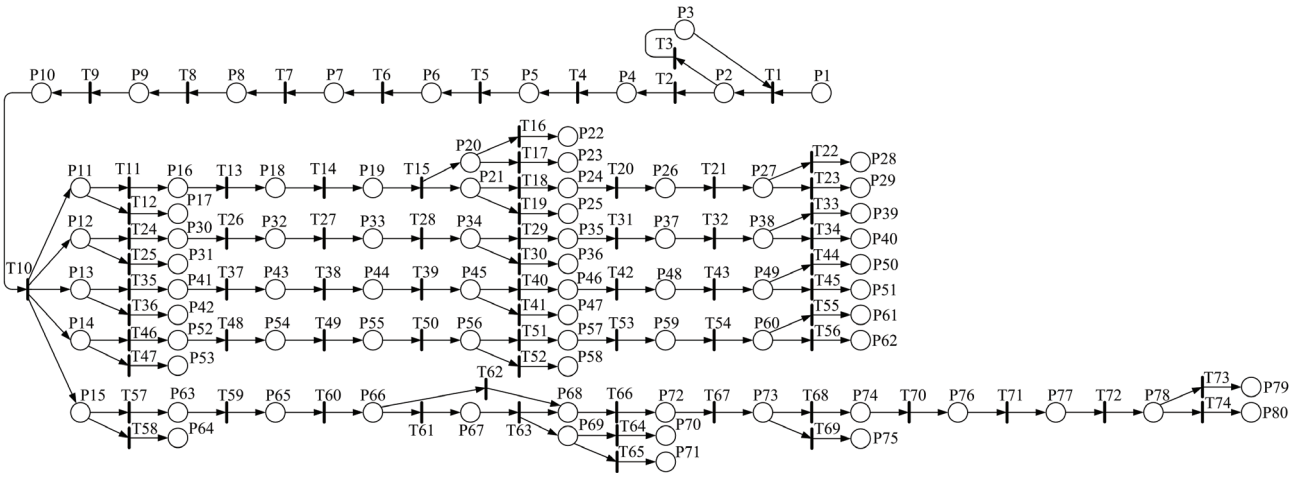


Рис. 1. Модель роботи за існуючою технологією

За існуючою технологією роботи відбір вагонів, придатних під навантаження глини, виконується на найближчій вантажній або опорній сортувальній станції. Одержувач зобов'язаний повністю очистити вагон після вивантаження вантажу [7], якщо вони неочищені, то залишаються в порту для очищення (Р3), після якого повертаються залізниці (Р4), та на станції Маріуполь-Порт виконується їх накопичення (Р5) для слідування у составі поїзда до опорної сортувальної станції Волноваха (Т6). На станції Волноваха состав поїзду проходить розформування (Т7),

після чого вагони підлягають накопиченню (Р8) на состав поїзду призначенням до наступної сортувальної станції Ясинувата (Т9).

По прибуттю вагонів на станцію Ясинувата (Р10) — ДГПВ, в залежності від наявності заявок, приймає рішення про накопичення порожніх вагонів для конкретної станції (Р11 — Дружківка та Кіндратівка, Р12 — Очеретине, Р13 — Мерцалове, Р14 — Попасна, Р15 — Костянтинівка та Часів Яр), при чому порожні вагони накопичуються разом з навантаженими, без виділення вагонів призначених для перевезення конкретних вантажів. Також, при відсутності потреби у порожніх вагонах на зазначених станціях, вони використовуються за заявками для перевезення вантажів з інших станцій (Р17, Р31, Р42, Р53, Р64).

Вагони, які призначені для станцій Дружківка та Кіндратівка (Р16 — Р29), слідують зі станції Ясинувата у составі збірного двогрупного поїзду, призначенням на Красний Лиман, до станції Дружківка (Т14). По прибуттю поїзду на станцію Дружківка (Р19) відбувається відчеплення груп вагонів, призначених для станцій Дружківка та Кіндратівка (Т15). При наявності у відчепленій групі порожніх вагонів, перевіряється наявність заявок відправників на перевезення глини (Р20), при їх наявності (Т16), вагони подають відповідним вантажовідправникам (Р22), в іншому випадку (Т17) використовують для навантаження інших вантажів (Р23). Якщо у групі, яка була відчеплена від збірного поїзду, є вагони призначенням для станції Кіндратівка (Т18), то вони очікують постановки до вивізного поїзду (Р24) та доставляються по призначенню (Т20), якщо таких вагонів немає (Т19), то відповідні колії станції Дружківка залишаються порожніми (Р25). По прибуттю вивізного поїзду до станції Кіндратівка (Р26), відбувається його розформування (Т21) і при наявності у составі порожніх вагонів та заявок відправників на перевезення глини (Т22), відбувається подача вагонів відповідним відправникам (Р28).

Вагони, які призначені для станції Очеретине (Р30 — Р40), слідують у составі вивізного поїзду до станції Авдіївка (Т27). По прибуттю на станцію Авдіївка (Р33) поїзд розформовується (Т28), і при наявності у його составі групи вагонів, призначенням до станції Очеретине (Т29), вони виставляються на відповідну колію (Р35). По закінченню часу виконання всіх необхідних операцій (Т31) формується передача (Р37) і маневровим локомотивом вагони доставляються до станції Очеретине (Т32), по прибуттю на яку (Р38) визначається наявність заявок відправників на перевезення глини (Т33) і вагони подаються відповідним відправникам (Р39).

Вагони, які призначені для станції Мерцалове (Р41 — Р51), слідують зі станції Ясинувата у составі поїзда, призначенням на наступну технічну станцію — Красноармійськ (Т38). По прибуттю поїзда (Р44), відбувається його розформування (Т39), і при наявності у составі групи вагонів, призначенням на станцію Мерцалове (Т40), вони накопичуються на коліях сортувального парку, призначених для накопичення вагонів для станції Легендарна (Р46). Далі формується вивізний поїзд з трьох груп, до станціъ Легендарна (Т42), який включає в себе вагони призначені на станцію Мерцалове. По прибуттю поїзда на станцію Мерцалове (Р49), визначається наявність у відчепленій групі порожніх вагонів та заявок відправників на перевезення глини (Т44) і вагони подаються відповідним відправникам (Р50).

Вагони, які призначені для станції Попасна (Р52 — Р62), слідують у составі дільничного поїзду до сортувальної станції Дебальцеве-Сортувальна (Т49), по прибуттю на яку (Р55) поїзд розформовується (Т50). При наявності у составі поїзду груп вагонів, призначених для станції Попасна (Т51) відбувається їх накопичення (Р57), для слідування у составі дільничного поїзду до станції Попасна (Т54). По прибуттю на яку (Р60), та за наявності порожніх вагонів та відповідних заявок (Т55), вагони подаються під навантаження глини (Р61).

Вагони, які призначені для станцій Костянтинівка та Часів Яр (Р63 — Р80), слідують зі станції Ясинувата у составі дільничного поїзда призначенням до станції Краматорськ (Т60), з відчепленням по станції Костянтинівка. По прибуттю поїзду на станцію Костянтинівка (Р66), перевіряється наявність у його составі вагонів, призначених для цієї станції (Т61) і відповідні вагони відчіплюються (Т63). Після чого наявність у відчепленій групі порожніх вагонів (Р69)

та при наявності заявок відправників на подавання їм порожніх вагонів для перевезення глини (T64), їм подаються відповідні вагони (P70). Якщо поїзд прибуває на станцію Костянтинівка, а вагони, призначені для цієї станції, у составі відсутні то він прослідує станцію без зміни составу (T62). По прибуттю поїзду на станцію Краматорськ (P72), він розформовується (T67), і при наявності у составі груп вагонів, призначених для станції Часів Яр, вони накопичуються на состав поїзду, який буде слідувати до станції Ступки (P74). Далі у составі вивізного двогрупного поїзду, вагони слідують до станції Часів Яр (T71), по прибуттю на яку (P77), відповідну групу відчіплюють (T72), а порожні вагони, при наявності заявок подають відправникам для навантаження глини (P79).

Таким чином, за рахунок переробки вагонопотоків на технічних станціях, може виникати додатковий час порожнього пробігу вагонів.

Для зменшення часу обігу вагонів та покращення технології роботи після перевезення специфічних вантажів пропонується технологія, за якою перевезення буде частково відбуватися «кільцевими маршрутами» (рис. 2). За цією технологією, вагони після перевезення глини будуть направлятися під завантаження глиною, таким чином, буде відсутня необхідність очищення вагонів після вивантаження вантажу. При наявності в порту порожніх вагонів після вивантаження глини (P1) вони повертаються залізниці (T1), та після приймання вагонів залізницею (P2) — забираються на станцію Маріуполь-Порт (T2).

На станції Маріуполь-Порт, в залежності від наявності заявок відправників на перевезення глини, вагони призначаються для накопичення на конкретну станцію (P3) і в подальшому з них формуються порожні маршрути (для станцій Мерцалове та Очеретине (T3), а також станцій Костянтинівка, Кіндратівка та Дружківка (T4), середньодобові вагонопотоки з цих станцій дозволяють сформувати відправницькі маршрути), а вагони призначенням на Попасну та Часів Яр (T5) будуть у составі поїздів направлятися до опорної сортувальної станції Волноваха, звідки будуть слідувати до станцій призначення відповідно до плану формування поїздів (за цими призначеннями середньодобовий вагонопотік недостатній для формування відправницьких маршрутів). Колійний розвиток станції Маріуполь-Порт дозволяє виділити колії для накопичення составів маршрутів.

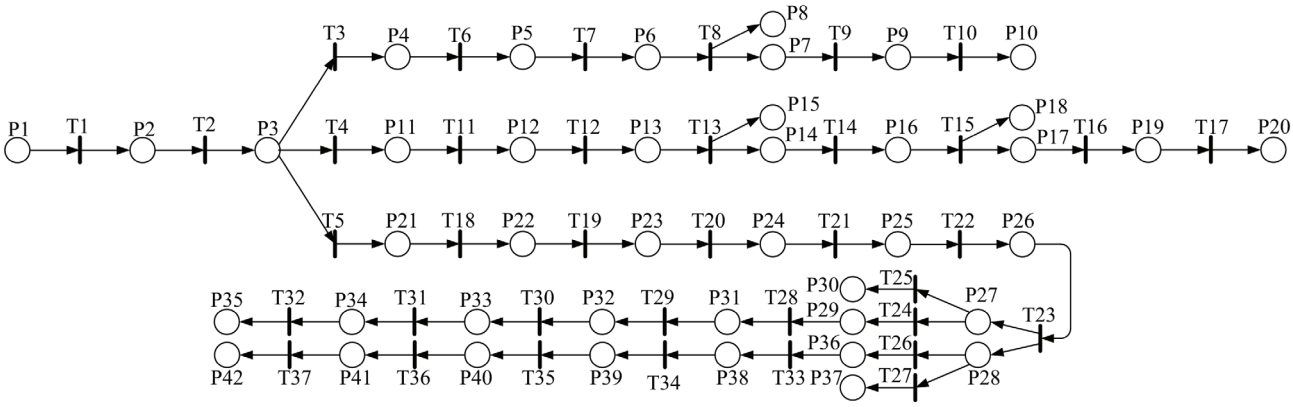


Рис. 2. Модель роботи за технологією, яка пропонується

Вагони, які призначені для станцій Мерцалове та Очеретине (T3) накопичуються на состав маршруту (P4), який формується (T6) тільки за наявності визначеної кількості вагонів, призначених для кожної з цих станцій. Сформований маршрут відправляється (P5), і слідує до станції Очеретине (T7), по прибуттю на яку (P6) від составу відчіплюється група вагонів (T8), призначених для подавання під навантаження глини (P8). Після чого поїзд відправляється (P7) та слідує до станції Мерцалове (T9), по прибуттю на яку (P9) розформовується (T10) і вагони подаються вантажовідправникам для навантаження глини (P10).

Вагони, які призначені для станцій Костянтинівка, Кіндратівка та Дружківка (Т4) накопичуються на состав маршруту (Р11), який формується (Т11) тільки за наявності визначеної кількості вагонів, призначених для кожної з цих станцій. Маршрут почергово прослідує станції Костянтинівка (Р13), Кіндратівка (Р16), на яких відбувається відчеплення (Т13, Т15) вагонів, призначених для перевезення глини з цих станцій. Поїзд, з вагонами які залишилися у составі прибуває на станцію Дружківка (Р19), де розформовується (Т17) і вагони подаються вантажовідправникам для навантаження глини (Р20).

Вагони, які призначені для станцій Попасна та Часів Яр (Т5) накопичуються (Р21) на состав поїзду, в якому вони будуть доставлені до станції Волноваха (Т19). По прибуттю на станцію Волноваха (Р23), поїзд розформовується (Т20), і порожні вагони, призначені для перевезення глини, накопичуються (Р24), для відправлення (Р25) на станцію Ясинувата (Т22). По прибуттю на станцію Ясинувата (Р26) поїзд розформовується (Т23) і вагони, які призначені для станції Попасна, при наявності у составі поїзду, який прибув (Т24), накопичуються (Р29) для призначення на станцію Дебальцеве-Сортувальна. Вагони, призначені для станції Часів Яр (Т26) накопичуються (Р36) для прямування на станцію Ступки. Технологія роботи з вагонами у напрямку цих станцій аналогічна до існуючої.

Висновки

Запропонована технологія забезпечення порожніми вагонами вантажних станцій, які спеціалізуються на навантаженні глини або інших специфічних вантажів дозволить скоротити час знаходження вагонів на вантажних станціях (через відсутність підготовки вагонів під навантаження та повного їх очищення після вивантаження) та технічних станціях (через формування частини вагонів у відправницькі маршрути, які прослідують технічні станції без переробки).

Список літератури:

1. Лаврухін О.В. Удосконалення оперативного планування роботи вантажної станції в умовах нечіткої вихідної інформації/О.В. Лаврухін, І.О. Левченко // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна — 2008.— Вип. 25.— С.162 –164.

2. Куделя В.В. Основні напрямки підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту // Вісник економіки транспорту і промисловості — 2010 — № 31.— С.32 –34.

3. Шеховцов О.І. Автоматизоване робоче місце диспетчера залізничних перевезень порту // Зб. наук. праць.— Донецьк: ДонІЗТ, 2010.— Вип. № 24.— С.62 –68.

4. Запара В.М. Удосконалення технології регулювання рухомого складу для перевезення сезонних вантажів/В.М. Запара, Д.І. Мкртичьян, А.О. Ковальов, О.М. Костєнніков, М.В. Кузьменко // Зб. наук. праць.— Харків: УкрДАЗТ, 2010.— Вип. 112.— С.123 –128.

5. Каньовська Д.В. Оперативне планування місцевої роботи на залізничному полігоні // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.— 2011 — Вип. 1/4 (49) — С.20 –21.

6. Чеклов В.Ф. Автоматизована система розподілу порожніх вагонів/В.Ф. Чеклов, В.М. Чеклова, О.І. Шеховцов // Вісник ДІАТ.— 2008.— № 2.— С.13 –18.

7. Статут залізниць України.— К.: Транспорт, 1998.— 84 с.

Аннотация. *Проанализирована технология обеспечения порожними вагонами специализированных грузовых станций, определены недостатки существующей технологии и предложены меры по усовершенствованию формирования поездов.*

Abstract. *The technology of providing of the empty cars to the specialized freight stations was analyzed. The lacks in the existent technology were determined. The measures of the improvement of the trains forming were offered.*

Стаття надійшла до редакції 29.03.2011 р.

УДК 656.02 (075.8)

СІЛАНТЬЄВА Ю. О., к. т. н.; ПРОЦИК О. П., к. т. н., Національний транспортний університет

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

У статті проведений аналіз тенденції розвитку змішаних автомобільно-залізничних перевезень в Європі, а також визначені основні фактори, які обмежують розвиток контрейлерних перевезень в Україні.

Актуальність дослідження

Аналізуючи ситуацію на українському ринку транспортних послуг, можна зробити висновок про відсутність попиту на контрейлерні перевезення вантажів, незважаючи на задекларовану державну підтримку цього виду сполучення. На сьогодні відкриті маршрути комбінованого потягу до Клайпеди завантажуються здебільшого контейнерами, а маршрут «Ярослав» не має значного попиту в автомобільних перевізників. Враховуючи досвід розвинених країн, де впровадження і розвиток нових транспортних технологій стимулюється здебільшого державою за рахунок національних цільових програм щодо збереження навколишнього середовища й енергоресурсів (у т. ч. автомобільних доріг), в Україні також необхідна більш суттєва державна підтримка залізничного оператора.

Постановка проблеми

Для організації регулярного автомобільно-залізничного сполучення питання прогнозування обсягів перевезень з урахуванням мотивації вантажовласників, експедиторів і автомобільних перевізників є вирішальним і потребує наукового обґрунтування.

Теоретичний аналіз дослідження

Основні питання з організації автомобільно-залізничного сполучення, які розглядались у наукових роботах, можна класифікувати за напрямками:

– дослідження характеристик потоків вантажів і транспортних засобів;
– удосконалення організації роботи транспортних вузлів;
– моделювання, дослідження й удосконалення процесів накопичення і вивозу вантажів з транспортних вузлів у місцевому і магістральному сполученні;
– комплексний аналіз взаємодії різних факторів.

Фундаментальні роботи з аналізу потоків вантажів і транспортних засобів виконані такими вченими, як: Воєвудський Є.М., Воркут А.І., Нагорний Є.В., Постан М.Я., Правдін Н.В. Вони вважають за необхідне розглядати потік вантажів і транспортних засобів як випадкову величину і враховувати її за допомогою відповідних законів розподілу. У більшості випадків ці закони узгоджуються з нормальним або пуасонівським розподілами з параметрами, які залежать від характеристик клієнтів конкретного транспортного вузла.

Основною метою удосконалення організації роботи транспортних вузлів є пошук засобів максимальної інтенсифікації використання транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних механізмів. Детально описані сфери використання різних технологій перевантаження, способи складання контактних графіків перевалки вантажів та графіків руху транспортних засобів, методики вибору технічних засобів транспорту, умови використання різних технологій роботи автомобільних транспортних засобів. Отримані результати носять універсальний характер і в ряді випадків доведені до рівня прикладних методик, які широко використовуються в практиці організації перевезень.

Дослідження, присвячені вивченню різних аспектів накопичення і вивозу вантажів з транспортних вузлів, мають глибоко розроблений апарат, різноманітні постановки задач, велику

кількість методів, що використовуються на практиці. Однак, з врахуванням домінування ринкових стосунків у взаємовідносинах власників транспортних підприємств, питання, присвячені оптимізації структури парку, величини партії відправлення вантажів, визначенню періодичності відправлень, а також доцільності використання спеціалізованих транспортних засобів, не можуть бути повністю використані в сучасних умовах без суттєвої доробки. При цьому, позитивним надбанням згаданих робіт є використання імітаційного моделювання як ефективного методу дослідження.

Мета дослідження

Визначити вирішальні фактори, які впливають на вибір виду сполучення, для коригування державної політики в галузі транспорту.

Викладення основного матеріалу

У країнах з розвинутою ринковою економікою магістральні перевезення виконуються переважно за термінальною системою з централізованим управлінням транспортним процесом і повним контролем за просуванням вантажів протягом всього шляху сполучення. З метою вирішення таких проблем, як збереження товару, швидкого і дешевого виконання вантажних робіт, підвищення швидкості доставки, все більшого поширення набуває використання змінних вантажних модулів (причепів, напівпричепів, пакетів, контейнерів, змінних кузовів) у сукупності з використанням переваг різних видів транспорту, які залучають для доставки вантажів.

Організатори перевезень у більшості випадків володіють терміналами, парками рухомого складу, вантажними модулями або орендують їх, мають розгалужену мережу своїх філій, а також широко використовують засоби зв'язку і обчислювальну техніку для організації, контролю та обліку перевезень, регулювання роботи транспорту. Це дозволяє таким компаніям вирівнювати вантажопотоки за напрямками перевезень, більш повно використовувати перевізну здатність і переробні властивості транспортних засобів, що сприяє підвищенню ефективності транспортного процесу.

Дослідження роботи операторів автомобільно-залізничного сполучення країн ЄС, які об'єднані асоціацією UIRR і мають на сьогодні більше 9 тисяч клієнтів, 500 потягів на шляху прямування щоденно та 350 терміналів в 20 країнах Європи (у т. ч. 2 термінали поблизу кордонів України в Польщі і Словаччині), дає можливість зробити висновок про позитивні тенденції розвитку комбінованих маршрутів (рис. 1). У 2011 році їх частка в загальній транспортній роботі залізничного транспорту Європи збільшилась на 25% порівняно з минулими роками [1]. Однак, якщо проаналізувати діяльність та місцезнаходження основних організаторів контрейлерних перевезень із супроводженням, такі тенденції для України не будуть характерними.

Серед 19 головних європейських операторів контрейлерних перевезень тільки 5 з них здійснюють перевезення автопоїздів у міжнародному сполученні (рис. 2), два з яких, в свою чергу, виконують основну транспортну роботу: щоденно залізницею відправляється приблизно1200 автопоїздів. Зменшення відстані доставки за рахунок використання залізничних тунелів — їх перевага в першу чергу, через необхідність долати гірські перевали.

Однак в Україні можна скористатись і іншими перевагами: збереження навколишнього середовища (викид азоту знижується на 93%); зменшення навантаження на дорожню мережу; передача товарів на більш безпечний транспорт (ризик виникнення нещасного випадку на залізниці в 40 разів нижчий за автомобільний, що особливо важливо для перевезення небезпечних вантажів), який, крім цього, менше залежить від погодних умов; поліпшення обміну обсягів перевезень між видами транспорту; переключення до більш доступних транспортних потужностей; об'єднання переваг автомобільного (гнучкість) і залізничного (економічність на великі відстані) транспорту; більш низька вартість робочої сили: економія на змінних витрат,

прискорення доставки за рахунок оптимізації часу роботи і відпочинку водіїв (у т. ч. можливість продовжувати рух транспортного засобу в нічний час, у вихідні і святкові дні); економія на паливі, завдяки більшій частині маршруту по залізниці; менший знос обладнання (шини, технічне обслуговування), вантажних автомобілів і скорочення парку транспортних засобів; зменшення сум податків з власників ТЗ; відсутність потреби для вантажовідправників змінювати своє обладнання; підвищення гнучкості в управлінні транспортними потоками.

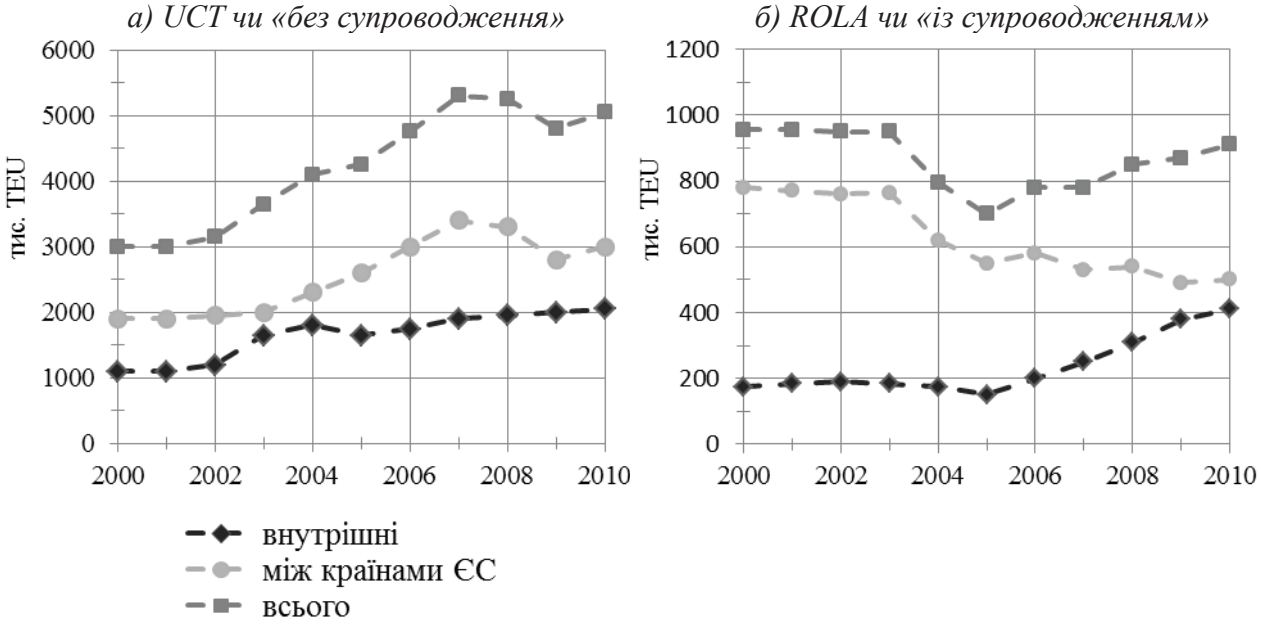


Рис. 1. Динаміка перевезень контейнерів, напівпричепів і змінних кузовів (а) та автопоїздів (б) залізницею в ЄС

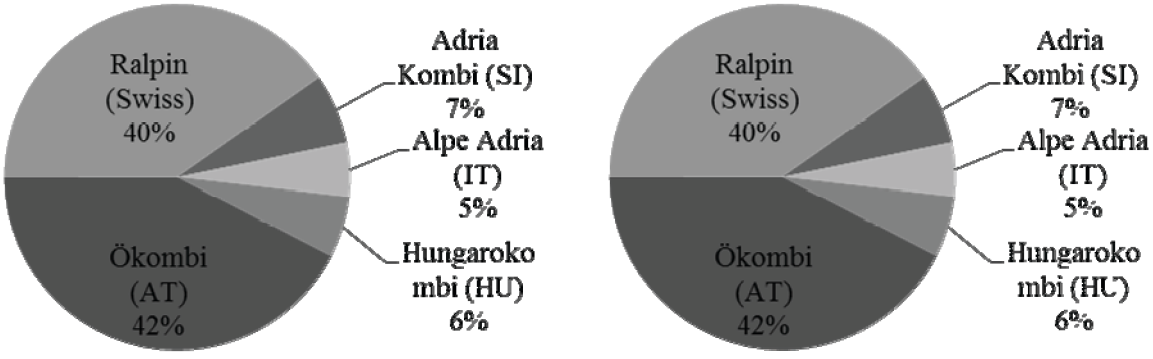


Рис. 2. Розподіл кількості відправлень автопоїздів залізницею за компаніями-перевізниками в Європі у 2009 р.:

а — міжнароді перевезення; б — внутрішні перевезення

Російські компанії вже запропонували членам UIRR співробітництво, яке передбачає подовження маршрутів комбінованого транспорту до Санкт-Петербургу, Москви, Нижнього Новгороду, Астани. За оцінками деяких експертів реалізація транзитного потенціалу Росії на маршруті ЄС — АТР еквівалентна подвоєнню національного доходу. В Україні, незважаючи на вигідне гео-

графічне становище, не має активного позитивного руху у західному напрямку. Вже розроблені правила для організації контрейлерних перевезень, можливе застосування уніфікованої накладної ЦИМ/СМГС, є спеціальні платформи з заниженою базою та розроблені привабливі тарифні умови, що закладені в Збірник залізничних вантажних тарифів. Більше того, в Україні є досвід. В Укрзалізниці впевнені, що для успішнішої організації комбінованих перевезень на державному рівні мають бути прийняті рішення з транспортної політики: по-перше, необхідно розробити й узгодити проект Закону України «Про змішані (комбіновані) перевезення», по-друге, спростити та прискорити митні процедури при перетині кордонів [2]. На думку декларантів частина документів, які необхідно отримати і подати в митницю для оформлення вантажів на підготовчому етапі (довідка про відсутність валютних цінностей, уніфікована митна квитанція, облікова картка суб'єкта ЗЕД, переклади контрактів в деяких випадках тощо) є зайвими.

Аналіз наукових розробок і практичний досвід Укрзалізниці, дає можливість визначити основні фактори, які обмежують розвиток контрейлерних перевезень:

– комбінований транспорт вигідний економічно тільки на великі відстані доставки. За оцінкою різних науковців рівноцінна відстань доставки за критерієм собівартості варіюється від 300 км (не враховуючи час простою) до 1100 км (за оборотний рейс), європейські фахівці наводять цифру у 500 км;

– час доставки повинен бути конкурентним щодо відповідного показнику на автомобільному транспорті за рахунок скорочення часу операцій на терміналі відправлення і прикордонних станціях, підвищення швидкості залізничного сполучення;

– розміри ТЗ, що перевищують допустимі габаритні розміри на залізничному транспорті ($h = 4$ м, $b = 2{,}6$ м), ставлять під загрозу можливість здійснення інтермодальних перевезень на маршрутах до Європи;

– величина зони, в межах якої виконується автомобільне перевезення у контрейлерному сполученні, змінюється в залежності від відстані між відправником і одержувачем вантажу. Мінімальний розмір зони визначається радіусом у $100 \div 150$ км, який зростає на 30% при збільшенні відстані оборотного рейсу у прямому автомобільному сполученні на 1000 км;

– впровадження контрейлерного сполучення за критерієм собівартості перевезень доцільне при забезпеченні завантаження більше 12 спеціалізованих платформ для перевезення автопоїздів і швидкості доставки на залізничному плечі не менше 160 км на добу;

– результати розрахунків, виконані за умови 20% рентабельності роботи залізниці, вказують, що при оптимальній кількості платформ 50 одиниць, майже половину з них доцільно тримати у резерві ($N_p = 22$ од.);

– рівень організації перевезень у змішаному сполученні визначається ступенем залучення експедиторів до управління переміщенням товарів.

Висновки

Обґрунтування методик визначення привабливого тарифу на залізничні перевезення і часу на виконання операцій на терміналі, продумана система повернення порожніх платформ, подовження маршрутів, державна політика заохочення національних перевізників за рахунок зниження податків чи послаблення заходів нетарифного регулювання може налагодити контрейлерні перевезення в Україні. Це, в свою чергу, зробить національну транспорту інфраструктуру більш привабливою для використання її як транзитної ланки між Європою і Азією.

Обґрунтування методик визначення привабливого тарифу на залізничні перевезення і часу на виконання операцій на терміналі, продумана система повернення порожніх платформ, подовження маршрутів, державна політика заохочення національних перевізників за рахунок зниження податків чи послаблення заходів нетарифного регулювання може налагодити контрейлерні перевезення в Україні. Це, в свою чергу, зробить національну транспорту інфраструктуру більш привабливою для використання її як транзитної ланки між Європою і Азією.

Список літератури

1. http://www.uirr.com

2. http://www.uz.gov.ua

3. Кирпа Г.Н. Организация контрейлерных перевозок в Украине.— Днепропетровск, Арт-Пресс, 1998.— 131с.

Аннотация. *В статье проанализирована тенденция развития смешанных автомобильно-железнодорожных перевозок грузовых модулей в Европе, а также определены основные факторы, ограничивающие развитие контрейлерных перевозок в Украине.*

Abstract. *Combined Road-Rail transport development trends in European countries are analyzed in the research paper and the major factors limiting the development of piggyback transportation in Ukraine are identified.*

Стаття надійшла до редакції 12.05.2011 р.

УДК 656.223.2

ЧЕКЛОВ В. Ф., к. т. н., доцент, Донецький державний інститут залізничного транспорту; НАУМЕНКО О. М., гол. спец. департ. з лог. та якості (ТОВ «ДТЕК»); ПАНАС Т. О, бакалавр, Донецький державний інститут залізничного транспорту

АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТРАНСПОРТНОЮ СИСТЕМОЮ ТОВ «ДТЕК»

Проаналізовано транспортну систему ТОВ «ДТЕК» та виявлено «вузькі» місця в її роботі й запропоновано заходи щодо удосконалення даної транспортної системи.

Постановка проблеми

ТОВ «ДТЕК» — вертикальна інтеграція підприємств, які створюють ефективний виробничий ланцюжок від видобутку вугілля до генерації й дистрибуції електроенергії. Основним вантажем, який циркулює у цьому ланцюгу, є вугілля та його вироби [1].

Підприємства ДТЕК поєднані транспортною системою (рис. 1). Рядове вугілля після видобутку завантажуються у піввагони і прямує переважно або до місця збагачення, або на генерацію (невеликі об'єми вугілля — на експорт чи коксування). Після збагачення, концентрат вугілля прямує на генерацію, а також на експорт й коксування. Процес перевезення здійснюють піввагони власності УЗ, приватних операторів та власні.

Така схема роботи дозволяє приватним операторам рухомого складу диктувати умови під загрозою зриву поставок вугільної продукції, а також вимагати підвищення тарифу вище ставок УЗ.

Аналіз останніх досліджень

Вагони, що відправляються зі станцій і прямують за певними напрямами, утворюють вагонопотоки. Правильна організація вагонопотоків забезпечує прискорення обігу вагона, найменшу витрату маневрових засобів, економію експлуатаційних витрат. Система організації та пересування навантажених і порожніх вагонопотоків в пункти призначення визначається планом формування поїздів. При складанні цього плану прагнуть включити максимальну кількість вагонів у маршрути, які прямують на великі відстані без переробки на технічних

станціях. При формуванні маршрутів підбираються вагони призначення на станцію вивантаження або розпилення. При цьому прискорюється просування вантажу, поліпшується використання рухомого складу, знижуються витрати на перевезення [2].

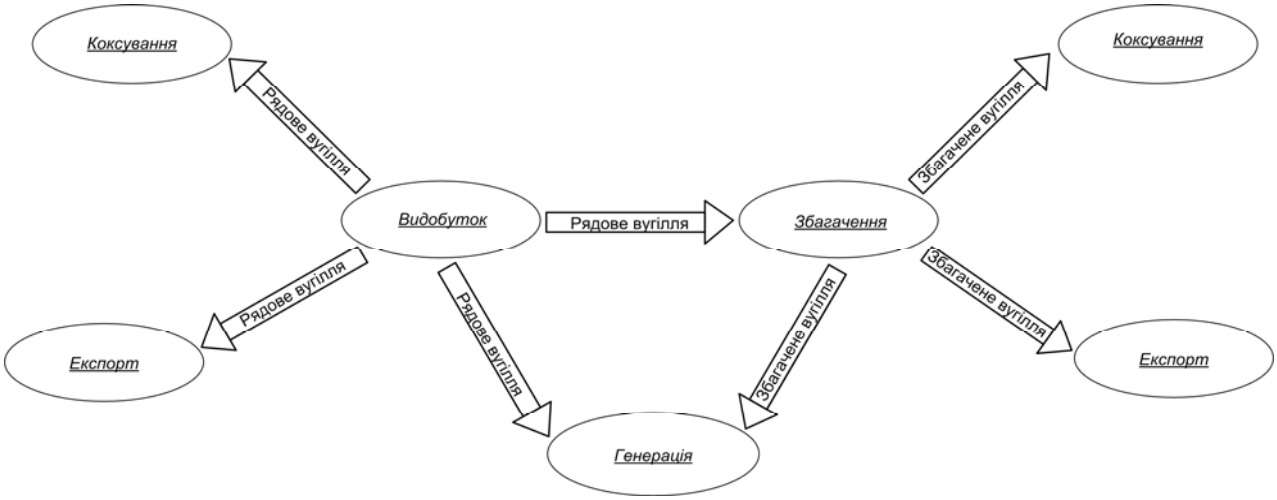


Рис. 1. Схема транспортної системи ТОВ «ДТЕК»

Кільцеві маршрути організовуються в районах зі стійкими економічними зв'язками. При кільцевій маршрутизації підвищується надійність забезпечення навантаження рухомого складу, скорочуються витрати на підформуфання порожніх вагонів, які прибувають під навантаження, унаслідок чого підвищується маршрутна швидкість. Найбільш економічні кільцеві маршрути зі спеціалізованих вагонів, особливо на напрямках, де їх організація не збільшує сумарний, порожній пробіг вагонів. При цьому максимально забезпечується збереження вантажів та рухомого складу, скорочується час початкових та кінцевх операцій. Кільцеві маршрути використовуються переважно для перевезення масових вантажів — вугілля, руди, будівельних матеріалів. Для підвищення ефективності кільцевих маршрутів на напрямках з стійкими вантажопотоками практикують їх завантаження також і в напрямку порожнього пробігу після вивантаження. Використовуючи тверді нитки графіка таких поїздів у завантаженому та порожньому напрямках, здійснюючи календарне планування навантаження, можна підвищити стабільність перевезень [3].

В цілому план формування повинен забезпечити найменший загальний обіг.

Мета статті

На підставі аналізу обсягів перевезень ТОВ «ДТЕК» обрати стратегію удосконалення його транспортної системи.

Основна частина

Вугледобувна ланка підприємства ТОВ «ДТЕК» представлена найбільшими підприємствами своєї галузі — ВАТ «Павлоградвугілля» і ВАТ «Шахта «Комсомолець Донбасу» (рис. 2), збагаченням вугілля у складі ДТЕК займаються вуглезбагачувальні фабрики (рис. 3), електроенергію у складі ДТЕК виробляють теплові електростанції [1].

ВАТ «Павлоградвугілля» — найбільше вуглевидобувне підприємство України. У його склад входить 10 шахт та інші структурні підрозділи. Пріоритетне використання інноваційних технологій значно поліпшили якість вугільної продукції, яка поставляється в основному на теплові

електростанції та коксохімічні підприємства. Кількість навантажених вагонів за рік на шахті складає 179 901 вагон, з яких 87 716 вагонів прямують на збагачення, 86 983 вагона — на генерацію, 4645 вагонів — на коксування, 167 вагонів — на експорт, 390 вагонов — на потреби шахт.

ВАТ «Шахта „Комсомолець Донбасу“» — найбільший виробник енергетичного вугілля з річним видобутком більше 3 млн. тонн, що становить 4,4% від загальноукраїнської. Шахта має свій збагачувальний комплекс, що дає можливість забезпечити низьку зольність реалізованої продукції. Кількість навантажених вагонів за рік на шахті складає 49 024 вагона, з яких 2116 вагонів прямує на збагачення, 46 908 вагонів — на генерацію.

ВАТ «Центральна збагачувальна фабрика „Добропольська“» здійснює збагачення рядового вугілля марки «Р» для коксування. Кількість вагонів, що призначені для навантаження на «ЦЗФ „Добропільська“» складає 30 273 вагонів за рік, з них 11 178 вагонів прямують на коксування, решта (19 095 вагонів) на генерацію.

ТОВ «Центральна збагачувальна фабрика „Кураховська“» здійснює збагачення рядового вугілля марок ДГ, М з метою отримання концентрату для пилоподібного спалювання на теплових електростанціях. Спосіб збагачення — мокрий. Кількість вагонів, що призначені для навантаження на «ЦЗФ „Кураховська“» (ст. Кураховка) складає 21 275 вагонів за рік, які прямують на генерацію.

ВАТ «Центральна збагачувальна фабрика „Октябрьська“» здійснює збагачення рядового вугілля марок «Г», «Дгр». Спосіб збагачення — мокрий. Кількість вагонів, що призначені для навантаження на «ЦЗФ „Октябрська“» (ст. Родинська) складає: 16 596 вагонів за рік, з яких 14 154 вагонів прямує на генерацію, 824 — на коксування, 1614 вагонів — на експорт, 4 вагони — на підприємство «Свердловантрацит».

ТОВ «Моспинське вуглепереробне підприємство» проводить збагачення рядового вугілля марки «Т» (пісне) з метою отримання концентрату для пилоподібного спалювання на теплових електростанціях. Для поліпшення конкурентоспроможності на підприємстві було освоєно збагачення рядового вугілля марок «ДГ», «Р» і антрацитів. Кількість вагонів, що призначені для навантаження на «ЦЗФ „Моспинське УПП“» складає 15 886 вагонів за рік, з яких 14 623 вагонів прямує на генерацію, 2 вагонів — на збагачення, 1261 вагон — на експорт.

Кількість вагонів, що призначені для навантаження на «ЦЗФ „Калинінська“» (ст. Байрак) складає 48 вагонів за рік, які прямують на експорт.

Асоціація ДРФЦ складається з трьох ЦЗФ: «ЦЗФ „Комсомольська“», «ЦЗФ „Россія“», «ЦЗФ „Україна“». Кількість вагонів, що призначені для навантаження складає 7814 вагонів за рік, які прямують на генерацію.

Кількість вагонів, що призначені для навантаження на «ЦЗФ „Чумаковська“» складає 2819 вагонів за рік, з яких 879 вагонів прямують на генерацію, 1940 вагонів — на експорт.

Кількість вагонів, що призначені для навантаження на ДП «Ровенькиантрацит» складає 107 644 вагонів за рік, з яких 28 078 вагонів прямує на генерацію, 462 вагона — на збагачення, 67 445 знаходятся в обігу ДП «Ровенькиантрацит», 613 вагонів — на коксування, 10 790 вагонів — на експорт, 85 вагонів — на ДП «Свердловантрацит», 171 вагон — на станцію Соф'їно — Бродська.

Кількість вагонів, що призначені для навантаження на ДП «Свердловантрацит» складає 49 702 вагона за рік, з яких 24 933 вагона прямують на генерацію, 143 вагона — на збагачення, 53 вагона — на ст. Соф'їно — Бродська, 45 вагонов — на ДП «Ровенькиантрацит», 9395 вагонів знаходяться в обігу ДП «Свердловантрацит», 246 вагонів — на коксування, 14 887 — на експорт.

До ДП «Добропільвугілля» входить 6 шахт: «Алмазна», «Білицька», «Білозерська», «Добропольська», «Новодонецька» та «Піонер». Кількість вагонів, що призначені для навантаження на шахтах складає 17 394 вагона за рік, з яких 16 001 вагон прямує на збагачення, 1393 вагона — на генерацію. ТДВ «Шахта „Білозерська“» віддає 16 144 вагона на збагачення.

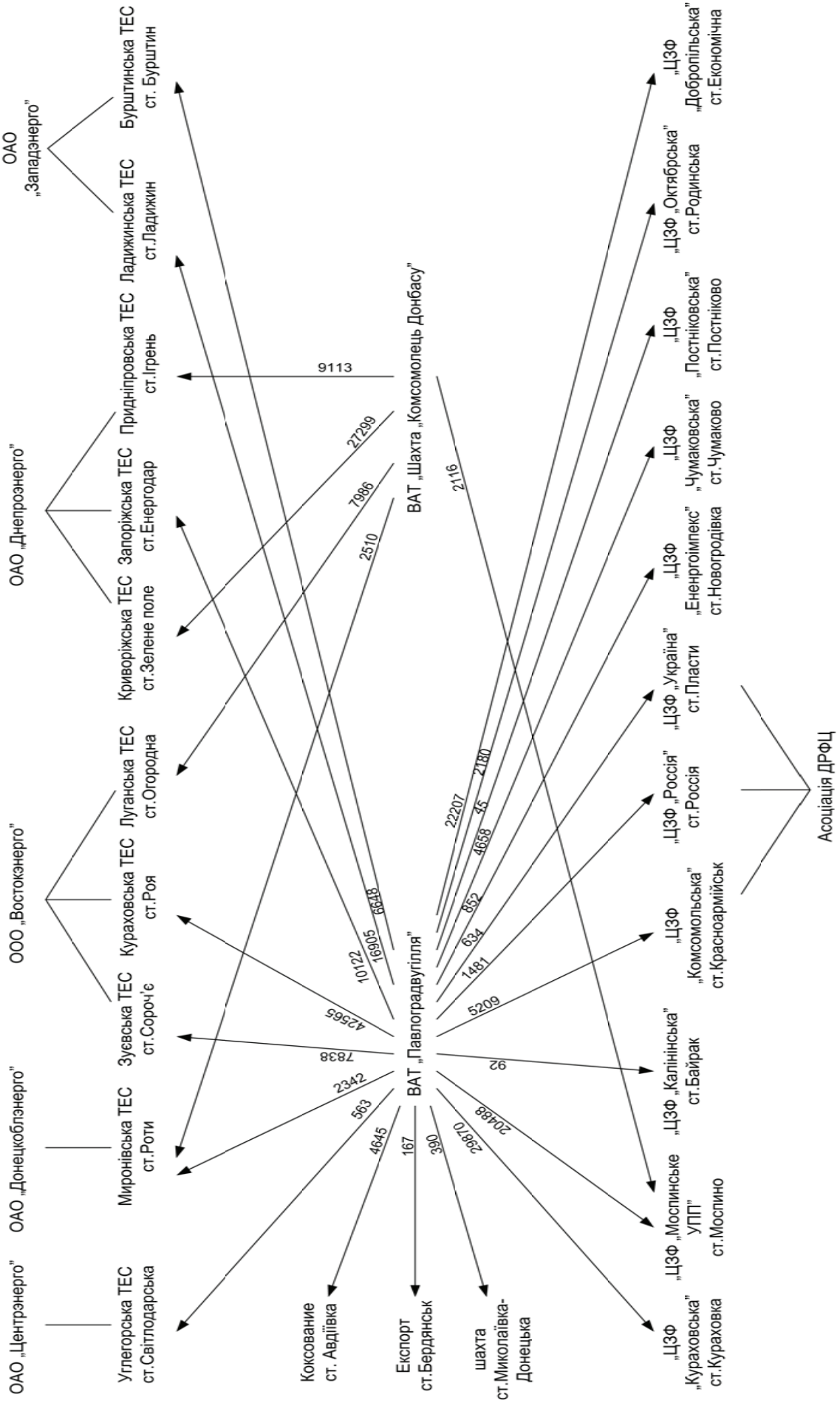


Рис. 2. Схема вагонопотоків по ВАТ «Павлоградвугілля» та ВАТ «Шахта „Комсомолець Донбасу"»

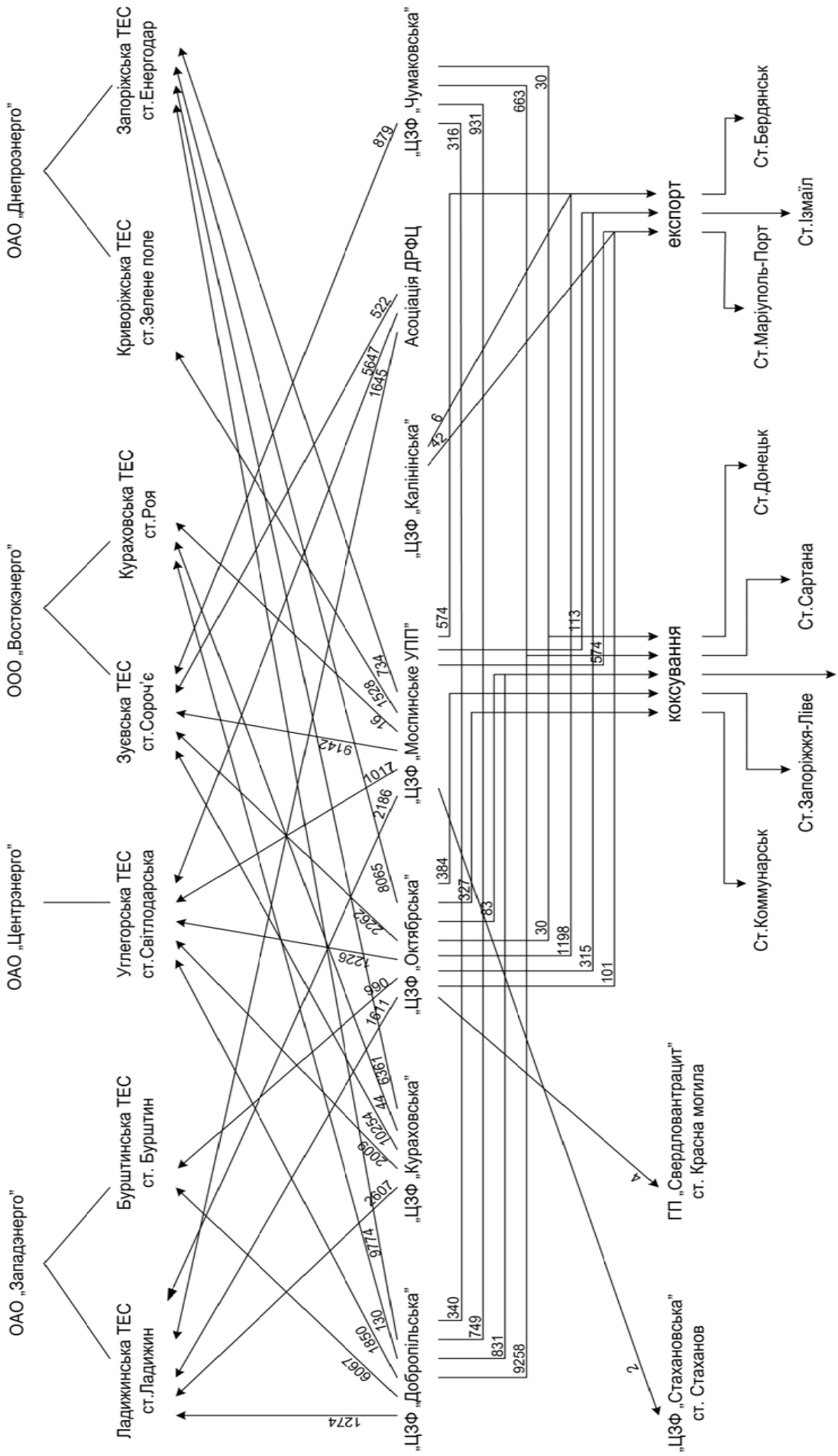


Рис. 3. Схема вагонопотоків по центрально збагачувальним фабрикам

Обсяг навантаження вугледобувних та вуглепереробних підприємств вугільної продукції на користь ТОВ «ДТЕК» досягає 40%.

На сьогодні в УЗ відсутня реальна концепція розвитку парку піввагонів. У перебігу найближчих трьох років прогнозується різке виникнення дефіциту парку вантажних вагонів. Вже зараз підприємства ДТЕК зазнають труднощів із забезпеченням порожніми вагонами для вивозу продукції до місця споживання; самостійно намагаються вирішити цю проблему за рахунок використання вагонів приватних операторів.

Вартість оренди вагону за добу коливається в діапазоні від 200,0 до 300,0 грн. з ПДВ, вартість подачі вагонів під навантаження — від 400,0 грн. Причому зростання ставок прямо пропорційне зростанню дефіциту на піввагони. На даний момент вартість оренди становить — 350 грн. на добу.

Для підприємств ТОВ «ДТЕК» з листопада 2010 року тариф за перевезення у вагонах власності ТОВ «Лемтранс», який володіє близько 40% власного рухомого складу в Україні, вже зріс на 35%.

Вагонний парк, який використовується для перевезення вантажів ТОВ «ДТЕК», розподіляється наступним чином:

1. На підприємстві ВАТ «Павлоградвугілля» та на центральних збагачувальних фабриках: 61% — вагони загального парку залізниць, 30% — вагони власності ТОВ «Лемтранс», 8% — вагони інших операторів, 1% — власні вагони.

2. На підприємстві ВАТ «Шахта «Комсомолець Донбасу»: 100% — вагони власності ТОВ «Лемтранс».

3. На підприємствах ДП «Ровенькиантрацит» и ДП «Свердловантрацит», а також ДП «Добропільвугілля» и «Шахта „Білозерська“»: 100% — вагони приналежності УЗ.

Висновки

Аналіз виконаних досліджень дає змогу запропонувати наступні заходи щодо удосконалення транспортної системи ТОВ «ДТЕК»:

– відокремлення окремої структури, яка буде займатися тільки процесом перевезення й враховувати оперативне становище, аварійні ситуації в роботі залізничного транспорту України;

– створити та поступово збільшувати парк власних вагонів;

– розробити план маршрутизації з урахуванням форми власності вагонів. А також додаткових витрат на станціях відправлення та призначення.

Список літератури

1. www.dtek.com — сайт корпорації ТОВ «ДТЕК»;
2. http://yo31.ru — організація вагонопотоків;
3. http://www.jd-enciklopedia.ru — маршрутизація перевезень вантажів.

Аннотация. *Проанализирована транспортная система ТОВ «ДТЕК» и выявлены «узкие» места в ее работе, а также предложены меры по усовершенствованию данной транспортной системы.*

Abstract. *Transportation system LLC «DFEC» was analyzed. Bottlenecks in its work have been identified. Improvements in this transport system have been proposed.*

Стаття надійшла до редакції 25.05.2011 р.

УДК 351.811

КОРОБКІН В. Ф., к. т. н., доцент, Донбаська національна академія будівництва та архітектури;
СМАГЛІЙ О. М., викладач, Донецький юридичний інститут МВС України

УДОСКОНАЛЕННЯ ОСНОВНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВИХ ЗАХОДІВ ІЗ ПІДГОТОВКИ ВОДІЇВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

На підставі аналізу законодавчо-нормативної бази, що регламентує підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів, розроблені пропозиції щодо удосконалення основних організаційно-правових заходів із підготовки водіїв транспортних засобів та модернізації системи отримання права керування транспортним засобом в Україні.

Вступ

Із року в рік здійснюючи аналіз дорожньо-транспортних пригод на автошляхах України, Державтоінспекція постійно вказує, що один із чинників, який впливає на рівень аварійності,— це слабка або незадовільна підготовка водіїв транспортних засобів у навчальних закладах. Можливо, Державтоінспекція України у чомусь і права. Система підготовки водіїв транспортних засобів залишилася практично не змінною ще з часів Радянського союзу. За минулі часи в Україні зросла кількість автомотранспортних засобів та водіїв, що привело до зростання чисельності навчальних закладів, що здійснюють підготовку водіїв транспортних засобів. Аварійність також збільшувалась. Частку аварійності на автошляхах України створюють водії-початківці, тобто водії зі стажем керування від 1 до 3 років. Винними в цьому, як завжди, визнають навчальні заклади, що здійснюють підготовку водіїв транспортних засобів. Причина — це слабкі теоретичні та практичні навички під час керування транспортними засобами. Але навчальний заклад — це всього одна ланка ланцюга в системі отримання права керування транспортним засобом в нашій державі.

2009 та 2010 роки характеризуються як роки, коли відбулися зміни в організаційно-правових основах підготовки водіїв та допуску громадян до керування транспортними засобами. Ці зміни були закладені 28 вересня 2008 року Президентом України, який підписав Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення регулювання відносин у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху» та було внесено зміни до Закону України «Про дорожній рух» [1]. Подальші основні зміни торкнулися діяльності навчальних закладів, що здійснюють підготовку водіїв транспортних засобів (атестація спеціалістів, акредитація закладу тощо). Разом з тим ключовим питанням є порядок отримання права на керування транспортним засобом, де зміни не передбачаються.

Постановка проблеми

Мета статті — на підставі аналізу існуючої законодавчо-нормативної бази з підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів надати пропозиції щодо удосконалення основних організаційно-правових заходів із підготовки водіїв транспортних засобів та модернізації системи отримання права керування транспортним засобом в Україні.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питаннями поліпшення роботи та забезпечення системи безпеки дорожнього руху, у т. ч. підвищення ефективності підготовки водіїв, приділялась значна увага в роботах П. Р. Левковця, В. П. Поліщука, М. Н. Бідняка, Л. Ю. Яцківського, А. А. Комарова, Е. В. Гаврилова, А. І. Воркута,

Н.М. Маяка, В.К. Думи, Б.М. Четверухіна, В.І. Єресова, О.П. Дзюби, В.М. Богаченко та багатьох інших вчених. Розглядались питання системного підходу до вдосконалення процесу підготовки, перепідготовки та сертифікації водіїв, розробки інформаційно-методичних моделей та технологій, які повинні забезпечувати високі показники професійної діяльності водіїв на сучасному етапі, визначення критеріїв оцінки придатності водіїв до професійної діяльності тощо.

Також у державних програмах підвищення безпеки дорожнього руху та відповідних розроблених концепціях та стратегіях обговорювались та передбачались організаційні заходи щодо удосконалення підготовки водіїв.

Основна частина

Реформування процесу підготовки водіїв відповідно до Закону України від 28 вересня 2008 року триває. Відповідно до внесення коректив у категорії транспортних засобів, розроблені нові типові програми підготовки водіїв транспортних засобів, які затверджено постановою Кабінету Міністрів від 02 березня 2010 року №229 «Про затвердження Типової навчальної програми підготовки та перепідготовки водіїв транспортних засобів».

Зміни у законодавстві торкнулися і самого процесу підготовки водіїв. Так, методика та порядок підготовки, перепідготовки водіїв транспортних засобів визначено Постановою Кабінетів Міністрів від 20 травня 2009 року №487 «Про затвердження Порядку підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів» [2] та наказом МВС України від 07 грудня 2009 року №515 [3].

Слід зазначити, що згідно з Законом «Про дорожній рух», підготовка та перепідготовка водіїв транспортних засобів здійснюється тільки в акредитованих закладах незалежно від форми власності та підпорядкування, які за результатами атестації отримали відповідний атестат. Підготовка та перепідготовка водіїв у таких закладах здійснюються спеціалістами, які відповідають визначеним кваліфікаційним вимогам та отримали відповідний атестат спеціаліста [1]. Порядок державної акредитації закладу та атестації його спеціалістів затверджено постановою Кабінету Міністрів від 20 травня 2009 року №490 «Про затвердження Порядку державної акредитації закладів, що проводять підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів, та атестації їх спеціалістів» [4] та відповідним наказом МВС. Наказом МВС України від 29 червня 2009 року №325 затверджено «Положення про акредитаційну комісію з державної акредитації закладів, що проводять підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів, та Положення про атестаційну комісію з атестації спеціалістів закладів, що проводять підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів» [5].

Згідно з законом України «Про дорожній рух» Державтоінспекція Міністерства внутрішніх справ України створює та веде реєстр закладів, які здійснюють підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів, та здійснює державний контроль за додержанням ними вимог законодавства у цій сфері. Основною формою державного контролю у сфері безпеки дорожнього руху за діяльністю закладів незалежно від форми власності і підпорядкування є державна акредитація закладу та атестація його викладачів, яка проводиться не рідше одного разу на п'ять років у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України [1].

Перелік вимог до закладів, кваліфікаційні вимоги до спеціалістів, які здійснюють таку підготовку, визначено спільним наказом МВС, МОН, Мінтрансзв'язку та Мінпраці від 07 вересня 2009 року №385/934/828/337 «Про затвердження Вимог до закладів, що проводять підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів, та кваліфікаційних вимог до спеціалістів, які здійснюють таку підготовку».

Разом з тим у зв'язку зі зміною порядку державної акредитації закладів, що проводять підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів потребує визначення на законодавчо-нормативному рівні вимог до членів комісії, що здійснюють державну акредитацію закладів та членів комісії, що здійснюють атестацію спеціалістів (рівень

та відповідність освіти, досвід роботи, проходження відповідного тестування тощо). Натепер існують тільки відомчі положення про такі комісії, які не передбачають таких вимог.

Спеціалісти навчального закладу є основним чинником, який впливає на якість навчального процесу з підготовки водіїв транспортних засобів. Тому законодавство України згідно зі ст. 15 Закону України «Про Дорожній рух» передбачає що підготовка, перепідготовка і підвищення кваліфікації водіїв здійснюються спеціалістами, які відповідають визначеним кваліфікаційним вимогам. Перелік кваліфікаційних вимог до спеціалістів, які здійснюють таку підготовку, визначаються спільним наказом МВС, МОН, Мінтрансзв`язку та Мінпраці від 08.10.2009 № 385/934/828/337.

Разом з тим, слід звернути увагу, що цей нормативний акт не визначає педагогічні здібності всіх зазначених спеціалістів. А в навчальному процесі з підготовки водіїв транспортних засобів визначну роль відіграють саме здібності спеціаліста навчати осіб та прививати їм знання, тому при підборі кандидатів на посади спеціалістів необхідно враховувати цей аспект. Доцільно допуск до занять викладачів, які не мають відповідної освіти, здійснювати після закінчення початкових курсів з підготовки спеціалістів.

Також, згідно п. 4.6 Інструкції [3] у разі низької якості проведення спеціалістом підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів (з числа випускників однієї навчальної групи, підготовленої спеціалістом, іспити в РЕП ДАІ не склали 2/3 осіб, двадцятивідсотковий рівень аварійності за перші два роки керування з вини його випускників) за поданням начальника РЕП ДАІ за місцезнаходженням закладу проводиться переатестація спеціаліста.

Разом з тим відповідальність за рівень аварійності за перші два роки керування з вини випускників повинно бути покладено на працівників РЕП ДАІ, тому що, тільки у підрозділі екзаменаційної роботи ДАІ здійснюється іспит кандидатів у водії та видаються посвідчення на право керування транспортними засобами. Можливо саме наявність існуючої схеми складання іспитів на право керування автомобілем у підрозділу екзаменаційної роботи ДАІ негативно впливає на якість підготовки водіїв в автошколах.

Доцільне введення моніторингу діяльності екзаменаційних підрозділів ДАІ стосовно допуску водіїв до керування транспортними засобами, а саме, виявлення тих екзаменаційних підрозділів, де був здійснений прийом іспитів та надано право керування транспортними засобами водіям, що скоїли значну більшість ДТП протягом 3–5 років (термін для аналізу статистичних даних та виявлення тенденцій) від отримання посвідчення та подальшого вивчення цієї ситуації.

На законодавчо-нормативному рівні визначений весь перелік навчально-матеріальної бази закладу [2]. Але стан реалізації всіх вимог до навчально-матеріальної бази є незадовільним. Існує тільки візуальний контроль при складанні висновку щодо стану навчально-матеріальної бази. Доцільно щорічно вимагати від навчальних закладів документального підтвердження щодо витрат на оновлення навчально-матеріальної бази (рахунки, накладні тощо).

Також на удосконалення системи підготовки водіїв транспортних засобів та допуску до керування транспортними засобами доцільно реалізація подальших пропозицій:

1. Створення державного електронного реєстру навчальних груп закладів, які проводять підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів. Це дало б змогу здійснювати моніторинг якості підготовки не тільки за навчальними закладами, але і відслідковувати якість викладання спеціалістами.

2. Враховуючи вузькість підготовки фахівців (водіїв) та з метою підвищення рівня навчального процесу, доцільне створення типового навчально-методичного матеріалу для теоретичних та практичних занять. Розробка типового навчально-методичного матеріалу сприяла б налагодженню єдиної «лінії» навчання у процесі підготовки водіїв, не заперечуючи кожному закладу використовувати деякі особливості у якості набуття знань та навичок.

3. Запровадження системи ступеневої підготовки водіїв. Застосування тимчасового посвідчення водія для молодих водіїв-початківців терміном на 2–3 роки, заміна посвідчення водія з урахуванням набраних штрафних балів з європейською практикою.

4. Запровадження курсів з безпеки дорожнього руху та правил поведінки на дорозі в стандарти дошкільного навчання, середньої та загальної освіти; розроблення та запровадження вимог до викладачів та спеціалістів з питань навчання безпечній поведінці на вулицях і дорогах (вихователі, педагоги навчальних закладів тощо).

5. Удосконалення та подальша розробка системи відбору та допуску до керування транспортними засобами за різними категоріями транспортних засобів з урахуванням індивідуальних психофізіологічних особливостей та медичних показників кандидатів у водії, удосконалення системи оцінки якості підготовки кандидатів у водії, зокрема на базі незалежного аудиту та розвиток системи громадського контролю за дотриманням законності в питаннях отримання права на керування транспортним засобом.

Висновки

Перші кроки в поліпшені ситуації з підготовки, перепідготовки водіїв у країні відбулися, але якщо в подальшому не будуть відбуватися наступні кроки, можливо з тих, що розглянуті вище, то ситуація в якості навчального процесу не зміниться і рівень аварійності серед водіїв-початківців буде залишатися високим.

Список літератури

1. Про дорожній рух: Закон України від 28 січня 1993 року №3353-XII: за станом на 19 січня 2006 р./Відомості Верховної Ради України.— 1993.— №31.

2. Про затвердження Порядку підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів: Постанова Кабінету Міністрів України від 20 травня 2009 року №487 // Електронна версія: www.kiev.rada.ua.

3. Про затвердження деяких нормативно-правових актів, що регламентують порядок підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів у закладах, що проводять таку діяльність, їх державну акредитацію та атестацію спеціалістів, а також допуску громадян до керування транспортними засобами, видачі (обміну) посвідчень водія: Наказ МВС України від 07.12.2009 №515 // Офіційний вісник України. − 2010. − №8. − С. 301 (стаття 415).

4. Про затвердження порядку державної акредитації закладів, що проводять підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів, та атестації їх спеціалістів: Постанова Кабінету Міністрів України від 20 травня 2009 року №490 / / Електронна версія www.kiev.rada.ua.

5. Про затвердження Положення про акредитаційну комісію з державної акредитації закладів, що проводять підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів, та Положення про атестаційну комісію з атестації спеціалістів закладів, що проводять підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів: Наказ МВС України від 29.07.2009 №325.

6. Про затвердження Вимог до закладів, що проводять підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів, та кваліфікаційних вимог до спеціалістів, які здійснюють таку підготовку: Наказ МВС/МТЗ/МОН/МПСП України від 07.09.2009 №385/934/828/337.

7. Репік І.А. Безпека дорожнього руху — запорука життя/І.А. Репік // Безпека дорожнього руху України: наук.-техн. вісник.— 2005.— №3–4. С.29 –32.

Аннотация. *На основании анализа законодательно-нормативной базы, регламентирующей подготовку, переподготовку и повышение квалификации водителей транспортных средств, разработаны предложения по усовершенствованию основных организационно-правовых мер подготовки водителей транспортных средств и модернизации системы получения права управления транспортным средством в Украине.*

Abstract. *Based on the analysis of legislatively-normative base of preparation, retraining and in-plant of drivers of transport vehicles trainings, suggestions for the improvement of fundamental organizational and legal measures for trainings of vehicles' drivers and modernization of the system of receipt driving permit of vehicles in Ukraine are developed.*

Стаття надійшла до редакції 31.03.2011 р.

УДК 656.13:502

ВОЛКОВА М. С., асс., Приазовский государственный технический университет

ЛОГИСТИКА ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В КРУПНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ

Развитие системы городских пассажирских перевозок в крупном промышленном районе обусловлено влиянием широкого круга факторов. Низкий уровень контроля за степенью влияния данных факторов на систему городских пассажирских перевозок снижает ее эффективность. Для решения выделенной проблемы, необходима разработка логистического механизма управления эффективностью системы в целом и составляющих ее элементов. В качестве инструмента решения поставленной задачи в данной статье применено имитационное моделирование.

Постановка проблемы

Значимость пассажирского городского транспорта в настоящее время выражается следующими цифрами: на автотранспорт Украины приходится более 70% пассажирских перевозок в крупных промышленных районах, в отличие от большинства экономически благополучных стран, где эта цифра колеблется в пределах 15–20%. Маршрутные перевозки в городских и пригородных сообщениях осуществляют свыше 3,4 тыс. специализированных транспортных предприятий, из них 57,5% предприятий находятся в смешанной и частной собственности.

Усиление роли транспорта, происходящее на фоне ряда проблем в этой отрасли, определяется: ростом уровня развития городов, включая численность населения; повышение мобильности населения; требованиями потребителей к повышению качества транспортных услуг — снижение временных затрат времени и улучшение условий перемещения.

Помимо перечисленных выше факторов, обуславливающих и характеризующих развитие транспорта в крупных промышленных районах, необходимо отметить, что транспортная система общественного и индивидуального пользования является одним из главных источников шума и загрязнения [1], крупным потребителем энергетических ресурсов. Следует также учитывать загруженность городских транспортных коммуникаций, используемых как пассажирскими, так и грузовыми транспортными системами. Все это ухудшает уровень транспортной и экологической безопасности городов, особенно в его центральных районах, усугубляется потерей привлекательности общественного транспорта и переориентацией спроса населения на систему индивидуального легкового транспорта.

В таких условиях проблема сбалансированного и наиболее эффективного использования и развития системы пассажирского транспорта в сочетании с индивидуальным, выступает как исключительно значимая в структуре современного крупного города.

Анализ последних исследований и публикаций

На основании обобщения изученных работ в области организации и управления пассажирских перевозок [2,3] выявлена теоретическая и практическая необходимость разработки методики решения задач организации пассажирских перевозок в загруженных центральных районах крупных промышленных центров. Одним из возможных направлений в решении обозначенной проблемы является логистический подход, теоретико-методологические основы и инструментарий которого получили широкое применение в области транспорта, и в частности, при организации пассажирских перевозок.

Изложенные выше обстоятельства, а также результаты исследований пассажиропотоков, обслуживаемых городским транспортом города Мариуполя, в рамках проведенной договорной работы между Киевским Национальным транспортным университетом и Приазовским государственным техническим университетом по заказу городского совета г. Мариуполя, обусловили актуальность, характер и направление исследования возможностей разработки, совершенствования и осуществления мероприятий, направленных на улучшение транспортной обеспеченности городов и их центров.

Цель статьи

Целью проводимых исследований является разработка логистического механизма управления пассажирскими перевозками в крупных промышленных районах на примере города Мариуполя. Достижение цели возможно при использовании математического механизма имитационного моделирования.

Основной раздел

Транспортная система является одним из важнейших структурных элементов современного крупного города.

Степень участия различных видов транспорта в пассажироперевозках в разных городах различна и зависит от исторических особенностей, технических традиций, характеристик рельефа, экономических соображений. Не является исключением и город Мариуполь. Для современного этапа развития городского транспорта и транспортной сети, в частности в городе Мариуполе (рис. 1), характерно комплексное использование различных видов транспорта. Транспортный рынок пассажирских перевозок предоставляет пассажирам услуги различных видов транспорта, которые чаще всего не равноценны по стоимости, регулярности и комфорту. Пассажир, руководствуясь своими возможностями, целями и вкусами, а иногда и вынужденно, отдает предпочтение тому или иному виду транспорта.



Рис. 1. Схема транспортной сети г. Мариуполя

При этом часто решающим является не экономические, а качественные характеристики видов транспорта, поэтому при анализе транспортного рынка пассажирских перевозок необходимо учитывать не только экономику перевозок, но и качество транспортного обслуживания, социально-бытовые, производственные и другие факторы.

Для совершенствования городских пассажирских перевозок определенные перспективы имеют логистические технологии.

Логистический подход создает условия для улучшения многих показателей функционирования системы городских пассажирских перевозок, так как совершенствуется ее общая организация, повышается взаимная связь отдельных звеньев, улучшается управляемость. Экономический эффект от применения логистики возникает от снижения транспортных расходов. Оптимизируются маршруты движения транспорта, согласуются графики, сокращаются холостые пробеги, улучшаются показатели, определяющие экологическую безопасность исследуемой системы.

Перспективы для применения логистического подхода к организации перевозок жителей города имеются у тех категорий корреспонденции, перед которыми стоит одна и та же задача — в возможно короткие сроки перевезти значительное количество людей по маршрутам, начальные и конечные пункты которых относительно не многочисленны и достаточно четко определены. Именно на обслуживание пассажиропотоков между этими пунктами перспективно внедрение логистических технологий. Системе управления транспорта г. Мариуполя необходимо обратить внимание на эффективность выполнения перевозок, связанных с трудовыми поездками от мест массовой жилищной застройки к крупным предприятиям и организациям, дачными поездками, ночными поездками от вокзалов и от культурно-развлекательных заведений; поездками на культурно-массовые мероприятия (спортивные соревнования, концерты и т. п.).

Все более важным, а чаще всего решающим аргументом в конкурентной борьбе за потребителя становится качество.

Качество обслуживания пассажиров зависит от организации транспортного процесса, конструктивных особенностей и технического состояния используемого подвижного состава и пути, развития маршрутной сети, затрат времени пассажиров на поездку, на ожидание транспорта, комфортабельность транспортного передвижения, регулярности движения автобусов, беспересадочное сообщение и других факторов. Эффективность же логистического менеджмента проявляется в лучшем удовлетворении требований потребителей к качеству товаров и услуг. Согласно проведенным исследованиям, только 0,5% пассажиров оценивают предоставляемый уровень услуг общественным транспортом как «очень хороший» и 21% как «хороший». Общее количество крайне негативно оценивающих услуги общественного транспорта 26,9% («плохо» 20,2% + «очень плохо» 6,7%). Основная масса пассажиров общественного транспорта 51,7% оценивают уровень предоставляемых услуг на «удовлетворительно» (рис. 2). В целом получается, что 78,6% оценивают уровень предоставляемых услуг как низкий. Из выше сказанного можно сделать вывод, что общественный транспорт города Мариуполя выполняет только лишь минимально необходимые функции. При этом общественному транспорту города Мариуполя в большей степени «маршрутное такси», по мнению пассажиров, присущи следующие основные проблемы: грязь в салоне; неисправные сиденья, поручни, двери; низкая культура обслуживания, невыдача билета; долгое ожидание транспорта на остановках; пробки; нерегулярно ходят трамваи; нетактичное поведение водителей; в час-пик (раннее утро с 07–00 часов до 08–00 часов и вечер с 18–00 до 19–00) не хватает транспорта; кондукторы отсутствуют; нерегулярно работает транспорт, не весь день; рано уходит с маршрута; автобус не подходит близко к остановке, останавливается посреди дороги; скандалы с водителями; недостаточно автобусов на маршруте; отсутствие безопасности; плохо оборудованы остановки, следовательно, пробки; автобусы проезжают мимо.

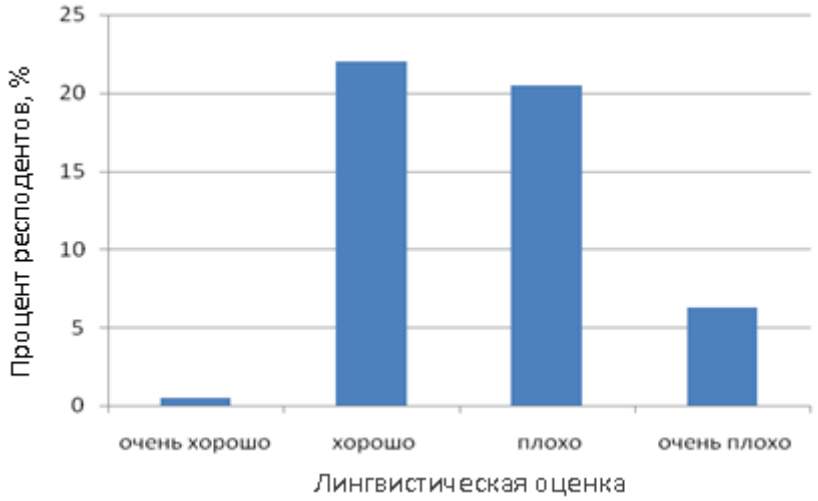


Рис. 2. Оценка качества транспортного обслуживания пассажиропотоков в г. Мариуполе

Можно предположить, что проблемы городского транспорта связаны с отсутствием единой координации и правил «поведения» владельцев коммерческого транспорта.

Если рассматривать основные проблемы транспортной системы, обслуживающие пассажирские перевозки, то становится понятно, что основная часть всех нареканий сводится к претензиям к «коммерческому транспорту». Есть основания предполагать, что водители коммерческих автобусов обеспокоены только получением сверх прибыли от своего бизнеса. И в меньшей степени думают об уровне услуг предоставляемых пассажирам.

Мероприятия по улучшению качества обслуживания пассажиров должны быть направлены на обеспечение нормативной плотности маршрутной сети и ее пропорций с учетом планировки и застройки городской территории, на рационализацию размещения остановочных пунктов на маршрутах, организацию специальных маршрутов для подвоза пассажиров непосредственно к местам массового приложения труда, на развитие системы скоростного и экспрессного автобусного сообщения. Необходимо своевременно обследовать пассажиропотоки с последующей разработкой рациональных расписаний движения; использовать резервные автобусы для исключения срывов рейсов на маршрутах; повышать регулярность движения автобусов.

Транспортная система г. Мариуполя, как и любого другого города, нуждается в применении логистического подхода к организации перевозок жителей города. Использование логистических технологий уже во всем мире признается перспективным направлением. Необходимо отказаться от использования стихийных методов принятия решений, принимаемых под влиянием обстоятельств. Задача логистической службы заключается в поиске оптимальной величины обслуживания.

Общественный пассажирский транспорт является и будет оставаться основным средством в перевозке населения в городе Мариуполе. Для достижения этой цели должны быть реализованы следующие задачи: создание законодательно — правовой и нормативной базы развития транспорта; формирование рынка транспортных услуг на основе конкуренции и взаимодействия всех транспортных предприятий разных форм собственности; техническое перевооружение транспорта. Для осуществления поставленных задач необходим научно обоснованный системный подход к решению проблем транспортной системы и отдельных ее подсистем.

В качестве математического аппарата, описывающего состояние транспортной системы крупного промышленного района, обслуживающей пассажирские перевозки, применим имитационное моделирование [4].

Опираясь на существующий механизм имитационного моделирования, задается информационная компонента имитационной модели транспортной системы крупного промышленного района, которую составляют:

– структура транспортной сети $Y = \{S, D, R\}$, где S — множество остановочных пунктов, D — множество возможных перемещений транспортных единиц, R — множество всех маршрутов транспортной сети;

– матрицы корреспонденций $||ij||$ включающие количественные характеристики пассажиропотоков в рамках каждого маршрута транспортной сети, где ij – интенсивность поступления пассажиропотоков с остановочного пункта с номером i на остановочный пункт с номером j в рамках маршрута;

– транспортный ресурс $B^* = \{B1, B2, \ldots Bn\}$, где N — общее количество транспортных единиц в транспортной сети.

Каждый маршрут в транспортной сети содержит Θ_α общих (принадлежащих к другим маршрутам) и ($N_\alpha — \Theta_\alpha$) изолированных систем накопления. Требования, поступающие на *i*-ю изолированную систему накопления, образуют одномерный входящий поток с интенсивностью:

$$\lambda_i = \sum_{j=i+1}^{N_\alpha} \lambda_{ij}, \quad i = \overline{1, N_\alpha}, \tag{1}$$

где λ_{ij} — интенсивность поступления в *i*-ю систему накопления требований, которые затем покидают систему обслуживания за момент достижения *j* систему ($j < i$).

Если $i \in \Theta_\alpha$, то часть требований, накапливающихся в такой системе, будут обслуживаться системами обслуживания, принадлежащим к $l \in \Theta_\alpha$ маршрутам. При этом требования, отнесенные к изолированным системам накопления маршрута α, обслуживаются системами только этого маршрута и не могут поступить на обслуживание в системах других маршрутов. Таким образом, на *i*-ю общую систему накопления поступает многомерный входящий поток с интенсивностью:

$$\lambda_i = \sum_{a=1}^{l} \left(\sum_{j=i+\theta a}^{N_a} \lambda_{ija} + \sum_{j=i+1}^{i+\theta_a} \lambda_{ija} \right), i = \overline{1, N_a}, \tag{2}$$

где λ_{ij} — интенсивность поступления в *i*-ю систему накопления требований маршрута α, которые затем покидают систему обслуживания за момент достижения *j* систему ($j < i$).

Интенсивность поступления в *i*-ю систему накопления обслуживающих систем маршрута α равна:

$$\lambda_a = \frac{M_a}{T_a}, a = \overline{1, L}, \tag{3}$$

Среднее количество пассажиров в *i*-ой системе накопления, желающих получить обслуживание системами маршрута α, определяется следующим образом:

$$R_a = T_a \frac{\sum_{i=1}^{N_a} \lambda_{ia}}{N_{ia}}, a = \overline{1, L}, \quad (4)$$

Среднее время ожидание пассажирами *i*-ой системы накопления рассчитывается по формуле:

$$\tau_i^{wait} = t_i^{\Delta} / 2, i = \overline{1, N_a}, \quad (5)$$

где t_i^{Δ} — интервал времени между поступлениями на *i*-ую систему накопления двух, следующих друг за другом, обслуживающих систем.

Выводы

Приведенное формализованное описание может быть положено в основу моделирующих алгоритмов деятельности транспортной системы страны с учетом особенностей пассажиропотоков в крупных промышленных районах.

Выбранное направление имеет перспективы для дальнейших исследований, базирующихся на факторе возрастающей мобильности населения и росте значимости фактора затраченного времени на передвижение тем или иным способом.

Список литературы

1. Fischer, Mario: Ökologische Dimension der Logistik: evolutorisch-entropische Systemanalyse ökonomischer Prozesse/Mario Fischer. Mit einem Geleitw. von Peter Klaus.— Wiesbaden: Dt. Univ.-Vlg.; Wiesbaden: Gabler, 1995 (Gabler Edition Wissenschaft) Zugl.: Erlangen, Nürnberg, Univ.,Diss., 1994.— ISBN 3-8244-6132-3 173 s.

2. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования.— М.: Издательский центр «Академия», 2003.— 400 с.

3. Варелопупо Г.А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте.— М.: Транспорт, 1981 г.— 93 с.

4. Бурковский В.Л. Имитационное моделирование городских пассажирских перевозок в системе управления муниципальным транспортом. Теория активных систем/Пашенцев С.М., Подвальный С.Л. // Труды международной научно-практической конференции в двух томах/под общей редакцией В.Н. Буркова, Д.А. Новикова.— М.: ИПУ РАН, 2001.— Т. 2.— 195 с.

Анотація. *Практичне застосування запропонованого механізму дозволяє отримати кількісну оцінку ефективності транспортної системи пасажирських перевезень у крупних промислових районах. На основі отриманої оцінки приймати оперативні рішення про проведення необхідних змін у системі, що досліджується.*

Abstract. *Practical application of the proposed mechanism allows to obtain quantitative assessment of the effectiveness of the transport system of passenger transportation in major industrial regions of the city-states. Based on the evaluation to make operational decisions about the necessary changes in the system under research.*

Стаття надійшла до редакції 28.03.2011 р.

УДК 621.38; 629.113

СУНЦОВ Н. В., д. х. н., профессор; МАКАРОВ В. А., д. т. н., доцент; СУНЦОВ А. Н., к. ф.-м. н.; ВОЛОВНЕНКО Е. Г., инженер, Донецкая академия автомобильного транспорта

О ВЛИЯНИИ ГОФРИРОВАННОЙ КЕРАМИКИ НА КАЧЕСТВО РАБОТЫ СВЕЧЕЙ ЗАЖИГАНИЯ

Выполнен анализ экспериментальных результатов и литературных данных с целью исследования процессов, связанных с гофрированной поверхностью изоляторов искровых свечей зажигания.

Постановка проблемы

Наибольшее распространение на автомобильных двигателях внутреннего сгорания получили искровые свечи с воздушным зазором, что объясняется их высокой надежностью и простотой конструкции. Даже при правильном выборе свечей они имеют различный срок эксплуатации. В мире не существует стандартов на свечи зажигания, так как они постоянно усовершенствуются по требованиям разных производителей автомобилей для конкретных двигателей.

Ниже рассмотрен один из элементов свечи — керамический изолятор, который предотвращает утечку электричества. Он изготовляется из глиноземной керамики, которая обладает большим электрическим сопротивлением и малой теплопроводностью. Подробные сведения о физике процессов, связанных с работой свечей зажигания, очевидно, позволяют совершенствовать не только устройство свечей, но и осознано контролировать работу двигателя внутреннего сгорания во время ремонта и эксплуатации автомобиля. Эти сведения, как правило, не обсуждаются фирмами изготовителями.

Цель статьи

В этой статье начинается публикация результатов систематических исследований физики процессов, происходящих в керамических изоляторах, и оценка их влияния на качество работы свечей зажигания. Рассматриваются физические процессы на керамической гофрированной поверхности свечи, способствующие снижению утечки электричества через поверхность изолятора.

Основная часть

Во время зажигания горючей смеси высокое напряжение прилагается к свече зажигания. Часть электрического заряда уходит (теряется) непосредственно через внутреннюю часть диэлектрика и по его поверхности, особенно, если эта поверхность загрязнена. В момент отсутствия искры, разность потенциалов может достигать максимального значения и этого промежутка времени может быть вполне достаточно, чтобы утечка привела к отсутствию ожидаемой искры. Часто такую утечку называют «коротким замыканием». Но, даже и при отсутствии «короткого замыкания», утечка зарядов значительно ухудшает работу двигателя.

Для снижения утечки электричества по поверхности свечи многие производители делают гофры (ребра) на поверхности изолятора. На рис. 1 изображена свеча с пятью гофрами. Именно такое количество гофр часто изготовляют многие современные производители свечей зажигания. Встречаются также свечи и с шестью гофрами.



Рис. 1. Конструкция свечи зажигания с пятью гофрами

Очевидно, что предельные значения напряжения, приводящие к появлению больших утечек («короткого замыкания»), хорошо иллюстрируют качество изолятора. Из табл. 1 видно, что свеча с пятью гофрами, в этом отношении, более эффективна, чем свеча без гофров.

Таблица 1

Значения предельного напряжения UAB [1]

Количество гофров	Напряжение короткого замыкания, *кВ* 15 20 25 30 35
Изолятор с пятью гофрами	
Изолятор без гофров	

На изолятор свечи наносится тонкое стекловидное покрытие — глазурь для создания непроницаемости по отношению к окружающим газам и парам воды, а также увеличения механической прочности изолятора. Толщина глазурного слоя в свечах различных производителей невелика (около 1–3% толщины всего диэлектрика). Вследствие того, что глазурь является хорошим изолятором и её слой имеет незначительную толщину, утечкой электрического тока по её объёму можно пренебречь (по сравнению с утечкой тока по объёму всего диэлектрика).

Поверхности диэлектрика, имеющие острые выступы (заусенцы), в случае достаточно сильной электризации, интенсивно ионизирует окружающий воздух вблизи острия, так как плотность электричества около острия весьма велика. Ионы, заряженные одноименно с изолятором, отталкиваются от острия, а заряженные противоположно притягиваются к нему.

Коэффициенты термического расширения глазури и изолятора свечи должны быть по возможности близкими. Температура плавления глазури должна соответствовать температуре обжига керамического изолятора для того, чтобы впоследствии не произошло его отслаивание или растрескивание. Очевидно, что медленное охлаждение после высокотемпературного обжига способствует снятию механических напряжений на неоднородностях керамики и глазури, а также улучшает качество покрытия — не только с точки зрения механической прочности, но и по изоляционным свойствам. На участках механических напряжений возникают скачки электронной плотности, которые влияют на скорость адсорбции окружающего газа. В состав глазури входят различные компоненты: Al_2O_3, Ir_2O, SiO_2, B_2O_3, і т. д.

Следует отметить, что современные свечи имеют довольно качественные глазированные поверхности. Поэтому, в отношении поверхности, в ближайшей перспективе, вероятно, не следует ожидать качественного скачка по улучшению глазированных поверхностей свечей зажигания, если не привлечь к решению вопроса нанотехнологии. Можно, очевидно, снизить ток утечки, если на его пути расположить кольца из материала, имеющего значительную величину диэлектрической проницаемости.

В связи с тем, что воздух всегда является несколько ионизированным, благодаря явлению электростатической индукции, даже незаряженные проводники и диэлектрики притягивают свободные электрические заряды оказавшиеся вблизи них. Это приводит к неизбежным потерям в электрической цепи. Так, например, силы притяжения заряда +q, находящегося вблизи незаряженной плоской поверхности металла или диэлектрика соответственно равны

$$f_1 = k\frac{q^2}{(2a)^2} \text{ или } f_2 = k\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 1}\cdot\frac{q^2}{(2a)^2}, \quad (1)$$

где a — расстояние от заряда до поверхности метала или диэлектрика;

ε — диэлектрическая постоянная диэлектрика;

k — коэффициент пропорциональности в законе Кулона.

Диэлектрическая постоянная воздуха принята за единицу. Очевидно, что при $\varepsilon >> 1$ значение f_1 и f_2 становятся близкими.

При подаче высоковольтного напряжения на клемму свечи зажигания происходит поляризация диэлектрика (рис. 2).

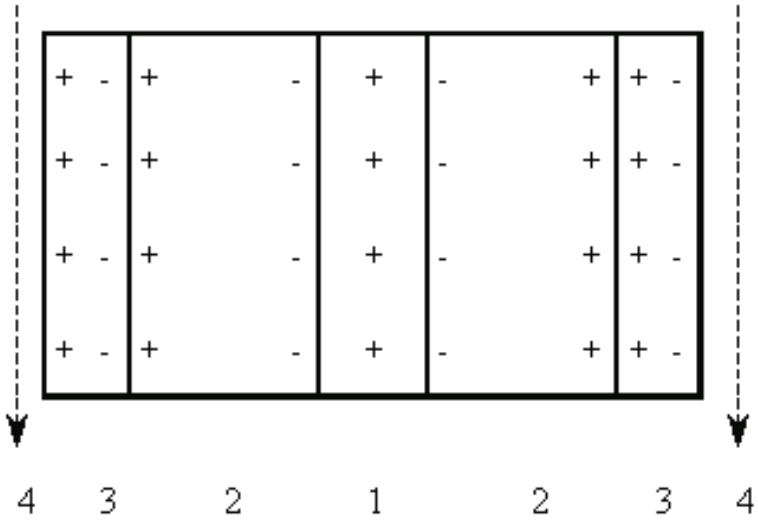


Рис. 2. Схема поляризации цилиндрического изолятора свечи зажигания при подаче высоковольтного напряжения:

1 — металлический электрод; 2 — изолятор; 3 — глазурь; 4 — направление утечки электричества по поверхности изолятора

Отрицательные ионы, притягиваясь из газовой фазы к поверхности изолятора, располагаются на цилиндрической поверхности свечи с практически равномерной плотностью (вследствие взаимного отталкивания и одинаковой кривизны поверхности). Отрицательные ионы по поверхности изолятора мигрируют к положительному полюсу (рис. 2). Стрелка 4 на этом рисунке показывает условное направление тока утечки (от плюса к минусу). При появлении

искры в искровом промежутке, напряжение на электроде падает по известной закономерности [2], поляризация диэлектрика уменьшается, но поверхностные заряды, очевидно, не могут за короткий промежуток времени исчезнуть с поверхности.

Керамические изоляторы для свечей зажигания изготовляют из глиноземной керамики. В основе изолятора часто используют корунд, легированный некоторыми примесями — для стабилизации электронной составляющей электропроводимости. Интерес к свойствам корунда (Al_2O_3) обусловлен широким применением керамик на основе этого оксида в качестве высокотемпературных конструкционных материалов. Малая величина электропроводности α–Al_2O_3 объясняется тем, что состав оксида близок к стехиометрическому и концентрация точечных дефектов, в результате этого, мала. Электропроводность α–Al_2O_3 имеет гексагональную плотную упаковку ионов кислорода, а ионы алюминия находятся только в октаэдрических пустотах (узлах), занимая ⅔ пустот по определенной закономерности. Параметры кристаллической решётки $a = в = 4{,}7589 \cdot 10^{-10}$, $c = 12{,}991 \cdot 10^{-10}$. Отношение $c/a = 2{,}72$, что значительно отличается от теоретического значения $c/a = 1{,}633$ для плотнейшей шаровой упаковки ионов кислорода. Такое увеличенное расстояние между ионами, очевидно, может сказываться на величине отклонения ионов O^{2-}, и Al^{3+} при действии внешнего электрического поля от положений равновесия. То есть, может иметь место значительная поляризация диэлектрика α–Al_2O_3 (см. рис. 2). Это подтверждается теоретическими расчетами. Действительно, поляризуемость диэлектрика состоит в общем случае из 4-х частей: электронной, ионной, дипольной и объемно-зарядной. Все эти виды поляризованности сказывается на величине диэлектрической проницаемости [2]

$$\varepsilon = \varepsilon_e + \varepsilon_i + \varepsilon_d + \varepsilon_s . \qquad (2)$$

Изолятор свечи зажигания изготовлен на основе оксида α–Al_2O_3. Диполей в нем нет и $\varepsilon_d = 0$. Время установления электронного смещения сравнимо с периодом световых колебаний (10^{-14}–10^{-15} с) и, поэтому εе близка с квадратом показателя преломлением света [2]. Тогда, при 577 нм, величина $\varepsilon_e = 1{,}13$; время установления поляризаций ионного смещения сравнимо с периодом собственных колебаний иона около положения равновесия (10^{-12}–10^{-13} с). При отсутствии свободных зарядов кристаллов имеем $\varepsilon_i = \varepsilon - \varepsilon_e$, где $\varepsilon = 12{,}3$ при 293 К (слабо зависит от частоты) [2]. Тогда, при температуре 293 К, величина $\varepsilon_i = 12{,}3 - 3{,}13 = 9{,}17$. Значительная величина ионной поляризации в α–Al_2O_3 объясняется тем, что он состоит из ионов с большим зарядом (Al^{3+} O^{2-}), а ионы алюминия находятся в относительно просторных октаэдрических пустотах по сравнению с тетраэдрическими пустотами не совсем плотной гексагональной упаковки ионов кислорода. Ионы алюминия располагаются между слоями ионов кислорода, поэтому, при поляризации диэлектрика, адсорбированные на поверхности ионы притягиваются к участкам нахождения положительных зарядов и могут мигрировать прыжками по поверхности диэлектрика. Подробный механизм возникновения тока утечки является предметом обсуждения следующей статьи.

Ниже приведен анализ влияния гофров на работу свечей зажигания. Фирмы изготовители свечей зажигания в своих каталогах часто отмечают, что гофры на изоляторах свечи увеличивают расстояния для прохождения поверхностного тока утечки, что приводит к увеличению сопротивления данного участка. Проверим это, почти очевидное утверждение, используя данные табл. 1. Предполагаем, что поверхностные сопротивления току утечки прямо пропорциональны длине участков. Тщательное измерение (на увеличенных изображениях длины поверхности $l_В$) для свечей зажигания показали, что отношение длин $l_В/l_А = 1{,}162$ (рис. 3). То есть, применение 5 гофров дает увеличение длинны на 16,2%. Выигранная величина напряжения (см. табл. 1) составляет 52,6%, так как $29/19 = 1{,}5263$. Имеется дополнительный, от увеличения длины, положительный эффект $52{,}63 - 16{,}2 \approx 36{,}4\%$, что значительно превосходит погрешность изменений. Следовательно, имеет место еще физическое явление, связанное с гофрами, которое приводит

к росту сопротивления тока утечки на 36,4% от величины $\Delta = 29-19=10$ кВ, то есть $\Delta_5 = 3{,}64$ кВ. Предполагая, в первом приближении, линейную зависимость Δ_5 от числа гофров, можно оценить (приблизительно) вклад одного гофра как $3{,}64 / 5 = 0{,}728 \approx 0{,}73$ кВ/гофр.

Известно, что свободные электрические заряды на поверхности проводника, отталкиваясь друг от друга, располагаются так, что их плотность больше там, где больше кривизна поверхности. По поверхности диэлектрика электрические заряды обычно не перемещаются, но особое состояние изолятора свечи зажигания позволяют мигрировать отрицательным ионам, адсорбированным на поверхности из газовой фазы в сторону положительного электрода. На участках большой кривизны (*M*) плотность поверхностных зарядов, очевидно, максимальна, а на участках *L* — минимальна. Из рис. 3 видно, что при миграции через гофры, ионы будут преодолевать энергетический барьер $\Delta_1 = U_м - U_н$, что для свечи с пятью гофрами составляет приблизительно 0,73 кВ/гофр.

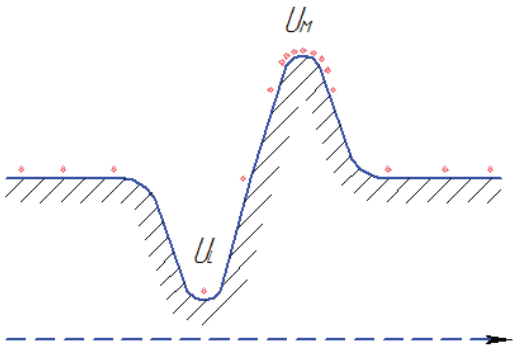


Рис. 3. Схема распределения плотности электрических зарядов на поверхности гофра. Плотность зарядов изображена условно точками. Пунктиром показано направление потока иона

Выводы

Миграция адсорбированных из газовой фазы отрицательных ионов на поверхности изолятора свечи зажигания (ток утечки) затрудняется при наличии гофров на поверхности из-за неравномерной плотности распределения зарядов.

На вершинах гофров повышенная плотность зарядов по отношению к основанию такова, что разность потенциалов соответствующих участков равна 0,73 кВ/гофр, что приводит к потере энергии равной 0,73 кДж при прохождении единицы электрического заряда.

Список литературы

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

2. Гавриленко В.И. Оптические свойства полупроводников/В.И. Гавриленко, А.М. Грехов, Д.В. Корбутяк, В.Г. Литовченко. — Киев: Наук. думка, 1987. — 608 с.

Анотація. *Виконано аналіз експериментальних результатів та літературних даних з метою дослідження процесів, що пов'язані з гофрованою поверхнею ізоляторів іскрових свічок запалювання.*

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

Стаття надійшла до редакції 26.05.2011 р.

УДК 629.3:621.434

КРАВЧЕНКО А. П., д. т. н., профессор, Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, ВЕРШИНА Г. А., к. т. н., доцент, ЛЕПЕШКО И. И., к. т. н., доцент, ПИЛАТОВ А. Ю., ассистент, Белорусский национальный технический университет; НОЖЕНКО Е. С., к. т. н., Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИФФУЗИОННО-КИНЕТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ

Предложена математическая модель диффузионно-кинетического восстановления продуктов сгорания углеводородных топлив на основании теории гетерогенных каталитических реакций и теории газификации твердого топлива с применением продуктов восстановления в автомобильных двигателях.

Введение

Массовое потребление автомобильным парком углеводородов в качестве топлива (свыше 2,1 млрд. тонн/год) на транспорте и энергетике является на сегодняшний день ключевой причиной растущего быстрыми темпами топливно-энергетического дефицита ресурсов планеты. Помимо периодически повторяющихся топливно-энергетических кризисов последствия воздействия на окружающую среду от использования существующей технологии сжигания углеводородов усугубляются также эмиссией (свыше 1,2 млрд. тонн/год по предварительным оценкам) парниковых газов, приближающих глобальную экологическую катастрофу [1].

Несмотря на масштабы мировых инвестиций в автомобилестроение (500–700 млрд. евро) [2], рост коэффициента полезного действия при преобразовании химической энергии топлива в механическую работу за последние 10 лет существенно не изменился и сохраняется на уровне 40–50%[3].

Низкая эффективность термохимических преобразований в процессе сгорания углеводородов вынуждает обращаться к нетрадиционным источникам получения энергии (применение альтернативных растительных топлив [4], внедрение мобильных электроустановок, ветровой и солнечной энергии) в энергетике и на транспорте. Однако это не покрывает быстрорастущий спрос на высокую мощность и крутящий момент на транспорте и вынуждает прибегать к методам совершенствования процесса сгорания в тепловых двигателях и энергоустановках [5].

Одним из основных препятствий дальнейшего развития указанного направления является сложность комплексного описания быстропротекающего термохимического процесса сгорания, что не дает возможность установить наиболее эффективные факторы для управления процесса сгорания и существенно повысить его эффективность при доведенном до совершенства уровне конструкции и технологии производства тепловых силовых установок. Это, в свою очередь, вынуждает обращаться к альтернативным источникам топлива и энергии, которые, однако, по энергоемкости, как правило, уступают традиционным углеводородным. Кардинальным решением обозначенных проблем может явиться непосредственное преобразование отработавших газов от процесса сгорания углеводородов, а именно их компонентов − CO_2 (до 12% по объему) и H_2O (до 10% по объему), в горючие компоненты (CO и H_2) синтез-газа и последующим их направлением непосредственно в цилиндры силовой или энергетической установки.

Цель статьи

Разработка математической модели диффузионно-кинетического преобразования компонентов C_2O и H_2O в горючую смесь CO и H_2 путем пропускания потока отработавших после сгорания газов через угольный реактор на основании существующих в настоящее время теорий гетерогенных каталитических реакций и газификации твердого топлива и применении его продуктов в автомобильных двигателях.

Основная часть

Процесс химического восстановления углекислого газа и воды (C_2O и H_2O) представляется в теории газификации твердого топлива совокупностью гомогенных и гетерогенных брутто-реакций (табл. 1) [6], которые протекают в слое на реакционной поверхности угольной массы.

Начальные концентрации окиси углерода CO и водорода H_2 в отработавших газах по сравнению с CO_2 и H_2O пренебрежительно малы. Кроме того, основной особенностью химической кинетики гетерогенных реакций является протекание их только в реакционной зоне вблизи поверхности, которая оценивается величиной реакционной поверхности пористой угольной массы. Поэтому механизм химического восстановления компонентов CO_2 и H_2O отработавших газов по реакциям №№ 1–7 (табл. 1) идет только в реакционной зоне в близи поверхности угля (рис. 1), общий размер которой в теории гетерогенных реакций может быть условно оценен величиной реакционной поверхности S.

Таблица 1

Реакции, проходящие на реакционной поверхности угольной массы [6]

№	Реакция	Кинетическая константа скорости
гомогенные реакции		
1	$2CO+O_2\rightarrow 2CO_2$	$k=3\cdot10^7\cdot\exp\left(-118832/R\cdot T\right)$
2	$CO+H_2O\rightarrow CO_2+H_2$	$k=2{,}7\cdot10^3\cdot\exp\left(-1044232/R\cdot T\right)$
3	$2H_2+O_2\rightarrow 2H_2O$	$k=8{,}8\cdot10^4\cdot\exp\left(-997682/R\cdot T\right)$
гетерогенные реакции		
4	$2C+O_2\rightarrow 2CO$	$k=2{,}5\cdot10^6\cdot\exp\left(-1310002/R\cdot T\right)$
5	$C+O_2\rightarrow CO_2$	$k=1{,}6\cdot10^4\cdot\exp\left(-980002/R\cdot T\right)$
6	$C+CO_2\rightarrow 2CO$	$k=4{,}6\cdot10^2\cdot\exp\left(-1400002/R\cdot T\right)$
7	$C+H_2O\rightarrow CO+H_2$	$k=7{,}2\cdot10^4\cdot\exp\left(-1800002/R\cdot T\right)$

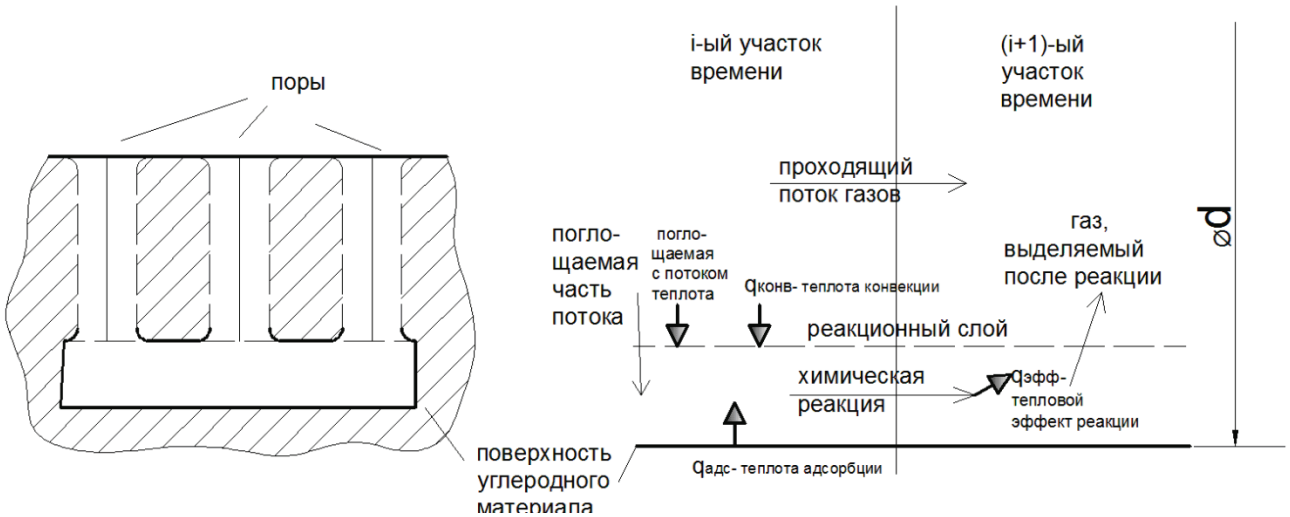


Рис. 1. Расчетная схема физико-химических превращений в реакционном слое на поверхности угля

Массовый баланс газов, проходящих через выделенный расчетный участок реакционной зоны (рис. 1), может быть описан следующим уравнением:

$$G_{ог}^{i}+\left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)^{i+1}-G_{погл}^{i}=G_{ог}^{i+1}, \qquad (1)$$

где $\left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)^{i+1}$ — массовый расход газов, поступающих в поток на участке после химических реакций на границе расчетных участков в результате химических преобразований в реакционной зоне на поверхности угольной массы;

$G_{ог}^{i+1}$ — результирующий поток газов на (i+1) -ом участке;

$G_{ог}^{i}$ — поток газов, проходящий через расчетную зону вблизи i-ого участка реакционной поверхности.

Таким образом, согласно принятой расчетной схеме (рис. 1), вся реакционная зона вблизи угольной поверхности разбивается по времени ее прохождения потоком отработавших газов на некоторое количество расчетных участков, на границе которых в реакционном слое угольной массы происходят химические преобразования (табл. 1). Перед началом химических реакций часть проходящего $G_{ог}^{i}$ потока газов диффундирует в реакционную зону и может быть оценена как:

$$G_{погл}^{i}=\rho_{ог}^{i}\cdot w_{ог}^{i}\cdot S(\phi)\cdot m_{уг}^{i}, \qquad (2)$$

где $\rho_{ог}^{i}$ — плотность потока газов в реакционной зоне на i-ом участке реакционной поверхности, кг/м^3;

$w_{ог}^{i}$ — скорость потока газов в реакционной зоне на i-ом участке реакционной поверхности, м/с;

$S(\phi)$ — величина удельной внутренней поверхности пористой угольной массы, м^2/г;

$m_{уг}^{i}$ — масса i-ого участка удельной внутренней поверхности пористой угольной массы, которая задействована в химических реакциях на расчетном участке, г.

Результирующий поток $G_{oг}^{i+1}$ газов может быть определен как:

$$G_{\text{погл}}^{i+1} = \rho_{\text{ог}}^{i+1} \cdot w_{\text{ог}}^{i+1} \cdot S^{i+1}, \quad (3)$$

где $\rho_{\text{ог}}^{i+1}$ — плотность потока газов в реакционной зоне на i+1-ом участке реакционной поверхности, кг/м^3;

$w_{\text{ог}}^{i+1}$ — скорость потока газов в реакционной зоне на i-ом участке реакционной поверхности, м/с;

S^{i+1} — площадь сечения выпускного коллектора на i+1-ом расчетном участке, м^2/г.

Масса i-ого участка удельной внутренней поверхности пористой угольной массы, которая задействована в химических реакциях, представляется как:

$$m_{\text{уг}}^{i} = \frac{\Delta \vartheta_{\text{с}}^{i}}{\Delta t} \cdot \mu_c \cdot \Delta t, \quad (4)$$

где $\frac{\Delta \vartheta_c^i}{\Delta t}$ — скорость расходования молей поверхности углерода, участвующей в реакции на i-ом участке, моль/с;

μ_c — молекулярная масса углерода, моль/с;

Δt — расчетный промежуток времени, с.

Скорость расходования молей поверхности углерода, участвующей в реакции на i-ом участке, определится как:

$$\frac{\Delta \vartheta_c^i}{\Delta t} = a \cdot \Delta t \cdot w_{oг}^{i} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot m_n, \quad (5)$$

где a — суммарная скорость гетерогенных реакций, в которых участвует поверхность углерода, с$^{-1}$;

$w_{oг}^{i}$ — скорость на i-ом расчетном участке выпускного коллектора, м/с;

m_n — порозность слоя угля на i-ом участке;

d — диаметр выпускного коллектора на i-ом расчетном участке, м.

Суммарная скорость а реакций согласно теории гетерогенных реакций [7] определяется как:

$$a = \frac{k_6 \cdot \beta_{CO_2}}{k_6 + \beta_{CO_2}} \cdot C_{CO_2} + \frac{k_4 \cdot \beta_{O_2}}{k_4 + \beta_{O_2}} \cdot C_{O_2} + \frac{k_5 \cdot \beta_{C_2}}{k_5 + \beta_{C_2}} \cdot C_{C_2} + \frac{k_7 \cdot \beta_{H_2O}}{k_7 + \beta_{H_2O}} \cdot C_{H_2O}, \quad (6)$$

где k_4, k_5, k_6, k_7 — кинетическая скорость реакции №4, №5, №6, №7 (табл. 1);

β_{CO_2} — коэффициент скорости диффузии молекул CO_2 в реакционный слой, с$^{-1}$;

β_{O_2} — коэффициент скорости диффузии молекул O_2 в реакционный слой, с$^{-1}$;

β_{H_2O} — коэффициент скорости диффузии молекул H_2O в реакционный слой, с$^{-1}$;

C_{CO_2} — коэффициент скорости диффузии молекул CO_2 в реакционном слое, моль/м^3;

C_{O_2} — коэффициент скорости диффузии молекул O_2 в реакционном слое, моль/м^3;

C_{H_2O} — коэффициент скорости диффузии молекул H_2O в реакционном слое, моль/м³.

Коэффициенты диффузии β_{CO_2}, β_{O_2}, β_{H_2O} в реакционном слое в общем случае можно определить, исходя из выражения:

$$\beta_j = \frac{Nu_j \cdot D_j}{d^2}, \tag{7}$$

где j — обозначение соответствующего компонента (CO_2, O_2, H_2O);

Nu_j — обобщенное число Нуссельта [8] для j-ого компонента в тепломассопереносе при газификации твердого топлива;

D_j — коэффициент диффузии j-ого компонента.

Для определения обобщенного числа Нуссельта в [8] предложено следующее выражение:

$$Nu_j = A \cdot \mathrm{Re}^n, \tag{8}$$

где A — обобщенный коэффициент, зависящий от порозности слоя твердого топлива;

n — коэффициент, зависящий от формы частиц угля;

Re — число Рейнольдса.

Для определения коэффициента диффузии D_j для j-ого компонента предложена формула:

$$D_j = D_o \cdot \left(\frac{w_C}{\omega_j}\right) \cdot \left(\frac{T_i}{298K}\right)^{1,5}, \tag{9}$$

где D_o — константа диффузии при 298 К. Принимается для смеси рассматриваемых компонентов газа по [7];

w_C — площадь пор по линейному диаметру в Ангстремах;

ω_j — «посадочная» площадка молекулы j-ого компонента на поверхность угля в реакционном слое. Значение ω_j определяется в теории адсорбции по формуле Бруннауэра-Эммитера:

$$\omega_j = 1{,}091 \cdot \left(\frac{M_j}{N_a \cdot \rho_j}\right)^{2/3}, \tag{10}$$

где M_j — молекулярная масса j-ого компонента;

N_a — число Авогадро;

ρ_j — плотность j-ого компонента в жидком состоянии.

Подставляя (8), (9), (10) в (7), получим выражение для коэффициента скорости диффузии для j-ого компонента:

$$\beta_j = \frac{A\left(w_{oe}^i \cdot \rho_j^i\right)^n \cdot d^{n-2} \cdot D_j}{\mu_j^{in}}, \tag{11}$$

где ρ_j^i — плотность j-ого компонента на i-ом расчетном участке;

μ_j^i — динамическая вязкость j-ого компонента на i-ом расчетном участке.

Массовый расход газов $\left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)^{i+1}$ на следующем за i-ым расчетном участке (рис. 1) изменяется в ходе химических реакций (табл. 1) за счет образования из массы поверхности $m_{yг}^i$ твердого углерода газообразных веществ в ходе рассматриваемых гетерогенных реакций (табл. 1). На этом основании можно записать:

$$\left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)^{i+1} \cdot \Delta t = m_{yг}^i . \tag{12}$$

Подставляя (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11) в (1) с учетом выражения (12) скорость на следующем $(i+1)$-ом расчетном участке определится как:

$$w_{oг}^{i+1} = \frac{G_{oг}^i}{\left(\rho_{oг}^{i+1} - \left(1 - 10^3 \cdot \rho_{oг}^i \cdot w_{oг}^i \cdot S(\phi)\Delta t\right) a \cdot \mu_C \cdot \Delta t\right) \cdot S^{i+1}} . \tag{13}$$

Плотность газовой смеси на i+1 участке после химической реакции определяется как сумма парциальных плотностей всех газов, участвующих в реакциях, которые в свою очередь определяются по вычисленным концентрациям соответствующих газов. Указанные концентрации могут быть в общем случае определены из системы дифференциальных уравнений, описывающих гомогенные и гетерогенные реакции (табл. 1). Переходя к конечно-разностной аппроксимации, принятой по рис. 1, данная система дифференциальных уравнений на расчетном i и i+1 участке будет записана в следующем виде:

$$\frac{C_{CO}^{i+1} - C_{CO}^i}{\Delta t} = -k_1 C_{CO}^i C_{O_2}^i - k_2 C_{CO}^i C_{H_2O}^i + \frac{k_4 \cdot \beta_{O_2}}{k_4 + \beta_{O_2}} \cdot C_{O_2}^i + \frac{k_6 \cdot \beta_{CO_2}}{k_6 + \beta_{CO_2}} \cdot C_{CO_2}^i + \frac{k_7 \cdot \beta_{H_2O}}{k_7 + \beta_{H_2O}} \cdot C_{H_2O}^i ;$$

$$\frac{C_{H_2}^{i+1} - C_{H_2}^i}{\Delta t} = -k_2 C_{CO}^i C_{H_2O}^i - k_3 C_{H_2}^i C_{O_2}^i + \frac{k_4 \cdot \beta_{O_2}}{k_4 + \beta_{O_2}} \cdot C_{O_2}^i + \frac{k_7 \cdot \beta_{H_2O}}{k_7 + \beta_{H_2O}} \cdot C_{H_2O}^i ;$$

$$\frac{C_{H_2O}^{i+1} - C_{H_2O}^i}{\Delta t} = -k_2 C_{CO}^i C_{H_2O}^i + k_3 C_{H_2}^i C_{O_2}^i + \frac{k_7 \cdot \beta_{H_2O}}{k_7 + \beta_{H_2O}} \cdot C_{H_2O}^i ; \tag{14}$$

$$\frac{C_{O_2}^{i+1} - C_{O_2}^i}{\Delta t} = -k_1 C_{CO}^i C_{O_2}^i - k_3 C_{H_2}^i C_{O_2}^i + \frac{k_4 \cdot \beta_{O_2}}{k_4 + \beta_{O_2}} \cdot C_{O_2}^i - \frac{k_5 \cdot \beta_{O_2}}{k_5 + \beta_{O_2}} \cdot C_{O_2}^i ;$$

$$\frac{C_{CO_2}^{i+1} - C_{CO_2}^i}{\Delta t} = k_1 C_{CO}^i C_{O_2}^i + k_2 C_{CO}^i C_{H_2O}^i + \frac{k_4 \cdot \beta_{O_2}}{k_4 + \beta_{O_2}} \cdot C_{O_2}^i + \frac{k_5 \cdot \beta_{O_2}}{k_5 + \beta_{O_2}} \cdot C_{O_2}^i - \frac{k_6 \cdot \beta_{CO_2}}{k_6 + \beta_{CO_2}} \cdot C_{CO_2}^i .$$

На начальном участке до прохождения химических реакций концентрация газовых компонентов смеси на поверхности принимается равной объемной концентрации соответствующих компонентов в потоке газа. В ходе расчетов по системе (14) концентрация азота принималось постоянной. Определение кинетических констант k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7 скорости реакций (14) производится по температуре $T_{сл.г}$ в реакционном слое вблизи углеродной поверхности на границе расчетных участков *i* и *i*+1. Для определения температуры $T_{сл.г}$ в реакционном слое предложено уравнение теплового баланса для составляющих тепловых потоков (рис. 1) поглощения и выделения тепла в реакционной зоне вблизи поверхности угля:

$$\left(q_{погл}\right)^i \Delta t + \left(q_{конв}\right)^i \Delta t + \left(q_{эф}^{хим}\right)^{i/i+1} \Delta t = \left(q_{рез}\right)^{i+1} \Delta t , \qquad (15)$$

где $\left(q_{погл}\right)^i \Delta t$ — теплосодержание в поглощаемом потоке газа в реакционной зоне на *i*-ом участке;

$\left(q_{конв}\right)^i \Delta t$ — конвекция между газом в реакционной зоне и основным потоком газа, протекающим мимо реакционной зоны;

$\left(q_{эф}^{хим}\right)^{i/i+1} \Delta t$ — суммарный тепловой эффект реакций (табл. 1) на границе двух расчетных участков в реакционной зоне;

$\left(q_{рез}\right)^{i+1} \Delta t$ — теплосодержание потока на выходе из реакционной зоны на *i*+1 участке.

Для определения теплосодержания $\left(q_{погл}\right)^i \Delta t$ поглощаемого потока газа предлагается формула:

$$\left(q_{погл}\right)^i \Delta t = \vartheta^i \cdot C_p^i \cdot T_г^i , \qquad (16)$$

где ϑ^i — количество молей смеси в реакционной зоне на *i*-ом участке;

C_p^i — мольная теплоемкость при постоянном давлении в смеси газов в реакционной зоне на *i*-ом участке;

$T_г^i$ — температура газов на *i*-ом расчетном участке.

Количество молей в реакционном слое определяется по формуле:

$$\vartheta^i = 10^3 \cdot \left(\sum_{j=1}^{n} C_j^i\right) w_{ог}^i \cdot S(\phi) \cdot m_{уг}^i \Delta t , \qquad (17)$$

где C_j^i — концентрация *j*-ого компонента в *i*-й момент времени в реакционной зоне;

n — число компонентов в газовой смеси в потоке в реакционной зоне.

Удельная мольная теплоемкость смеси газов определяется линейной аппроксимацией данных [9] зависимости изохорной молярной теплоемкости от температуры в диапазоне (0 … 2500) 0С как удельная теплоемкость смеси газов:

$$C_p^i = \left(\sum_{j=1}^{n} r^j \cdot C_p^j\right)^i , \qquad (18)$$

где r^j — мольная доля j-ого компонента;

C_p^j — удельная мольная теплоемкость при постоянном давлении *j*-ого компонента, представляет линейную функциональную связь от температуры газа $C_p^j = aT_г^i + b$.

Определение конвекции $\left(q_{конв}\right)^i \Delta t$ производится по формуле:

$$\left(q_{конв}\right)^i \Delta t = \pm 10^3 \cdot \alpha_г^i \cdot \left(T_г^i - T_{сл.г}^{i\ i+1}\right) S(\phi) \cdot m_{уг}^i \cdot \Delta t\,, \tag{19}$$

где $\alpha_г^i$ — коэффициент конвекционной теплопередачи между газами в реакционной зоне и проходящим потоком газа на расчетном участке;

$T_{сл.г}^{i\ i+1}$ — температура в реакционном слое на границе расчетных участков, при которой происходят рассматриваемые (табл. 1) реакции.

Знак «±» в формуле (19) указывает на разнонаправленность потока конвекции между газом в реакционном слое и общим проходящим потоком тепла.

Суммарный тепловой эффект химической реакции определяется по формуле:

$$\left(q_{эф}^{хим}\right)^{i/i+1} \Delta t = \left(\begin{array}{l} \left(k_1 C_{CO}^i C_{O_2}^i\right) Q_1 + \left(k_2 C_{CO}^i C_{H_2O}^i\right) Q_2 + \left(k_3 C_{H_2}^i C_{O_2}^i\right) Q_3 + \left(\dfrac{k_4 \cdot \beta_{O_2}}{k_4 + \beta_{O_2}} \cdot C_{O_2}^i\right) Q_4 + \\ + \left(\dfrac{k_5 \cdot \beta_{O_2}}{k_5 + \beta_{O_2}} \cdot C_{O_2}^i\right) Q_5 + \left(\dfrac{k_6 \cdot \beta_{CO_2}}{k_6 + \beta_{CO_2}} \cdot C_{CO_2}^i\right) Q_6 + \left(\dfrac{k_7 \cdot \beta_{H_2O}}{k_7 + \beta_{H_2O}} \cdot C_{H_2O}^i\right) Q_7 \end{array} \right) \times \tag{20}$$

$$\times \Delta t \cdot w_{oг}^i \cdot 10^3 \cdot S(\phi) \cdot m_{уг}^i \Delta t$$

в которой Q_1 — тепловой эффект реакции № 1; Q_2 — тепловой эффект реакции № 2; Q_3 — тепловой эффект реакции № 3; Q_4 — тепловой эффект реакции № 4; Q_5 — тепловой эффект реакции № 5; Q_6 — тепловой эффект реакции № 6; Q_7 — тепловой эффект реакции № 7.

Теплосодержание $\left(q_{рез}\right)^{i+1} \Delta t$ потока на выходе из реакционной зоны на i+1 участке определяется по формуле:

$$\left(q_{рез}\right)^{i+1} \Delta t = \vartheta^{i\ i+1} \cdot C_p^{i+1} \cdot T_{сл.г}^{i\ i+1}\,, \tag{21}$$

где C_p^{i+1} — удельная мольная теплоемкость газовой смеси в реакционной зоне, представляет линейную функциональную связь от температуры газа $C_p^{i+1} = aT_{сл.г}^{i\ i+1} + b$.

Подставляя (16), (17), (18), (19) и (20) в (15) будем иметь для линейной аппроксимации $C_p^{i+1} = aT_г^{i+1} + b$ теплоемкости как температурной функции для границы расчетных участков $\left(i \quad i+1\right)$

$$T_{сл.г}^{i\ i+1} = \frac{-(rb) + \sqrt{(rb)^2 + 4(ra)c}}{2 \cdot (ra)}\,. \tag{22}$$

В свою очередь:

$$(rb)=\left(\sum_{j=1}^{n} r_j b_j\right)\vartheta^{i\ \ i+1} \pm a_г^i S(\phi)\cdot m_{уг}^i \Delta t\ , \qquad (23)$$

где r_j — мольная доля j-ого компонента в смеси газов;

b_j — свободный член температурной зависимости удельной мольной теплоемкости $C_p^{i+1}=aT_г^{i+1}+b$ j-ого компонента смеси;

n — число компонентов в газовой смеси;

$$(ra)=\left(\sum_{j=1}^{n} r_j a_j\right)\vartheta^{i\ \ i+1}, \qquad (24)$$

где a_j — температурный коэффициент температурной зависимости удельной мольной теплоемкости $C_p^{i+1}=aT_г^{i+1}+b$ j-ого компонента смеси;

n — число компонентов в газовой смеси.

$$c=\vartheta\cdot C_p^i\cdot T_г^i \pm 10^3\cdot\alpha_г^i\left(T_г^i-T_{сл.г}^{i\ \ i+1}\right)\cdot S(\phi)\cdot m_{уг}^i\Delta t\cdot\left(\left(k_1C_{CO}^iC_{O_2}^i\right)Q_1+\left(k_2C_{CO}^iC_{H_2O}^i\right)Q_2+\right.$$
$$+\left(k_3C_{H_2}^iC_{O_2}^i\right)Q_3+\left(\frac{k_4\cdot\beta_{O_2}}{k_4+\beta_{O_2}}\cdot C_{O_2}^i\right)Q_4+\left(\frac{k_5\cdot\beta_{O_2}}{k_5+\beta_{O_2}}\cdot C_{O_2}^i\right)Q_5+\left(\frac{k_6\cdot\beta_{CO_2}}{k_6+\beta_{CO_2}}\cdot C_{CO_2}^i\right)Q_6+ \qquad (25)$$
$$\left.+\left(\frac{k_7\cdot\beta_{H_2O}}{k_7+\beta_{H_2O}}\cdot C_{H_2O}^i\right)Q_7\right)\Delta t w_{ог}^i 10^3 S(\phi)m_{уг}^i\Delta t$$

Температура в газовом потоке $T_г^{i+1}$ определяется исходя из теплового баланса потока газа, проходящего мимо расчетного участка $(i\ \ i+1)$:

$$G_{ог}^i\Delta t\left(\frac{C_p^i}{\mu_г}\right)T_г^i-\left(q_{погл}\right)^i\Delta t+\left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)^{i+1}\Delta t\left(\frac{C_p^{i+1}}{\mu_г}\right)T_г^{i\ \ i+1}\mp\left(q_{конв}\right)^i\Delta t=G_{ог}^{i+1}\Delta t\left(\frac{C_p^{i+1}}{\mu_г}\right)T_г^{i+1}, \qquad (26)$$

где $\mu_г$ — молекулярная масса смеси газов.

Уравнение (26) позволяет определить температуру в газовом потоке на следующем расчетном участке после диффузионно-кинетического взаимодействия потока газа с реакционной зоной вблизи поверхности на рассматриваемом расчетном участке $(i\ \ i+1)$.

Таким образом, общая система уравнений, описывающая тепловой и массовый баланс между реакционной зоной и газовым потоком представляется в следующем виде:

– скорость потока после прохождения потоком газа через элементарный участок реакционной восстановительной зоны определится по формуле (13);

– изменение концентрации компонентов газовой смеси в реакционной зоне вблизи поверхности угля определится по формуле (14);

– температура в реакционной зоне на выбранном расчетном участке определится по формулам(22–25);

– уравнение для определения температуры потока газа после прохождения реакционной зоны на элементарном расчетном участке вблизи поверхности угля определится по формуле (26).

Для проведения предварительных расчетов вычислительного эксперимента в качестве прототипа выбран двигатель семейства Д245 производства ОАО «ММЗ» с рециркуляцией отработавших газов (табл. 2).

Условная реакционная поверхность угля $S(\phi)$ выбрана в соответствии с рекомендациями [7]. Ее значения для начального этапа реакций могут составлять например для кокса бурого угля 200 м²/г. Для исключения существенного накапливания ошибки при расчете реакций (табл. 1) по всей реакционной поверхности сначала был выбран шаг времени порядка 10–7−10–8 сек, что при расчете при имеющейся скорости потока w_z^i = (50–100) м/с требует значительных вычислительных ресурсов системы для расчета более чем 106 элементарных реакционных зон данной условной поверхности.

Таблица 2

Исходные значения для вычислительного эксперимента

Исходный параметр	Значения
Расход топлива, кг/ч	24,85
Расход воздуха, кг/ч	642,6–743
Частота вращения, мин$^{-1}$	2300–2400
Масса загружаемого в реактор угля, кг	0,7
Плотность угля, кг/м^3	400
Диаметр коллектора, м	0,08
Температура газов на входе в реактор, К	900–1500

Для сокращения времени расчета реакционная поверхность разделена на 150 условных поверхностей диаметром порядка 6 мм с соответствующим пропорциональным уменьшением расхода отработавших газов таким образом, чтобы начальные концентрации, скорость и температура газа не изменились. Характер изменения температур в реакционной зоне и в потоке газа при прохождении газом угольного реактора представлено на рис. 2а, характер изменения скорости газового потока — на рис. 2б. Характер изменения концентраций CO, CO_2, H_2O, H_2, O_2 представлен на рис. 3.

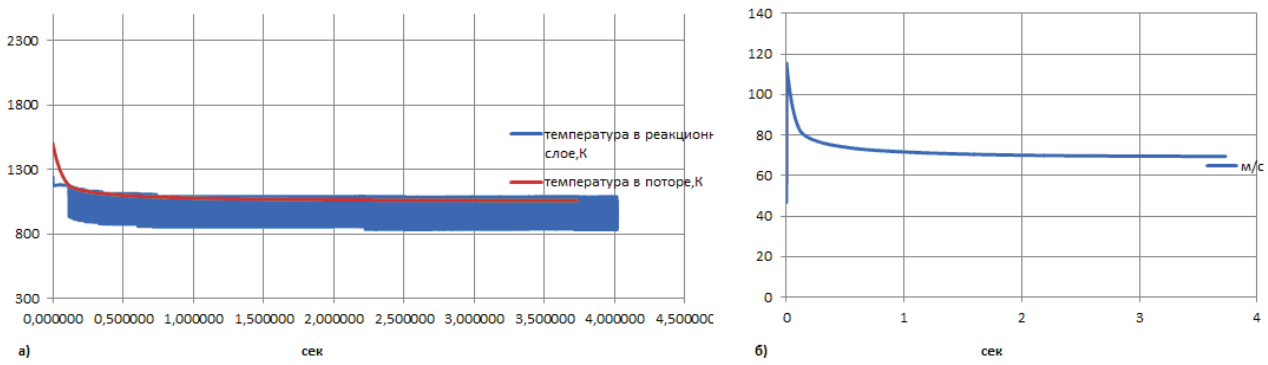


Рис. 2. Характер изменения температур в реакционной зоне (а) и скорости (б) в потоке газа при прохождения газом угольного реактора

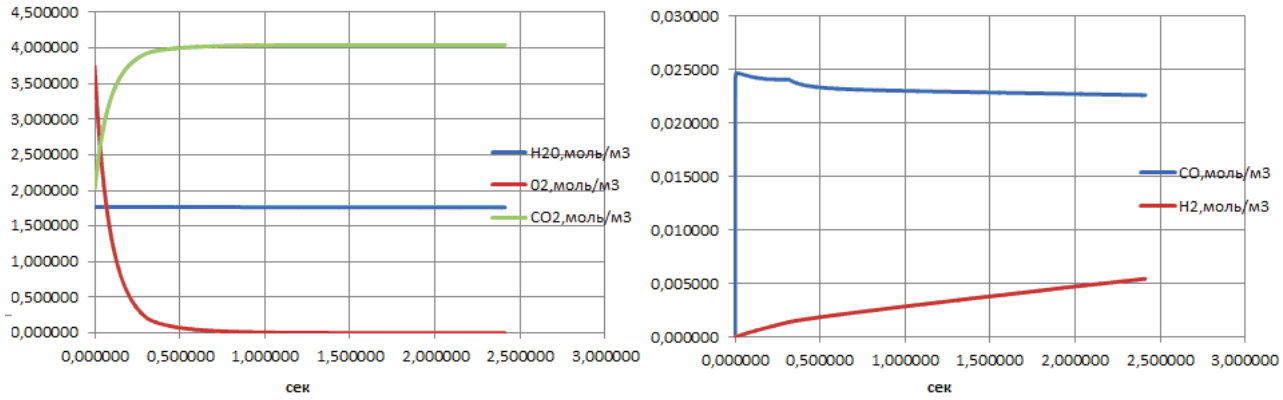


Рис. 3. Характер изменений концентраций в CO, CO_2, H_2O, H_2, O_2 в кислородной области

Анализ предварительных результатов расчета (рис. 3) показывает, что для полного химического восстановления отработавших газов требуется значительное время (рис. 4). При этом углерод расходуется весьма незначительно, скорость выгорания которого максимальна в кислородной зоне.

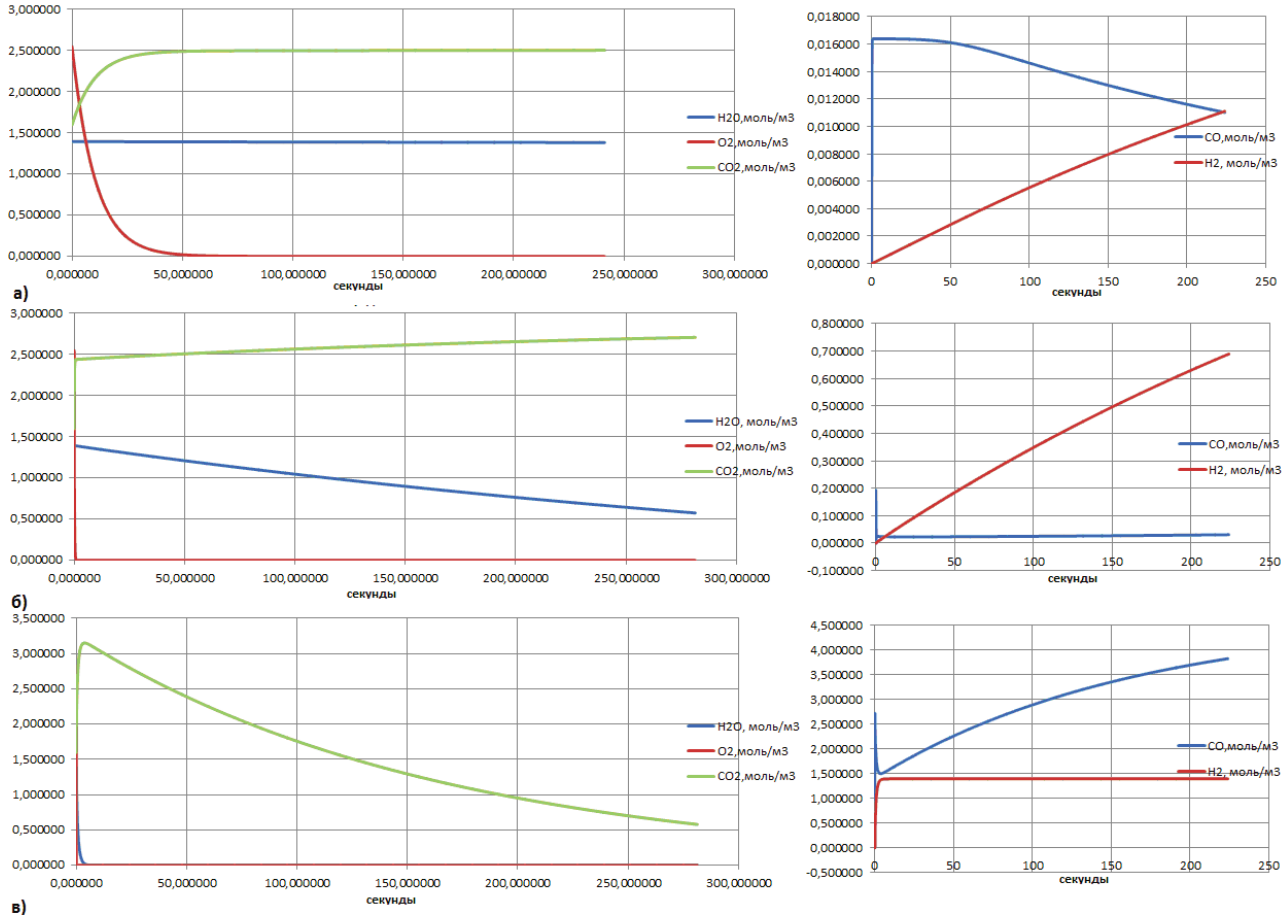


Рис. 4. Характер изменения концентраций во времени при различной температуре газов на входе в реактор:

а — 900 К; б — 1200 К в — 1500 К

Выводы

В ходе углеродно-кислородных преобразований масса углерода непосредственного участия в химических реакциях фактически не принимает и используется для активации механизма перестройки молекулы CO_2 и H_2O и последующего преобразования их в CO и в H_2. Это означает, что углерод в гетерогенных реакциях №6 и №7 как катализатор может быть заменен другим, более эффективным в целях сокращения времени (250–300 сек) восстановления отработавших газов. Последнее указывает на возможность беспламенного сжигания углерода путем более эффективного его перевода в смесь горючих газов при восстановлении продуктов сгорания углеводородных топлив.

Список литературы

1. Транспорт и окружающая среда: Учебник/М.М. Болбас, Е.Л. Савич, Г.М. Кухаренок, Р.Я. Пармон и др. — Мн.: Технопринт, 2003. — 262 с.

2. Романов, К. Двигателестроение как драйвер роста ОПК/К. Романов // РЦБ. — № 11. — 2007.

3. Viarshyna, H. Method for combustion control in diesel engines/H. Viarshyna, A. Volochko, A. Pilatau, E. Nozhenko, A. Izabela // International Congress of Heavy Vehicles, Road Trains and Urban Transport. Book of Papers. Part. 2. — Minsk, 2010. — P. 69 –73.

4. Семенов В.Г. Перспективы применения на Украине альтернативных видов топлива на основе растительных масел [Электронный ресурс]/В.Г. Семенов // ООО «Научно исследовательский институт альтернативных топлив».— Режим доступа: h ttp://www.semenovv.kharkiv.com/p_42.html

5. Stan, C. Verbrenungssteuerung durch Selbstzundund. Teil 1: Thermodynamische Grundanlagen/C. Stan, Ph. Guibert // MTZ.— Vol. 65.— № 1.— 2004.— P.57 –62.

6. Салганский Е.А., Кислов В.М., Глазов С.В., Жолудев А.Ф., Манелис Г.Б. Фильтрационное горение смеси углерод — инертный материал в режиме со сверхадиабатическим разогревом // Физика горения и взрыва, 2008. Т. 44.— № 3.— С.30 –38.

7. Оренбах, М.С. Реакционная поверхность при гетерогенном горении. — Новосибирск. — 1972. — 200 с.

8. Юдушкин, Н.Г. Газогенераторные тракторы/Юдушкин Н.Г., Артамонов М.Д. — Ленинград. — 1953. — 244 с.

9. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей/Под ред. А. С. Орлина. — М. — 1983 г. — 372 с.

Анотація. *Запропоновано математичну модель дифузійно-кінетичного відновлення продуктів згорання вуглеводневих палив на підставі теорії гетерогенних каталітичних реакцій та теорії газифікації твердого палива з застосуванням продуктів відновлення в автомобільних двигунах.*

Abstract. *The mathematical model of diffusive-kinetic renewal of foods of combustion of hydrocarbon fuels is offered on the basis of theory of heterogeneous catalytic reactions and theory of gasification of hard fuel with the use of foods of renewal in motor-car engines.*

Стаття надійшла до редакції 27.05.2011 р.

УДК 004

ФЕДОРОВ Е.Е., к. т. н., доцент, Донецкая академия автомобильного транспорта;
ЛАРИН В.Ю., д. т. н., профессор, Национальный авиационный университет;
КУПЦОВА Е.Ю., м. н. с., ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

МЕТОДИКА НЕЙРО-НЕЧЕТКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ЭДС-ОБРАЗОВ И МДС-ОБРАЗОВ ДВИГАТЕЛЯ

В статье предлагается методика нейро-нечеткого распознавания образов на примере асинхронного двигателя, которая основана на алгоритме нечеткого вывода Сугено, генетическом алгоритме и геометрических признаках ЭДС-сигнала и МДС-сигнала.

Постановка проблемы

В настоящее время актуальной проблемой является диагностика узлов и механизмов машин. Одним из важнейших элементов автоматизированного объекта или любой машины является ее двигатель, для которого необходимо учитывать такие нежелательные факторы как высокий уровень вибраций, перегрев и др., а также отклонение режима работы двигателя от номинального. электродвижущая сила (ЭДС) и магнитодвижущая сила (МДС) являются основными источниками информации, характеризующими состояние двигателя [1–3]. В последние годы для решения задач обеспечения нормальной работы любого объекта, например, асинхронного двигателя, широко используются методы интеллектуализации.

Анализ последних исследований и публикаций

Существующие методы распознавания ЭДС-образов и МДС-образов асинхронного двигателя обладают следующими недостатками[4–6]:

– не учитываются возможные отклонения характеристик сигнала от номинальных из-за отсутствия требуемого набора серийно выпускаемых измерительных средств;

– не используется комбинация интеллектуальных технологий (экспертной системы, нечеткой логики, нейросети и генетического алгоритма);

– не создаются классификаторы для трудноразделимых объектов в пространстве признаков;

– требуется большое количество измерительных средств, что в значительной степени усложняет систему управления и приводит к большому количеству информативных признаков.

Цель статьи

Разработать методику нейро-нечеткого распознавания ЭДС-образов и МДС-образов двигателя.

Основной материал

По аналогии с используемыми в литературе терминами «нечеткое управление» и «нейро-нечеткая система вывода» авторами данной статьи предлагается термин «система нейро-нечеткого распознавания образов». Создание методики для системы нейро-нечеткого распознавания образов предусматривает:

– формирование вектора признаков ЭДС-сигнала и МДС-сигнала;
– формирование параметров модели системы распознавания образов;
– разработку структуры системы нейро-нечеткого распознавания образов;
– синтез блоков системы нечеткого распознавания образов;

– разработку блоков генетического алгоритма (для обучения параметров модели).

1. Формирование вектора признаков

Из дискретного ЭДС-сигнала (рис. 1) или МДС-сигнала (рис. 2) выделяется одно полное колебание, при этом считаем, что другие колебания этого сигнала идентичны данному колебанию. Если сигнал был зашумлен, то его предварительно очищают.

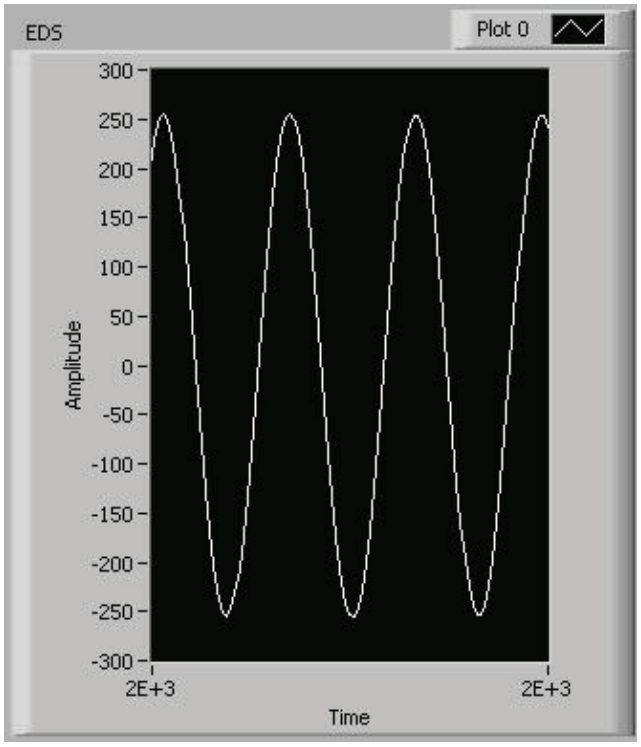


Рис. 1. ЭДС-сигнал

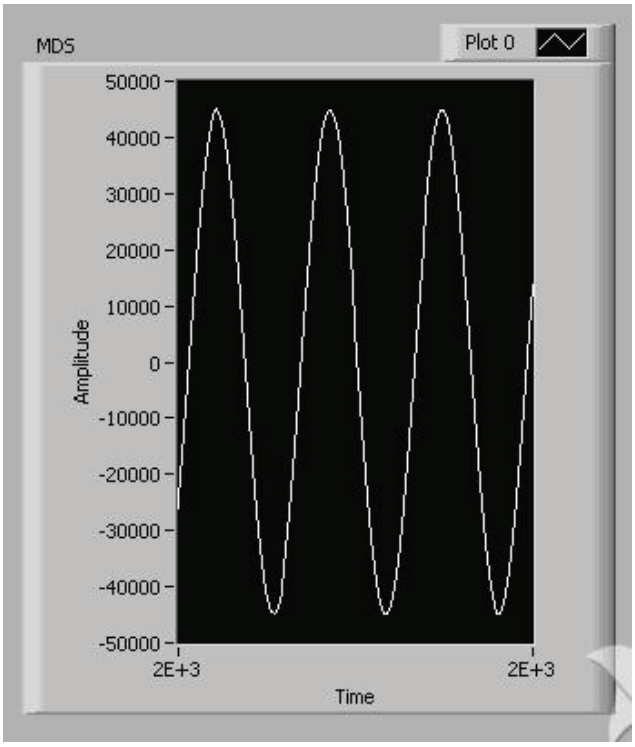


Рис. 2. МДС-сигнал

Вектор признаков **x** описывает ЭДС-образ и МДС-образ колебания и содержит:

– минимумы данного колебания в виде пар $(\breve{t}_k, \breve{A}_k)$, где $\breve{t}_k$ — позиция минимума, $\breve{A}_k$ — значение минимума (например, на рис. 1, рис. 2 у колебания два минимума);

– максимумы данного колебания в виде пар $(\hat{t}_k, \hat{A}_k)$, где $\hat{t}_k$ — позиция максимума, $\hat{A}_k$ — значение максимума (например, на рис. 1, рис. 2 у колебания один максимум).

2. Формирование параметров модели системы распознавания образов

Для компонент векторов признаков ЭДС-сигнала и МДС-сигнала определяются количественные значения этих компонент, на основании чего формируются вектора параметров модели системы нейро-нечеткого распознавания образов

$$m = (m_1^1, \ldots, m_i^j, \ldots, m_n^M), m_i^j \in [0,1],$$

$$\sigma = (\sigma_1^1, \ldots, \sigma_i^j, \ldots, \sigma_n^M), \sigma_i^j \in [0,1],$$

$$\varepsilon = (\varepsilon_1^1, \ldots, \varepsilon_i^j, \ldots, \varepsilon_n^M), \varepsilon_i^j \in [0,1],$$

где m_i^j — математическое ожидание значения i-го признака j-го класса образов,

σ_i^j — среднеквадратичное отклонение значения i-го признака j-го класса образов,

ε_i^j — вес i-го признака j-го класса образов,

n — количество признаков,

M — количество классов образов.

На основании сформированных параметров модели системы распознавания ЭДС-образов и МДС-образов создается структура нейросети.

3. Структура системы нейро-нечеткого распознавания

Разработанная система распознавания ЭДС-образов и МДС-образов представляет собой нейросетевую нечеткую систему с генетическим алгоритмом, которая обладает следующими преимуществами:

– возможностью использования априорной информации — знаний экспертов и представление этих знаний в форме, легко доступной для понимания человеком (за счет использования нечетких правил);

– отсутствием трудности с определением структуры нейросети (за счет использования нечетких правил);

– возможностью обучения и адаптации (за счет использования нейросетевой структуры);

– повышением надежности и точности обучения (за счет использования генетического алгоритма);

– возможностью параллельной обработки информации, которая повышает вычислительную мощность (за счет использования нейросетевой структуры).

Для нейро-нечеткого распознавания образов используем нечеткую нейросеть, реализующую алгоритм нечеткого вывода Сугено (рис. 3).

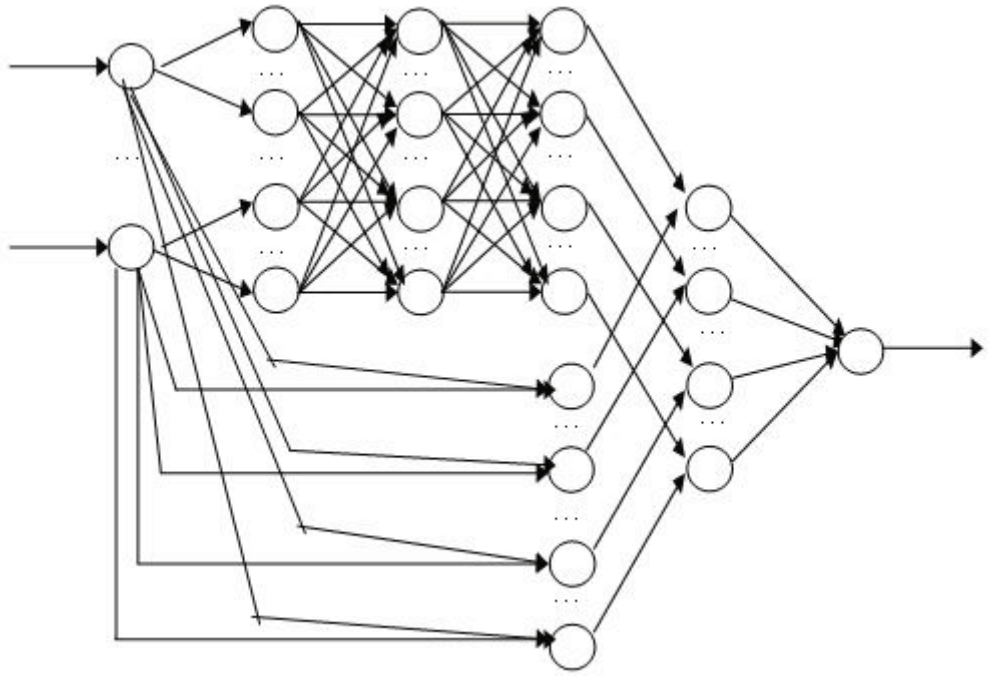


Рис. 3. Структура нечеткой нейросети

Входной (нулевой) слой содержит $N^{(0)} = n$ нейронов, соответствующих количеству нечетких переменных (или длине вектора признаков). Первый слой реализует фаззификацию, и содержит $N^{(1)} = nM$ нейронов. Второй слой реализует агрегирование методом алгебраического произведения и содержит $N^{(2)} = M$ нейрона, где M — количество правил (или количество классов).

Третий слой (на рис. 3 находится под четвертым слоем) реализует активизацию и содержит $N^{(3)} = M$ нейронов. Четвертый, пятый и шестой слои реализуют фаззификацию методом взвешенного среднего и содержат $N^{(4)} = M, N^{(5)} = M, N^{(6)} = 1$ нейронов соответственно.

4. Реализация блоков системы нейро-нечеткого распознавания образов

Для выполнения распознавания образов посредством нечеткой нейросети (рис. 3), реализующей алгоритм Сугено, необходимо предварительно выполнить пять этапов:

– формирование базы нечетких правил;
– фаззификацию;
– агрегирование подусловий;
– активизацию;
– деффазификацию.

4.1. Формирование базы нечетких правил

Представим j-е нечеткое правило в виде

$$R^j: \text{если } x_1 \text{ есть } A_1^j \text{ И } \ldots \text{ И } x_n \text{ есть } A_n^j \text{ ТО } y \text{ есть } \sum_{l=1}^{n} \varepsilon_l^j x_l,\ j \in \overline{1, M},$$

где A_i^j — значение входной переменной,

x_i — входная переменная,

y — выходная переменная,

ε_l^j — весовые коэффициенты.

Значение входной переменной A_i^j связано с функцией принадлежности $\mu_{A_i^j}(x_i)$.

4.2. Фаззификация

Определим степень истинности i-го подусловия, то есть установим соответствие между входными переменными x_i j-го правила и значениями функции принадлежности $\mu_{A_i^j}(x_i)$.

Выберем в качестве $\mu_{A_i^j}(x_i)$ функцию Гаусса, то есть

$$\mu_{\tilde{A}_i^j}(x_i) = \exp\left(-\frac{(x_i - m_i^j)^2}{2(\sigma_i^j)^2}\right),$$

где m_i^j — математическое ожидание,

σ_i^j — среднеквадратичное отклонение.

4.3. Агрегирование подусловий

Определим степень истинности условия для j-го правила в виде

$$\mu_{A^j}(x) = \prod_{i=1}^{n} w_{ij} \mu_{\tilde{A}_i^j}(x_i), j \in \overline{1, M},$$

где $w_{ij} \in \{0,1\}$ — весовые коэффициенты.

4.4. Активизация

Определим четкое значение выходной переменной каждого j-го правила в виде

$$z^j = \sum_{l=1}^{n} \varepsilon_l^j x_l, j \in \overline{1, M}$$

4.5. Деффазификация

Получим номер класса в виде

$$y = \frac{\sum_{j=1}^{M} z^j \mu_{A^j}(x)}{\sum_{j=1}^{M} \mu_{A^j}(x)}.$$

Таким образом, математическую модель системы нейро-нечеткого распознавания можно представить в виде

$$y = \frac{\sum_{j=1}^{M}\sum_{l=1}^{n} \varepsilon_l^j x_l \prod_{i=1}^{n} w_{ij} \exp\left(-\frac{(x_i - m_i^j)^2}{2(\sigma_i^j)^2}\right)}{\sum_{j=1}^{M}\prod_{i=1}^{n} w_{ij} \exp\left(-\frac{(x_i - m_i^j)^2}{2(\sigma_i^j)^2}\right)}.$$

5. Реализация блоков генетического алгоритма

Обучение нечеткой нейросети (например, на основе алгоритма обратного распространения ошибки) в случае близких друг другу образов имеет высокую вычислительную сложность, а непосредственное использование в качестве m_i^j, σ_i^j математического ожидания и среднеквадратичного отклонения признаков, снижает вероятность правильного распознавания. Поэтому используем генетический алгоритм, который включает в себя следующие блоки:

– представление особей и создание исходной популяции;
– фитнесс-функция;
– оператор репродукции (селекции);
– оператор кроссинговера (кроссовера, рекомбинации);
– оператор мутации;
– оператор редукции;
– условие останова.

5.1. Представление особей и создание исходной популяции

выберем вещественные (действительные) гены в силу следующих причин:

– возможность поиска в больших пространствах, что трудно делать в случае двоичных генов, когда увеличение пространства поиска сокращает точность решения при неизменной длине хромосомы;
– способность к локальной настройке решений;
– отсутствие операций кодирования/декодирования, которые необходимы для двоичных генов, повышает скорость работы алгоритма;
– близость к постановке большинства задач распознавания.

В качестве хромосомы, которая представляет i-ю особь популяции $H = \{h_i\}$, выступает упорядоченный вектор математических ожиданий, среднеквадратичных отклонений и весов

$$h_i = (m_i, \sigma_i, \varepsilon_i), i \in \overline{1,|H|},$$

где $|H|$ — мощность популяции.

5.2. Фитнесс-функция

Поскольку для ряда методов репродукции (например, рулетки) допускается только максимизация функции, то авторами в данной статье предложена следующая фитнесс-функция, соответствующая вероятности правильного распознавания

$$F = \frac{1}{P}\sum_{p=1}^{P} I(y_p^{net} - y_p^{obj}) \to \max_{m_i^j,\sigma_i^j},$$

$$I(a) = \begin{cases} 1, & a = 0 \\ 0, & иначе \end{cases},$$

где y_p^{obj} — отклик, полученный с объекта (двигателя),

y_p^{net} — отклик, полученный по нейросети,

P — количество объектов в виде реализаций ЭДС-сигнала или МДС-сигнала.

5.3. Оператор репродукции (селекции)

В качестве оператора репродукции в работе используется рулетка (пропорциональный отбор) [12]. Число копий для каждого i-го вектора математических ожиданий и среднеквадратичных отклонений (хромосомы) зависит от величины ее фитнесс-функции и определяется в виде

$$m_i = round\left(\frac{F(h_i)}{\sum_{s=1}^{|H|} F(h_s)} \mid H \mid\right), i \in \overline{1,\mid H \mid}.$$

5.4. Оператор кроссинговера (кроссовера, рекомбинации)

Используем дискретную рекомбинацию [12]. Два вектора математических ожиданий и среднеквадратичных отклонений и весов (хромосомы-родители) выбираются случайно. Затем для каждого гена хромосомы с равной вероятностью выбирается первый или второй родитель. Осуществляется скрещивание, и производятся два потомка. Вероятность кроссинговера — 0.5.

5.5. Оператор мутации

Случайно выбирается вектор математических ожиданий и среднеквадратичных отклонений и весов (хромосома). Затем случайно выбирается математическое ожидание или среднеквадратичное отклонение из этого вектора (ген хромосомы), к которому добавляется шаг мутации Δ.

В данном случае для вычисления шага мутации используется алгоритм имитации отжига [12]

$$\Delta = \begin{cases} (\max h_{ij} - h_{ij})\left(1 - r^{\left(1-\frac{t}{I}\right)^2}\right), & r \geq 0 \\ (h_{ij} - \min h_{ij})\left(1 - (-r)^{\left(1-\frac{t}{I}\right)^2}\right), & r < 0 \end{cases},$$

где $\max h_{ij}, \min h_{ij}$ — максимальное и минимальное значение j-го гена i-й хромосомы,

t — номер итерации,

T — максимальное количество итераций,

r — случайное число, $r \in [-1,1]$.

Для этого алгоритма вероятность мутации уменьшаться с количеством итераций

$$P_m = P_0 \exp(-1/t), P_0 = 0.05 \div 0.1.$$

5.6. Оператор редукции

Используем селекционную схему [12]. Старые и новые вектора математических ожиданий и среднеквадратичных отклонений и весов (особи) объединяются в одно множество (популяцию) и упорядочиваются по убыванию значения фитнесс-функции. Отбираются первых $|H|$ векторов (особей).

5.7. Условие останова

В статье авторами предлагается следующее условие

$$1 - \max_i F(h_i) < \varepsilon \vee t \geq T.$$

Значение ε и T вычисляются экспериментально.

6. Численное исследование авторской методики

Предложенная методика была апробирована на различных ЭДС-образах и МДС-образах. Примеры МДС-образов приведены на рис. 2 и рис. 4–7, где f — частота тока, τ — полюсное деление. Вероятность правильного распознавания составила 0.98.

Выводы

Новизна. В статье была предложена система признаков, которая описывает колебания ЭДС-сигнала и МДС-сигнала, и методика нейро-нечеткого распознавания образов, которая использует эти признаки. Авторская система признаков позволяет учесть любые отклонения характеристик сигнала от номинальных. Предложенная методика представляет знания в виде правил, легко доступных для понимания человеком; предоставляет возможность обучения и адаптации; обеспечивает параллельную обработку информации, которая повышает вычислительную мощность системы; уменьшает время обучения.

Практическое значение. Предложенная методика нейро-нечеткого распознавания образов может использоваться как составная часть автоматизированной интеллектуальной системы диагностики двигателя различных машин.

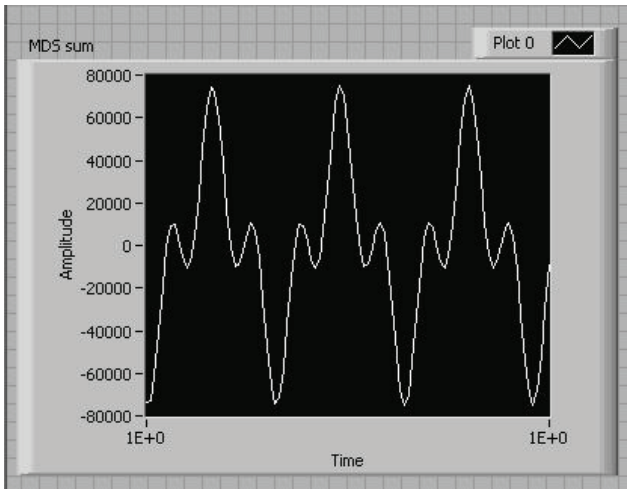


Рис. 4. МДС-сигнал (f=50 Гц и τ=3.75)

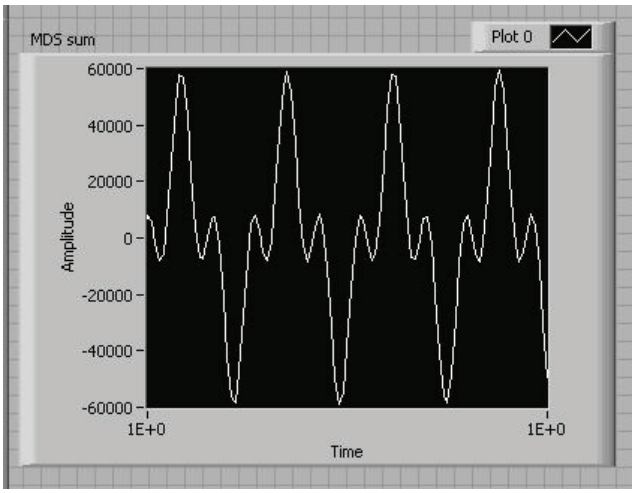


Рис. 5. МДС-сигнал (f=60 Гц и τ=4.75)

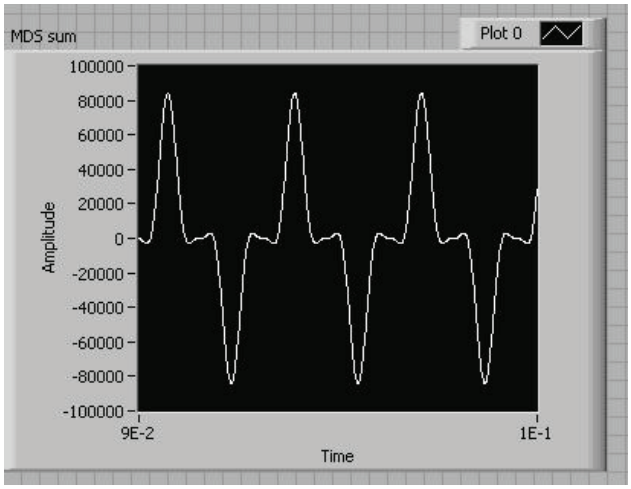


Рис. 6. МДС-сигнал (f = 50 Гц и τ = 3.75)

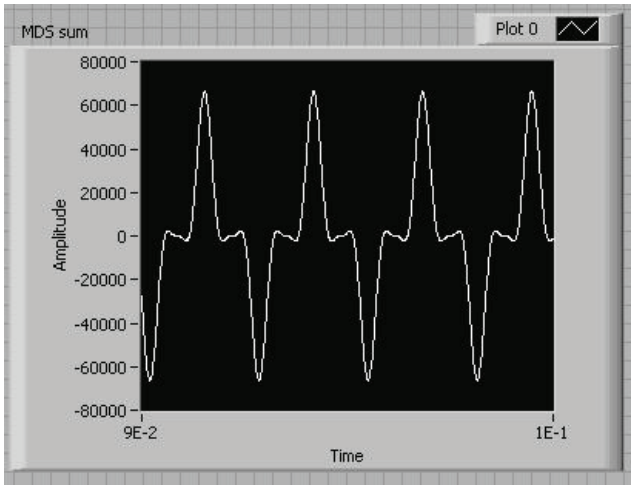


Рис. 7. МДС-сигнал (f = 60 Гц и τ = 4.75)

Список литературы

1. Электромеханические системы транспортирующих механизмов/[В.Ф. Борисенко, А.А. Чепак, В.А. Сидоров и др.]. — Донецк: «Вебер», 2007. — 332 с.

2. Таран В.П. Диагностирование электрооборудования/В.П. Таран. — К.: Техника, 1983. — 200 с.

3. Артоболевский И.И. Введение в техническую диагностику машин/И.И. Артоболевский, Ю.И. Балицкий, М.Д. Генкин. — М.: Машиностроение, 1979. — 296 с.

4. Информационная оценка качества измерений и моделирования процессов: монография/[В.Ю. Ларин, Е.Ю. Купцова, В.П. Квасников и др.]. — Донецк: изд-во «Ноулидж», 2011. — 527 с.

5. Добрынин С.А. Методы автоматизированного исследования вибрации машин: справочник / С.А. Добрынин, М.С. Фельдман, Г.И. Фирсов. — М.: Машиностроение, 1987. — 224 с.

6. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник/под ред. В.В. Клюева. — М.: Машиностроение, 2003. — 300 с.

7. Huang S., Ren W. Use of Neural Fuzzy Networks with Mixed Genetic/Gradient Algorithm in Automated Vehicle Control // IEEE Transactions On Industrial Electronics. — 1999. — Vol. 46, № 6. — pp. 1090 –1102.

8. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. — СПб.: BHV-Петербург, 2005–736р .

9. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы/Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 452 с.

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

11. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика/В.В. Круглов, В.В. Борисов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2002. — 382 с.

12. Скобцов Ю.А. Основы эволюционных вычислений. — Учебное пособие. — Донецк: ДонНТУ, 2008. — 326 с.

Анотація. *У статті пропонується методика нейро-нечіткого розпізнавання образів на прикладі асинхронного двигуна, що заснована на алгоритмі нечіткого висновку Сугено, генетичному алгоритмі й геометричних ознаках ЕРС-сигнала й МРС-сигнала.*

Abstract. *In article the method neural fuzzy pattern recognition on an example of the asynchronous engine which is based on algorithm of fuzzy inference Sugeno, genetic algorithm and geometrical features EMF-signal and MMF-signal is offered.*

Стаття надійшла до редакції 05.05.2011 р.

УДК 531; 629.113

СУНЦОВ Н. В., д. х. н., проф., МАКАРОВ В. А., д. т. н., доц., СУНЦОВ А. Н., к. ф.-м. н., ЕФИМЕНКО А. Н., инженер, Донецкая академия автомобильного транспорта

О ФИЗИКЕ ПРОЦЕССОВ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВЕЛИЧИНУ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ КОЛЕСА АВТОМОБИЛЯ

Рассматриваются физические процессы, создающие сопротивление качению колеса автомобиля в зависимости от скорости его движения и давления воздуха в шинах, в интервалах скоростей(30–170 км/час) и давлений(100–500 кПа).

Введение

Для математического описания курсовой устойчивости движения (КУД) автомобиля необходимы достоверные сведения о взаимодействии колеса с поверхностью дороги [1,2]. Ранее был выполнен анализ значений коэффициентов сопротивления качению *k* колеса по асфальтобетонному покрытию, с целью установления математической зависимости приведенного коэффициента от скорости движения *V* и давления воздуха в шинах *Pw* [3]. При этом, был выбран сухой асфальтобетон, при котором можно пренебречь влиянием части параметров (неровности поверхности полотна, мягкий грунт или размягченный асфальт потеря энергии на отрыв шины от поверхности дороги) на коэффициент сопротивления *k*.

Зависимость $k = f(V, P_w)$ оказалась сложной, но графики зависимостей $\ln k - V$ представляют из себя прямые линии. Наличие значительного числа экспериментальных точек позволило получить уравнения прямых с большой точностью с помощью метода наименьших квадратов.

Зависимости $k_i = f(V)$ при $P_i = const$ имеют вид:

$$\ln k_i = \ln k_0 + C_i V , \qquad (1)$$

где $C_i = \frac{1}{V_0}$ — тангенс угла наклона прямой в координатах $\ln k - V$;

Размерность углового коэффициента с /м; V= 8 ,33–47,2 м/с.

Тогда

$$\frac{k}{k_0} = e^{\frac{V}{V_0}} \text{ или } k = k_0 e^{\frac{V}{V_0}} . \qquad (2)$$

Следовательно, величина $\ln\left(\frac{k}{k_0}\right) = \frac{V}{V_0}$ показывает во сколько раз линейная скорость поверхности колеса превосходит некоторую скорость V_0.

Цель статьи

Анализ физических процессов, определяющих зависимость коэффициента сопротивления качению колеса $k = k_0 e^{\frac{v}{v_0}}$ от скорости *V* и давления воздуха в шине Pw.

Основной раздел

Эластичная шина, наполненная воздухом, является упругой средой. Под действием внешних сил в этой среде будут возникать деформации. После прекращения внешних воздействий деформация не остается неизменной, а распространяется в упругой среде в виде волн, которые уносят энергию. Очевидно, что эти волны будут со временем затухать, а энергия их перейдет в теплоту. Рассмотрим различные случаи распространения упругих волн в колесе автомобиля.

В процессе качения ведущего колеса по поверхности дороги, в эластичной шине возникают участки сжатия и растяжения [4]. Таким образом, в ведущем колесе могут возникать продольные волны. При этом действует сила упругости (возвращающая к положению равновесия сил), силы инерции и внешние периодические силы.

Наличие угла схождения колес приводит, при движении автомобиля, к деформации шины в области ее контакта с дорогой. Пятно контакта смещается. Это приводит к периодическим поперечным колебаниям (поперечным волнам).

Благодаря наличию силы тяжести и силы вертикальной реакции дороги, происходит дополнительное сжатие воздуха в шине и автомобиль «проседает» до тех пор, пока сила упругости не уравновесит силу тяжести

$$F_{упр} = -z \cdot \Delta h\,, \qquad (3)$$

где z — коэффициент упругости системы «эластичная шина — сжатый воздух» в вертикальном направлении h;

Δh — величина деформации в направлении h.

Наличие явления «проседания» на величину Δh приводит к тому, что точки поверхности колеса будут совершать также поперечные колебания, что приводит к появлению поперечных волн. Это наиболее значимое колебание поверхности шины, так как имеется значительная величина отклонения колеблющихся точек от положения равновесия. Следует отметить, что при движении автомобиля, за счет энергии двигателя происходит постоянная деформация шины и тем больше, чем меньше давление воздуха в ней. При этом практически не происходит сжатие воздуха $Pw = const$. Предварительные расчеты показывают, что влиянием перемещения воздуха в шине при движении автомобиля на величину k можно пренебречь из-за малой массы воздуха по сравнению с массой колеса. Роль воздуха в шине сводится главным образом к растяжению резины. При увеличении давления воздуха эластичное колесо растягивается, что приводит к изменению частоты его колебаний. Нечто подобное происходит со струной при ее натяжении.

Наши исследования показали, что зависимость коэффициента k от скорости автомобиля и давления воздуха в шине может быть представлена в виде формул (1) или (2). Проанализируем эти зависимости. Предэкспотенциальный множитель k_0 представляет значение k с учетом влияния давления $k_0 = f(P_{\text{W}})$. Действительно, при $V \to v_0$ имеем $k \to k_0$. Множитель $e^{\frac{V}{V_0}}$ показывает во сколько раз изменяется величина k_0 при изменении скоростей V и Vo. При этом оказывается существенным отношение скоростей. При $V = V_0$ отношение коэффициентов $\frac{k}{k_0}$ равно известной величине e. Это позволяет оценивать неизвестные величины k_0 без экспериментов, если известно значение V_0 или наоборот.

Рассмотрим физический смысл величины V_0. Из графика зависимости V_0 от Pw (рис. 1), видно, что

$$V_0 = V_0^{'} + \chi P_{\text{W}}\,. \qquad (4)$$

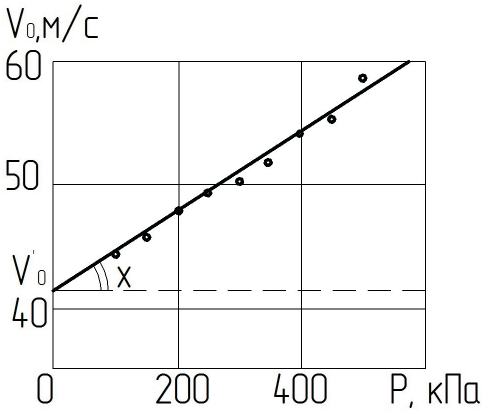


Рис. 1. Зависимость V_0 от давления воздуха в шине *Pw*

Для рассматриваемой шины уравнение (4) принимает вид:

$$V_0 = 41{,}5 + 3{,}2 \cdot 10^{-5} \cdot P_{\text{W}} . \qquad (5)$$

Очевидно, что с увеличением давления воздуха *Pw* в шине возрастает упругая сила. При $P \to 0$ величина $V_0 \to 41{,}5$ *м / с* . В этом предельном случае (вертуальном) резина не растянута, так как давление воздуха внутри нее равно его наружному давлению. Величина V_0 зависит лишь от упругих свойств самой шины. Вероятно, величина V_0 связана с распространением упругих волн в шине. Предварительные расчеты показывают, что распространение возмущений в шине происходит согласно известным формулам для распространения продольных и поперечных волн в упругой среде:

$$V_{прод} = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \text{ и } V_{поп} = \sqrt{\frac{G}{\rho}}, \qquad (6)$$

где E — модуль Юнга; G — модуль сдвига; ρ — плотность вещества.

Для рассматриваемой шины величина $\rho = 1{,}2 \cdot 10^3 кг / м^3$; $E = 1{,}5 \cdot 10^7 Н / м^2$ [4].

Величина G найдена из зависимости

$$G = \frac{E}{2(\mu + 1)}, \qquad (7)$$

где μ — коэффициент Пуассона, для резины равен 0,46.

Велечина G, определенная для указанных значений равна 0,171.

Тогда значение $V_{поп} = 40{,}4 \frac{м}{с} \pm 1 \frac{м}{с}$ практически совпадает с величиной $V_0^{'} = 41{,}5 \frac{м}{с}$ относительная ошибка до 3%. Величины $V_{прод}$ и $V_V^{'}$ отличаются на 70%.

Выводы

Выполнен анализ физических процессов, объясняющих эмпирические зависимости коэффициента сопротивления качению автомобиля от скорости его движения и давления воздуха в шинах. Параметр k_0 в полученных зависимостях характеризует потери энергии на деформа-

цию шины, а параметр $e^{\frac{V}{V_0}}$ характеризует потери энергии с изменением скорости движения V и скорости распространения упругих поперечных волн в колесе V_0. Рост k с увеличением скорости V объясняется потерями энергии на деформацию шины при наличии ее «проседания».

Список литературы

1. Verbitskii V.G. Influence of the asymmetry of cornering forces on the static stability of two — axle vehicle/V.G. Verbitskii, V.A. Makarov, V.P. Cakhno // International Applied Mechaniks, 40, № 11,1304 –1309(2004).

2. Долматовский Ю.А. Автомобиль в движении/Ю. А Долматовский.— М.: Транспорт, 1987.-167с.

3. Сунцов Н.В. К оценке величины коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля/Н.В. Сунцов, В П. Шамота, В.А. Макаров, А.Н. Сунцов, А. Н Ефименко // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2009.— № 2.— С.75 –79.

4. Петрушов В.А. Сопротивление качению автомобилей и автопоездов/В.А. Петрушов, С.А. Шуклин, В . В Московкин.— М.: Машиностроение, 1975. — 220 с.

Анотація. *Обговорюються фізичні процеси, що створюють опір коченню колеса автомобіля залежно від швидкості його руху і тиску повітря в шинах в інтервалах швидкостей (30–170 km/h) і тисків(100–500 кПа).*

Abstract. *Physical processes come into question, creating resistance to woobling of wheel of car depending on the rate of his movement and pressure of air in tires in the intervals of speeds (30–170 км/час) and pressures (100–500 кПа).*

Стаття надійшла до редакції 17.05.2011 р.

УДК 656.13

ВІКОВИЧ І. А., д. т. н., професор; ЗУБАЧИК Р. М., аспірант,
Національний університет «Львівська політехніка»

ОЦІНКА ФУНКЦІЙ СПЕЦІАЛЬНИХ СМУГ В УМОВАХ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТА

Сучасні тенденції розвитку транспортних процесів у місті зумовлюють використання заходів організації дорожнього руху мережевого характеру. Одним із таких методів є впровадження спеціальних смуг на вулично-дорожній мережі. У зв'язку з цим, у статті розглядаються функції спеціальних смуг та внесені пропозиції щодо їх використання для розв'язання транспортних проблем у просторі вуличного середовища міста.

Вступ

Сьогодні в Україні характерна тенденція тяжіння населення до великих міст, тому значна кількість транспортних засобів (ТЗ) накопичується в межах міських територій. Інтенсивне збільшення автомобільного транспорту, особливо індивідуального (приватного), на вулично-дорожній мережі (ВДМ) міста спричинило низку проблем, таких як збільшення витрат часу на поїздки, кількості вимушених зупинок, підвищення кількості аварійних ситуацій і дорожньо-транспортних пригод, виникнення заторів, хімічного та шумового забруднення довкілля.

Вирішити перелічені проблеми можна за допомогою великих, середніх і малих капіталовкладень [1]. Обмеженнями для перших двох заходів (великі і середні капіталовкладення) є складні транспортно-планувальні характеристики ВДМ існуючих міст, що формувалася протягом багатьох

років, та значні затрати часу на їх реалізацію. Малі капіталовкладення, які розуміють як методи організації дорожнього руху (ОДР), дають змогу вирішити транспортні проблеми не змінюючи існуючу ВДМ міста, тобто без її капітальної перебудови або будівництва нових доріг.

Постановка проблеми

Аналізуючи існуючи методи ОДР важливо зазначити, що на сьогоднішній день не існує універсального методу, який би забезпечував найоптимальніше вирішення транспортних питань. Переважно дослідниками розглядаються традиційні методи організації руху, як регулювання (управління) за допомогою знаків, розмітки і світлофорів на перехрестях або магістралях, які вже не дають бажаного результату. Отже, потрібні нові підходи до розв'язання міських транспортних проблем. Для цього, насамперед, необхідно удосконалювати існуючі методи ОДР, які розв'язують, як правило, проблеми «осередкового» і «лінійного» характеру (заходи на окремих перехрестях, примиканнях, перегонах вулиць тощо) та розробляти нові ефективні методи мережевого характеру з урахуванням функціональних особливостей міських територій [2].

Функціональна особливість різних міських територій визначає нерівномірність розподілу руху на транспортній мережі й забезпечує, тим самим, можливість спеціалізації окремих її вулиць та доріг за видами транспорту. Іншими словами, метою функціональної специфіки є слідування до гомогенності ТП або їх вирівнювання за якісним складом.

Сьогодні вирівнювання за складом руху ТП у містах здійснюється лише за допомогою відведення транзитних потоків від міста (будівництва кільцевих, обхідних доріг) та диференціацією вулиць за видами транспорту (вулиці для вантажних, легкових ТЗ і пішоходів) [3]. Проте, це не завжди можливо в силу функціональних характеристик забудови міст і не завжди виправдано економічно.

З іншого боку, створення однорідних потоків можливо за допомогою *диференціації смуг* для легкових і вантажних ТЗ, а також виділення спеціальних смуг для маршрутно-пасажирського транспорту. Такий підхід призводить до вирівнювання швидкості руху і підвищення пропускної здатності як перегонів вулиць, так і пересічень, оскільки чим ближчі за своїми експлуатаційними властивостями ТЗ, тим сприятливіша характеристика транспортного потоку.

Очевидно, що повну однорідність ТП забезпечити неможливо, оскільки перешкодами є маневрування ТЗ перед перехрестями для зміни напрямку руху та зупинки, а також розміщення вантажоутворюючих і пасажироутворюючих пунктів. Тому при розробленні методів ОДР мережевого характеру, необхідно слідувати до однорідного впорядкування руху на вуличних мережах та зменшення кількості неефективних маневрувань на них. Забезпечити таку організацію можна шляхом раціонального впровадження *спеціальних смуг* (*виділених смуг*).

Спеціальна смуга (ВС) — це транспортно-планувальне рішення організації дорожнього руху, яке в першу чергу надає ТЗ пріоритет у русі, забезпечує їх проїзд з максимально-можливою швидкістю руху і безпекою переміщення до місця призначення, а також формує однорідність ТП на вуличній мережі, що у свою чергу призводить до оптимізації швидкісних режимів та підвищення пропускної здатності міських вулиць і доріг. Крім того на водія ТЗ, який здійснює рух на спеціальній смузі діє менше емоційне навантаження ніж у загальному потоці.

Отже, зважаючи та те, що спеціальні смуги дають змогу підвищувати гомогенність на ВДМ міста необхідно детальніше розглянути їх функції (призначення), а пріоритет на виділених смугах надавати тим автомобілям, яких визначають функціональна особливість міської зони та відповідні дорожньо-транспортні умови.

Аналіз попередніх досліджень

Як зазначається в українських та зарубіжних джерелах [2–11] спеціальні смуги призначені для видів транспортних засобів зазначених на рис. 1.

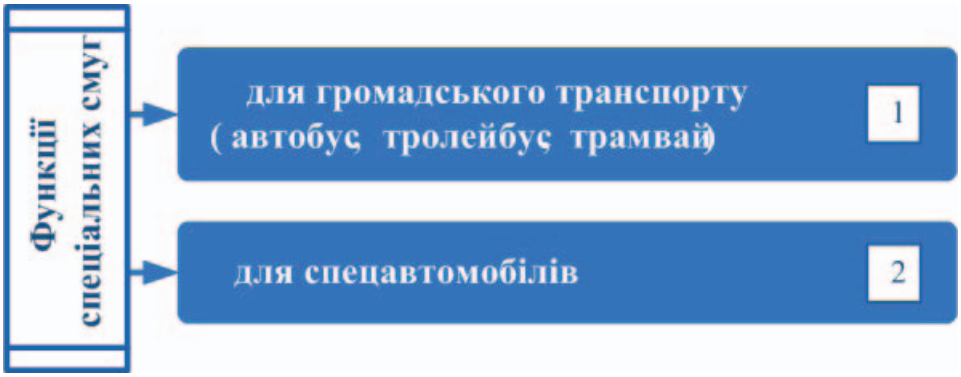


Рис. 1. Існуючі функції спеціальних смуг на вулично-дорожній мережі

Використання спеціальних смуг лише для двох видів учасників дорожнього руху та вирішення, відповідно, обмеженого кола транспортних завдань вважаємо недосконалим. З цих міркувань виникає потреба у детальнішому розгляді функцій (призначень) спеціальних смуг, тобто визначити, для яких учасників дорожнього руху та в яких умовах доцільно їх застосовувати з метою формування однорідності транспортних потоків на ВДМ міста.

Виклад основного матеріалу

Транспортна система будь-якого міста — це набір функціональних елементів і зв'язків між ними, які забезпечують перевезення вантажів і пасажирів усіма видами транспорту [12]. До елементів транспортної системи відносять: транспортну мережу з відповідним облаштуванням; рухомий склад, який забезпечує перевезення та людей, які є «клієнтами» транспортної системи і учасниками дорожнього руху. Основним елементом транспортної системи є звичайно люди, котрі виступають в якості пішоходів, пасажирів та водіїв ТЗ. Останні представлені такими наземними видами транспорту:

– *громадський транспорт* (ГТ) — автобус, тролейбус, трамвай;
– *індивідуальний транспорт* — приватні і службові автомобілі, мотоцикли тощо;
– *немоторизований транспорт* — пішохідні потоки та велосипедний транспорт;
– *вантажний транспорт* — вантажні автомобілі різної вантажопідйомності.

Відповідно до цієї класифікації розглянемо способи використання спеціальних смуг та міські дорожні умови і транспортні завдання, в яких доцільне їх впровадження.

Спеціальні смуги для громадського транспорту. Використання спеціальних смуг на магістральних вулицях міста для громадсько-пасажирського транспорту є не новим, вони широко застосовуються для забезпечення пріоритетних умов руху та зниження середнього часу затримок під час руху на вулицях з високою інтенсивністю [2, 4, 5, 10].

Скорочення затримок при русі громадського транспорту (ГТ) безпосередньо пов'язане з підвищенням його роботи, оскільки призводить до звільнення парку рухомого складу при заданій величині пасажиропотоку і зменшенні кількості обслуговуючого персоналу. Ефективність застосування пріоритетних смуг обґрунтовується значним зниженням часу руху ТЗ, які рухаються на них. Оптимізація часу руху — це основна пріоритетна умова. Разом з цим, ВС створюють передумови для збільшення кількості пасажирів, котрі використовують ГТ замість легкових автомобілів, а також покращують умови посадки-висадки пасажирів.

Одночасно важливо зазначити, що в сучасних умовах міст розвиток транспортної системи базується на таких основних засадах [6]:

– *«інтелектуальне» планування інфраструктури*, тобто планування, яке дає змогу зменшити обсяги переміщення як індивідуального, так і громадського транспорту (розміщення у безпосередній близькості житла, місця роботи, торгових точок тощо);

– *комфортний громадський транспорт*, який дозволяє скоротити обсяги використання індивідуального транспорту;

– *збільшення кількості немоторизованого транспорту*.

Значна увага, яка сьогодні приділяється розвитку «наземній» системі пасажирських перевезень у містах, пояснюється тим, що остання утворює менше викидів на пасажиро-кілометр порівняно з користувачами приватних ТЗ, тобто система має ряд переваг, які коротко можна сформулювати трьома «Е» — економія, енергія та екологія. [3, 6], а також є одним із шляхів зниження рівня завантаження рухом ВДМ міста.

Одним із варіантів вдосконалення громадського транспорту та його роботи у місті є впровадження системи «*швидких автобусних перевезень*» (*Bus rapid transit*), яка сьогодні значною мірою поширена за кордоном (у країнах Європи та Південної Америки) [7]. Термін «*швидкі автобусні перевезення*» («ШАП») не стосується швидкості автобусів у межах цієї системи, а характеризує швидкість транспортного обслуговування. Основними ознаками системи «ШАП» є: по-перше, виділення «спеціальних смуг» та «спеціальних вулиць» для автобусів з великою місткістю на міських магістралях, по-друге, пріоритизація руху на перехрестях, і по-третє, раціональне розміщення пунктів зупинок. Крім цього, названа система є набагато дешевша за реалізацією та експлуатацією ніж інші види пасажирського транспорту (наприклад метро, швидкісний трамвай тощо), хоча за перевізною здатністю близька до них (рис. 2).



Рис. 2. Порівняльний аналіз перевізних здатностей різних видів пасажирського транспорту

До прикладу, у м. Боготі (Колумбія) згадана система охоплює 84 км. вулиць, у Пекіні (Китай) 16 км. і продовжує розширюватися, а в Курітібі (Бразилія) призвела до зростання постійних пасажирів на 4% в рік [7].

Підсумовуючи, слід відзначити, що громадський транспорт на виділених смугах, а також «система швидких автобусних перевезень» невід'ємним елементом якої є теж спеціальні смуги, в першу чергу збільшують величину пасажиропотоків на таких маршрутах, формують гомогенність ТП на інших смугах та роблять ГТ привабливим і комфортним для пасажирів.

Виділені смуги для спецавтомобілів. До підсистеми «клієнти» транспортної системи міста також належить окремий вид учасників дорожнього руху як спецавтомобілі (ТЗ медичних,

пожежних та аварійних служб, оперативні ТЗ ДАІ тощо). До цільових функцій названих ТЗ входять такі чинники, як: максимально-швидкий час сполучення між двома пунктами і рух без зупинки. Ці чинники пояснюються виконанням невідкладних службових завдань, від тривалості яких у багатьох випадках може залежати людське життя.

При наявності багаторівневого керуючого елемента у транспортній системі міста (АСУДР) найефективніше забезпечити безперешкодний проїзд на магістральних вулицях для спецавтомобілів, які володіють вищим рангом пріоритетного проїзду, можна за допомогою методу світлофорного регулювання — «зелена вулиця» [4, 10]. Однак, не завжди стан дорожньої ситуації (робота вулиці в режимі пропускної здатності або перенасичення елементів ВДМ автомобілями) дозволяє виконувати подібні режими. Тому використання виділених смуг для спецавтомобілів є поширеним явищем за кордоном.

Крім того, виділені смуги для спецтранспорту є обов'язковими на таких спорудах як: шляхопроводи, естакади, тунелі, оскільки при утворенні «ефекту перевантаження» на транспортній мережі, характеристики цих споруд унеможливлюють швидкий та безперешкодний проїзд спецавтомобілів до визначеного місця.

Спеціальні смуги для вантажного транспорту. За участі різних видів ТЗ у транспортній системі міста відбувається велика кількість різнорідних і складних транспортних процесів. Усі ці процеси мають певні структурні властивості. Тому можна вважати, що транспортна система включає в себе підсистеми різних за складом ТЗ. Отже, маємо у будь-якому місті підсистеми громадсько-пасажирського, індивідуального, вантажного та немоторизованого транспорту із сформованими кореспонденціями, які в свою чергу, утворюють практично сталі мережі («павутини») їх переміщення. Як наслідок, дають змогу судити про стан кожної з транспортних підсистем і виявляти їхні недоліки.

У міському середовищі управління підсистемою вантажного транспорту зводиться до таких заходів [8]: направлення транзитних вантажних ТЗ на спеціально розроблені для них маршрути; обмеження доступу вантажних ТЗ у визначені зони міської території, на певні магістралі або їх ділянки; проектування та будівництво спеціальних доріг для руху вантажного транспорту.

Наведені заходи можна узагальнити тим, що організація руху вантажних автомобілів базується на введенні обмежень аж до повної її заборони. Це пояснюється тим, що чим вища частка вантажних автомобілів у потоці, тим більше є небезпечні вулиці та характеризуються низьким рівнем комфорту (зручності) руху. Збільшення кількості вантажних ТЗ у потоці з 10% до 90% викликає зниження пропускної здатності на 23–35% [3, 9]. Також такі дії здійснюють з метою забезпечення потрібних значень екологічних показників, транспортного шуму та безпеки дорожнього руху.

Однак, при забороні вантажного руху на будь-якій магістралі або її ділянці повинен бути забезпечений певною мірою рівноцінний альтернативний рух на інших вулицях. Тому, повну заборону вантажного руху у місті можна вводити тільки для транзитних вантажних ТЗ, оскільки місцевий вантажний рух, як правило, завжди має необхідність в обслуговуванні підприємств, торгових точок і населення.

З іншого боку, на міській ВДМ виділяються магістральні вулиці і дороги, на яких підсистема вантажного транспорту може домінувати (промислові зони, комунально-складські території та зони зовнішнього транспорту міста тощо).

Зрозуміло, що найефективнішим заходом для покращення їх транспортного обслуговування та зменшення кількості і тяжкості конфліктних ситуацій між ТЗ різних видів є звичайно ізоляція інших учасників дорожнього руху (індивідуальний, громадський та немоторизований транспорт). Однак, для цього потрібні кардинальні зміни у функціональних елементах транспортної системи міста або перенесення пунктів генерації і тяжіння з цих територій.

Покращити умови руху у двох типових випадках щодо організації вантажних ТП (при переважанні вантажних автомобілів на магістральних вулицях та в умовах неможливості

повного їх обмеження) пропонуємо за допомогою ефективного використання спеціальних смуг. Надавши вантажному транспорту пріоритет у русі на окремих смугах дозволяє підвищити пропускну здатність на магістральних вулицях, впорядкувати підпотоки ТЗ різні за якісним складом, зменшити кількість обгонів, що тим самим підвищує безпеку руху, а також підвищить показник комфорту руху у потоках загалом. Такі дії слід застосовувати на магістралях при наявності трьох і більше смуг руху в одному напрямку.

Поряд з цим важливо додати, що поширенню диференціації вулиць за видами транспорту (вулиці для вантажних і легкових автомобілів) на міській мережі перешкоджають функціональні зв'язки транспортної системи та збільшення перепробігів ТЗ. Вулиці для вантажних потоків у містах функціонують, як правило, у санітарно-захисних зонах та на незручних для житлової забудови територіях. Тому для поширення цього методу доцільно на таких вулицях виділяти одну смугу з непріоритетним рухом, наприклад, для легкових автомобілів, відповідно решта — вантажні пріоритетні смуги.

Запропонована організація сприятиме поширенню диференціації вулиць за видами транспорту із *пріоритетними* і «*непріоритетними*» смугами, а також може виступати в ролі пропозиції до норм містобудівних рекомендацій щодо зміни системи забудови вулиць і планування дорожніх мереж.

Спеціальні смуги для немоторизованого транспорту. Як вже відзначалось, до немоторизованого транспорту відносять пішохідні потоки та велосипедний транспорт. Пішохідні потоки, як і транспортні,— визначаються величиною і характером руху у просторі міського середовища. Величина пішохідного руху характеризується нерівномірністю розподілу в часі, а характер розподілу залежить від ряду чинників, які визначаються містобудівними та функціональними особливостями забудови (табл. 1) [13].

Таблиця 1

Класифікація будівель і споруд за характером генерації людських потоків

Група	Характер руху людських потоків	Будівлі і споруди
ІА	Епізодичний	Видовищні споруди і будівлі (цирки, концертні зали, спортивні арени тощо)
ІБ	Циклічний	Видовищні споруди і будівлі при кількості виступів (сеансів) більше двох на добу (кінотеатри, клуби тощо)
ІІ	Неперервний упродовж робочого дня (тривало існуючі потоки)	Торгові, комунального і побутового обслуговування, виставкові, зони відпочинку
ІІІ	З яскраво вираженими піками на «вхід» і «вихід»	Адміністративно-управлінські, науково-дослідні і проектні організації, навчальні, промислові.
ІV	Залежний від характеру обслуговуваної забудови	Споруди, будівлі і комплекси пасажирського транспорту, зупинки і стоянки транспорту

Аналіз класифікації показує, що від виду забудови і режиму роботи установ, підприємств залежить характер розподілу та величина пішохідних потоків за годинами доби.

Направленість пішохідних потоків на міських територіях має найрізноманітніші значення і особливості, проте найбільшу вагу з позиції безпеки мають людські потоки з направленістю відносно ТП, які поділяються на *паралельні* (рух на тротуарах і пішохідних доріжках вздовж вулиць) та *ті, що перетинають* (рух на пішохідних переходах через проїзну частину вулиці чи дороги) [3].

Крім направленості, пішохідні потоки характеризуються ще й численними видами, з яких у [13] виділено чотири основних, що охоплюють всі типові випадки, пов'язані з організацією руху в міських комплексах:

– *змішаний рух пішоходів різних професій*;
– *однорідний (цілеспрямований) потік робітників і службовців крупних підприємств*;
– *пішохідний потік покупців*;
– *потік після закінчення заходів* — за характером руху нагадує потік 2-ї групи, але на відміну від нього, є тривалим і одностороннім.

Пішохідні потоки останньої групи є найскладнішими з точки зору організації пішохідного руху, оскільки потребують додаткових засобів і витрат для забезпечення їх переміщення на комунікаційних шляхах.

Після закінчення різноманітних масових заходів суцільні людські потоки, що утворюються будівлями та спорудами групи 1А, рухаються до місць «стоку» зі значною щільністю ($D = 2 \div 6$ чол./м²), поступово розформовуючись. Глядачі відзначаються зниженою увагою до оцінки транспортної ситуації, при цьому значна частина учасників руху продовжує переміщатися на проїжджій частині, що створює передумови для порушення нормальної роботи транспорту і зниження безпеки руху.

Для ліквідації цих порушень застосовують заходи регулювання руху, зокрема заборона в'їзду транспорту на ділянки маршруту руху людського потоку, перекриття окремих шляхів руху, сегрегація людського потоку за напрямками тощо.

Однак усі подібні методи організації базуються на «забороні» і розпорядженнях, що призводять до значних обмежень у русі ТП. Тому для забезпечення нормальних умов руху при паралельному направленні пішоходів відносно руху ТЗ, після завершення заходів або при масовому односторонньому колонному русі людей, коли пішохідний потік з кількістю N людей та зі щільністю D значно перевищує пропускну здатність (рівень завантаження [14]) комунікаційних шляхів Q, пропонуємо тимчасові введення *спеціальних смуг для пішохідних потоків* на проїзній частині вулиці вздовж тротуарів. Доцільність умов для впровадження цього методу організації може бути виражена такими нерівностями:

$$t \le t_{гр} \tag{1}$$

$t_{гр}$ — граничний час пропуску встановленої кількості людей;

$$D \le D_{гр} \tag{2}$$

$D_{гр}$ — гранична щільність пішохідних шляхів руху (чол./м²);

Наведені нерівності показують стан пішохідного потоку, при якому шляхи руху не здатні пропустити у заданий час встановлену кількість людей t, або коли на комунікаційних шляхах утворюються такі щільності потоку D, які перевищують встановлені граничні щільності $D_{гр}$

Спеціальні смуги для велосипедного транспорту варто застосовувати у випадках вираженого одностороннього масового руху велосипедистів до місць призначень у певні періоди доби. Також велосипедні потоки можуть функціонувати на ВС у поєднанні з ГТ.

Запропоновані заходи дозволять оперативно забезпечити перенасичені пішохідно-велосипедні потоки безпечними умовами руху за рахунок використання проїзної частини вулиці чи дороги. Також для пішохідних потоків вищезгадані організаційні рішення зменшують тривалість руху певної кількості людей на потрібну відстань у періоди проведення масових заходів.

Виділені смуги для спеціальних автобусів та автомобілів таксі. Вказані учасники транспортного процесу виконують пасажирські перевезення, але відрізняються від громадського транспорту організацією своєї роботи, оскільки володіють невизначеністю з позиції переміщення

між кореспондуючими пунктами у місті. Це дає підставу відокремити їх в окрему групу учасників дорожнього руху.

Як показує практика у країнах Європи, наприклад, автомобілі-таксі, які мають дещо вищий рівень пасажирського обслуговування, користуються правом руху на спеціальних смугах в окремих випадках. Приводом цього є потреби швидкого сполучення з вузлами зовнішнього транспорту у місті (аеропорт, залізничний вокзал, автовокзал, порт тощо) [7]. Така організація руху знижує витрати часу на транспортне сполучення та підвищує комфорт пасажирських перевезень згаданим видом транспорту. Отже, використання ВС цими ТЗ є основною умовою підвищення їх рівня транспортного обслуговування.

Підсумовуючи розгляд способів використання спеціальних смуг для різних учасників транспортного процесу можна зробити висновок, що функції спеціальних смуг є значно ширшими та вирішують різноманітні транспортні завдання, а відповідно дають змогу удосконалити організацію руху ТП на ВДМ міста (рис. 3).



Рис. 3. Удосконалені функції спеціальних смуг на вулично-дорожній мережі

Висновки

1. Методи ОДР мережевого характеру повинні передбачати утворення максимально-можливих гомогенних ТП, а їх розробка — опиратися на функціональну специфіку міських територій.

2. Спеціальні смуги — це виділення пріоритетних «коридорів» на проїзній частині вулиці чи дороги, що підвищують гомогенність ТП і цим самим підвищують пропускну здатність елементів ВДМ, а також дозволяють з мінімальними обмеженнями організувати рух на транспортній мережі, при цьому досягаючи оптимальних режимів для усіх учасників дорожнього руху.

3. Введення спеціальних смуг для громадського транспорту обґрунтовується значним зниженням затримок під час їх руху, внаслідок чого підвищується експлуатаційна швидкість ГТ та величина пасажиропотоків на маршрутах.

4. Виділені смуги для спецавтомобілів дають змогу виконувати їм невідкладні службові завдання в умовах перевантаження рухом вулиць міста.

5. Спеціальні смуги для вантажного транспорту доцільно застосовувати на магістральних вулицях і дорогах, на яких підсистема вантажного транспорту домінує та для поширення вантажних вулиць з «*непріоритетною*» смугою.

6. Для немоторизованого транспорту доцільне введення ВС у випадку потреби забезпечити нормальні умови руху при паралельних потоках пішоходів відносно руху ТЗ після завершення масових заходів або при односторонньому колонному русі людей чи велосипедистів у певні періоди доби.

7. З метою швидкого транспортного сполучення з вузлами зовнішнього транспорту (аеропорт, вокзал, автовокзал тощо) автомобілям-таксі доцільно дозволяти рух на спеціальних смугах.

8. Функції спеціальних смуг мають значно ефективнішу область застосування.

Список літератури

1. Полищук В.П. Проектирование автоматизированных систем управления на автомобильных дорогах.— К.: УМК ВО, 1990.— 55 с.

2. Гаврилов Е.В. Організація дорожнього руху/Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля.— К.: Знання України, 2007.— 452 с 3. Шештокас В.В. Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах/В.В. Шештокас, Д.С. Самойлов.— М.: Транспорт, 1987.— 207 с.

4. Печерский М.П., Хорович Б.Г. Автоматизированные системы управления движением в городах.— М.: Транспорт, 1979 .— 176 с 5. Шештокас В.В. Город и транспорт.— М.: Стройиздат,— 1984.— 176 с.

6. Транспорт і зміна клімату/Модуль 5е.— Ешборн.: — квітень 2010.— 51с.

7. Bus rapid transit/Planning guide/New York.: 3ed edition — June, 2007.

8. Шелков Ю.Д. Организация дорожного движения в городах: Методическое пособие/Научно-исследовательский центр ГАИ МВД России.— М.: 1995.— 143 с.

9. Красников А.Н. Городские улицы и дороги.— М.: 1984 р.

10. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения.— М.: Транспорт, 1990.— 255 с.

11. Рэнкин В.У., Клафи П., Халберт С. И др. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения.— М.: Транспорт, 1981.— 592 с.

12. Брайловский Н.О., Грановский Б.И., Управление движением транспортных средств. М.: Транспорт, 1975.— 112 с.

13. Буга П.Г. Организация пешеходного движения в городах/П.Г. Буга Ю.Д. Шелков.— М.: Высш. школа, 1980.— 232 с.

14. Романов А.Г. Дорожное движение в городах: закономерности и тенденции. М.: Транспорт, 1984.— 81с.

Аннотация. *Современные тенденции развития транспортных процессов в городе предопределяют использование мероприятий по организации дорожного движения сетевого характера. Одним из таких методов является внедрение специальных полос на улично-дорожной сети. В связи с этим, в статье рассматриваются функции специальных полос и внесены предложения по их использованию для решения транспортных проблем в пространстве уличной среды города.*

Annotation. *The methods of traffic engineering are determined by the modern tendencies in progress of transport processes. One of such innovations is the process of utilization of the dedicated lines within the road network. Hence, the given article deals with the dedicated lines' functioning and elucidates the propositions concerning their usage with the purpose to eliminate some problems within the road network of the city.*

Стаття надійшла до редакції 10.03.2011 р.

УДК. 625.745.8

ВЕРБИЦКИЙ В.Г., д.ф-м.н., профессор; ШЕВЧЕНКО А. В., ст. преподаватель;
ШЕВЧЕНКО С. В., ассистент, Донецкая академия автомобильного транспорта

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПЕРИОД ПРОВЕДЕНИЯ ЧЕМПИОНАТА ЕВРО-2012

В статье рассмотрен вопрос оптимизации работы наружного освещения в городе Донецке. Приведены суточный график включения и отключения электрических сетей наружного освещения и справка о состоянии наружного освещения в городе Донецке.

Постановка проблемы

В преддверии проведения чемпионата ЕВРО-2012 многие сферы жизнедеятельности г. Донецка требуют немедленного усовершенствования. Тому подтверждение — большое количество масштабных проектов для создания инфраструктуры на уровне европейских стандартов. В частности, в городе появятся новые и реконструированные дороги, реконструированные спортивные комплексы и новые стадионы, новые железнодорожный вокзальный и аэровокзальный комплексы, новая взлетно-посадочная полоса и др. На фоне всех этих нововведений заметно, что формированию стратегии развития наружного освещения г. Донецка и управлению этим процессом внимания уделяется недостаточно.

Основной раздел

Одной из наиболее важных задач любых систем наружного освещения (НО) является создание достаточного для безопасного и комфортного использования дорог и городских улиц в ночное время освещения. Значимость совершенного наружного освещения подтверждает и то, что в Украине порядка 30% дорожно-транспортных происшествий (ДТП) происходит в ночное время (в Донецке на периоды ночи и сумерек приходится до 38% дорожно-транспортных происшествий от общего их количества), в том числе 90% аварий со смертельным исходом. Внедрение современных методов освещения магистралей снижает аварийность на 30%. По данным исследований в США, освещение улиц и дворов снижает уровень преступности в городе на60 –80%.

Приведение системы НО в г. Донецке и в остальных мегаполисах Украины к европейским стандартам, внедрение прогрессивных систем управления освещением, мирового опыта в светотехнике, позволит заметно снизить потери народного хозяйства от ДТП, улучшить экономическую ситуацию в стране.

Такие гранды светотехники, как «Philips», «General Electric», «Siemens», «Osram» и др., имеющие громадный опыт осветительных работ, при выборе принципов и методов НО учитывают его функции для различных зон и объектов:

– магистрали и транспортная инфраструктура: обеспечение возможности четкой ориентации для водителей и пешеходов;

– центральная часть города: создание неповторимого облика среды, эффектное освещение объектов;

– жилые районы, пешеходные улицы: обеспечение безопасности, предупреждение о препятствиях;

– индустриальные зоны: создание возможности для рабочего процесса, обнаружение препятствий;

– спортивные и рекреационные зоны: создание условий в соответствии с требованиями объекта, например, аналогичных дневному освещению, или с выделением значимых элементов, подсветкой уникальных зеленых насаждений;

– освещение архитектурных объектов: правильная цветопередача, выделение особенностей архитектуры, создание декоративных эффектов.

Таким образом, при освещении города необходимо выделение его функциональных зон, определение концепции освещения в целом и для отдельных частей.

Как показывает многолетний опыт, сложившийся за последнее столетие, современное освещение должно отвечать пяти основным критериям:

Первый критерий концепции — видимость, т. е. обеспечение нормальных зрительных условий для водителей и пешеходов, а также оптимальные количественные и качественные параметры освещения, которые регламентируются действующими нормами [1].

Второй критерий — безопасность — старейший из всех других. Количество ДТП и противоправных действий значительно снижается при хорошем освещении города. Причем затраты несопоставимо малы по сравнению с выгодой. На сегодняшний день качество освещения люди напрямую связывают с уровнем личной безопасности.

Третий критерий — эстетика. Общество ждет от освещения не только выполнения прямых функциональных задач, но и удовлетворения эстетической потребности в прекрасном. Единых решений ввиду обилия средств освещения и многообразия объектов здесь не существует. Однако эстетика должна быть экономичной и целесообразной.

Четвертый критерий — экономика — иногда является решающим фактором для заказчика. Необходимо учитывать, что кроме капитальных затрат существуют также затраты на эксплуатацию и ремонт, которые могут сделать проект невыгодным.

И последний критерий — общественная функция освещения. Понятие гармоничной световой среды предполагает создание благоприятного психологического климата, оказывающего положительное влияние на реализацию общественных функций, и является предпосылкой для оживления городской жизни.

В 2011 г. Главным управлением благоустройства и коммунального обслуживания Донецкого городского совета утверждена «Программа социально-экономического развития коммунального коммерческого предприятия Донецкого городского совета «Донецкгорсвет» на 2011 г.», в которой предполагается следующее (табл. 1).

Информация о состоянии наружного освещения г. Донецка приведена в табл. 2, действующий суточный график включения и отключения сетей наружного освещения приведен в табл. 3.

Первым этапом по улучшению положения в системе наружного освещения должно быть приведение в порядок режима включения (отключения) наружного освещения. В основу может быть положен принцип определения предполагаемого снижения ущерба народному хозяйству от ДТП и сравнение его с затратами на дополнительный расход электроэнергии при более раннем включении и более позднем отключении НО [2, 3]. Следовательно, переназначив моменты m_1, m_2, m_3, m_4 включения и отключения НО в соответствии с описанной в [2, 3] методикой, можно повысить комфортность и безопасность движения, снизив тем самым вероятность возникновения ДТП:

m_1 — момент включения НО вечером;

m_2 — момент перехода на ночной режим эксплуатации, когда часть светильников отключается;

m_3 — момент перехода на рабочий режим в утренние часы;

m_4 — момент отключения НО утром.

В настоящее время в Донецке, как видно из табл. 3, моменты включения (отключения) НО не меняются в течении пятидневок, также не предусмотрено поминутное включение (отключение) НО в зависимости от величины сумеречной освещенности (т. е. существует жесткая привязка к утренним и вечерним сумеркам).

Таблица 1

«Программа социально-экономического развития коммунального коммерческого предприятия Донецкого городского совета «Донецкгорсвет» на 2011 г.»

Район города	Капитальный ремонт сетей наружного освещения					Текущий ремонт сетей наружного освещения	Оплата потребленной электрической энергии сетями н/о	Всего на 2011 год
	Капитальный ремонт сетей наружного освещения	Частный сектор с безучетными светоточками	Итого	Восстановление наружного освещения поселков	Всего по капитальному ремонту сетей н/о			
	тыс. грн.	тыс. грн.	тыс. грн.	тыс. грн.	тыс. грн.	тыс. грн.	тыс. грн.	тыс. грн.
Всего	**6884,93**	**1202,18**	**8087,10**	**4500,00**	**12587,10**	**5650,00**	**10985,00**	**29222,10**
в том числе:								
Буденовский	595,70	108,30	704,10	489,93	1193,99	498,00	959,00	**2650,99**
Ворошиловский	502,00	0,00	502,00	0,00	501,96	603,00	1293,00	**2397,96**
Калининский	553,00	135,20	688,20	632,15	1320,35	506,00	826,00	**2652,35**
Киевский	800,90	244,00	1044,90	361,16	1406,02	713,00	2038,00	**4157,02**
Кировский	1043,00	102,00	1145,00	527,75	1672,75	656,00	1871,00	**4199,75**
Куйбышевский	872,70	180,10	1052,70	594,77	1647,50	525,00	765,00	**2937,50**
Ленинский	501,90	172,40	674,40	602,62	1276,99	580,00	1121,00	**2977,99**
Петровский	757,00	260,10	1017,10	662,55	1679,66	464,00	987,00	**3130,66**
Пролетарский	725,30		725,30	629,07	1354,39	465,00	1125,00	**2944,39**
Диспетчерское управление	533,50	0,00	533,50	—	533,49	640,00	—	**1173,49**

Таблица 2

Справка о состоянии наружного освещения в г. Донецке

№ п/п	Показатели	По годам						
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Установленная мощность (кВт, тыс.)	10967	10273	9707,5	9300	9040	9035	9010
2	Количество светоточек, в т.ч.:	57900	57900	57900	57900	57900	57900	57900
	с лампами накаливания и КЛЛ	15780	13850	11950	10600	10200	9800	8000
	люминесцентными лампами	—	—	—	—	—	—	—
	ДРЛ	12320	10200	9300	8600	7000	7000	6700
	натриевыми	29800	33850	36650	38700	40700	41100	43200
	другими	—	—	—	—	—	—	—
3	Протяженность сетей:	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200
	кабельная сеть	755	850	920,4	983,2	1073	1126,1	1201,1
	воздушная сеть	1445	1350	1279,6	1216,8	1127	1073,9	998,2
4	Виды управления н/о:							
4.1	по радио проводам (ГТС)	21	21	22	22	22	22	22
4.2	радиоуправляемые	—	—	—	—	—	30	134
4.3	смешанные	—	—	—	—	—	—	—
5	Количество ИП в городе	496	496	496	513	513	513	513
6	Время включения (отключения) НО при уровне освещенности	График прилагается						
7	Частичное отключение ночью (в 23-00, 24-00,1-00)	—	—	—	—	—	—	—
8	Время работы НО (количество часов за год)	3867	3867	3867	3867	3867	3867	3867
9	Стоимость потребляемой электроэнергии тыс. кВт*час при стоимость 1 кВт*ч=	3401,5 0,2305	4302,3 0,2576	5076,85 0,2945	6847,41 0,3519	10118,93 0,4914	9582927 0,5888	10988503 0,6684
10	Эксплуатационные затраты, тыс. грн.	4700	5900	5500	6700	9925	8476,4	12725,7

Таблица 3

Суточный график включения и отключения сетей наружного освещения в г. Донецке (2011 г.)

Месяц	День												Время горения, ч
	1–5		6–10		11–15		16–20		21–25		26–31		
	Вкл.	Откл.	Вкл.	Откл.	Вкл.	Откл.	Вкл.	Откл.	Вкл.	Откл.	Вкл.	Откл.	
Январь	16-00	6-43	16-07	6-42	16-12	6-41	16-18	6-38	16-26	6-34	16-34	6-30	435
Февраль	16-42	6-24	16-49	6-17	16-56	6-09	17-04	6-02	17-11	5-54	17-19	5-44	358
Март	17-23	5-39	17-31	5-29	17-37	5-20	17-47	5-10	17-53	5-00	18-01	4-49	347
Апрель	19-08	5-37	19-17	5-26	19-24	5-15	19-31	5-07	19-39	4-56	19-48	4-46	281
Май	19-55	4-37	20-05	4-28	20-10	4-19	20-18	4-12	20-26	4-05	20-33	3-59	238
Июнь	20-39	3-54	20-44	3-50	20-49	3-48	20-52	3-46	20-54	3-47	20-55	3-49	200
Июль	20-55	3-52	20-51	3-56	20-47	4-01	20-44	4-06	20-38	4-12	20-30	4-19	218
Август	20-22	4-28	20-13	4-36	20-06	4-43	19-56	4-50	19-47	4-58	19-36	5-06	264
Сентябрь	19-24	5-13	19-13	5-21	19-02	5-30	18-52	5-37	18-42	5-43	18-31	5-49	308
Октябрь	18-21	5-58	18-11	6-04	18-01	6-11	17-51	6-17	17-42	6-22	17-34	6-32	372
Ноябрь	16-25	5-40	16-18	5-45	16-11	5-55	16-06	6-02	16-01	6-08	15-57	6-16	402
Декабрь	15-54	6-22	15-52	6-28	15-52	6-33	15-53	6-36	15-55	6-39	15-57	6-40	в444
Всего, ч в год													3867

Кроме того, производятся частичные отключения наружного освещения ночью (момент m_2) в 23:00, 24:00, 01:00, от чего уже отказались во многих странах, так как отключаются светильники именно в большей части в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий.

В силу ограниченного городского бюджета многие органы местной власти принимают решение об отключении части уличного освещения в ночное время. В ночные часы, когда уличное движение ослабевает (например, в интервале от 23:00 до 05:00), уровень освещенности на дорогах может быть понижен. Это широко распространенный способ экономии электроэнергии: при дежурном освещении примерно ⅔ или 50% уличных светильников (уличных фонарей) общественного использования отключают в ночные часы. Выходом из сложившейся ситуации для одноламповых наружных светильников может служить снижение освещенности посредством уменьшения мощности индивидуальных источников света, например с 80 до 50 Вт. Это позволяет сохранить равномерность распределения освещенности, чего не удается достичь при традиционном отключении каждого второго наружного светильника. В последнем случае возникают значительные темные зоны, ухудшающие видимость и безопасность на дороге (возможна даже вероятность того, что такая темная зона совпадет с расположением места концентрации ДТП). Отключение ламп с целью снижения ночного уровня освещенности допускается только в том случае, когда на одной опоре размещено более одного светильника (один из них всегда остается включенным) либо применяются двухламповые уличные светильники (одна из ламп не отключается). Чтобы избежать увеличения работ по обслуживанию уличного фонаря из-за разного режима работы разных ламп, необходимо чередовать отключаемые и неотключаемые группы по дням недели. Снижение мощности разрядных ламп высокого давления подразумевает использование балласта со встроенной цепью снижения энергопотребления. Данная цепь может представлять собой отвод от обмотки дросселя либо дополнительный дроссель. Переключение обмоток осуществляется при помощи реле. В настоящее время в уличном освещении широко используются электронные балласты, в основном для включения компактных люминесцентных ламп. Для ламп высокого давления подобные аппараты еще весьма редки. Одна из причин этого заключается в том, что эксплуатационные свойства традиционных схем включения и так достаточно высоки. Например, современная пускорегулирующая аппаратура автоматически прекращает свою работу в конце полезного срока службы ламп, и даже для работы компьютеризованных систем уличного освещения не требуется электронных схем включения ламп.

В рамках подготовки Украины к чемпионату по футболу ЕВРО-2012 вышеуказанная проблема частично решается участием Донецка в инновационном проекте автоматизации уличного освещения совместно с компаниями «Киевстар» и «СЕА Электроникс». Помимо Донецка система введена в восьми городах: Киеве, Днепропетровске, Харькове, Львове, Черкассах, Симферополе и Ялте.

Управление уличным освещением в Донецке было автоматизировано с использованием беспроводных технологий — светильники включаются (отключаются) автоматически согласно установленному расписанию. В шкафы уличного освещения компания «СЕА Электроникс» установила терминалы исполнительного пункта на основе технологии «СПРУТ» с SIM-картами «Киевстар». Команды о включении-выключении света передаются по сети «Киевстар» с использованием технологииE DGE/GPRS по условиям M2M тарифов.

Применение терминалов на основе технологии «СПРУТ» позволило экономить электроэнергию:

– за счет выполнения точного графика «включения-отключения» наружного освещения (замена «пятидневок» на «ежесуточное» планирование графика;

– за счет возможности коррекции планового графика «включения-отключения» с учетом реальных погодных условий, массовых мероприятий, праздников;

– за счет выполнения индивидуальных графиков «включения-отключения» для отдельного шкафа управления наружным освещением (ШУНО) или группы ШУНО по территориальному или иному признаку;

– за счет мониторинга потребляемого тока по каждой исходящей линии ШУНО и оперативного выявления перегрузок.

По данным ККП ДГС «Донецкгорсвет», установлены и настроены терминалы «СПРУТ» в 86 ШУНО, из них:

- в Буденновском районе — 8 шт.;
- в Кировском районе — 20 шт.;
- в Куйбышевском районе — 25 шт.;
- в Ленинском районе — 3 шт.;
- в Петровском районе — 16 шт.;
- в Пролетарском районе — 14 шт.

При этом за 12 месяцев 2010 г. экономия электроэнергии составила 0,723 млн. кВт·ч.

Учитывая, что более 90% необходимой информации водитель получает через зрительное восприятие, любое улучшение условий видимости позволяет повысить безопасность движения. Водитель должен иметь четкое представление о направлении и характере улицы или дороги, наличии на ней перекрестков, пешеходов и транспорта, возможных препятствий, объектов инфраструктуры, о своем положении относительно общей дорожной ситуации.

Поэтому, на сложных перекрестках, развязках в разных уровнях (рис. 1) и далее на маршруте следования целесообразно упорядочить расположение светильников, используя информационный подход, для обеспечения зрительного ориентирования гостей, прибывших на чемпионат ЕВРО-2012.

Эту задачу можно решить путем введения соответствующего светового кода [4], выделяя маршруты следования к основным объектам притяжения транспортных и пешеходных потоков — аэропорту, стадиону, железнодорожному вокзалу, фан-зоне и др. при помощи использования в светильниках ламп с различной цветовой температурой (например, ДРЛ, НЛВД, ДРИ, которые излучают свет, соответственно бело-голубой, оранжевой и белой цветовой температуры) или используя светодиодные лампы. Таким образом, мы как бы создаем цветовой туннель, двигаясь по которому, водитель попадет в нужный пункт назначения. При этом необходимо проинформировать водителя при помощи информационных табло, панно и т. д. о соответствии определенного «цвета» маршрута определенному объекту инфраструктуры. Световое кодирование маршрута будет служить дополнением к системе маршрутного ориентирования, которая в настоящий момент находится в стадии проектирования. Часть рекомендаций по освещению пешеходных переходов, транспортных развязок и железнодорожных переездов нашла отражение в [1].

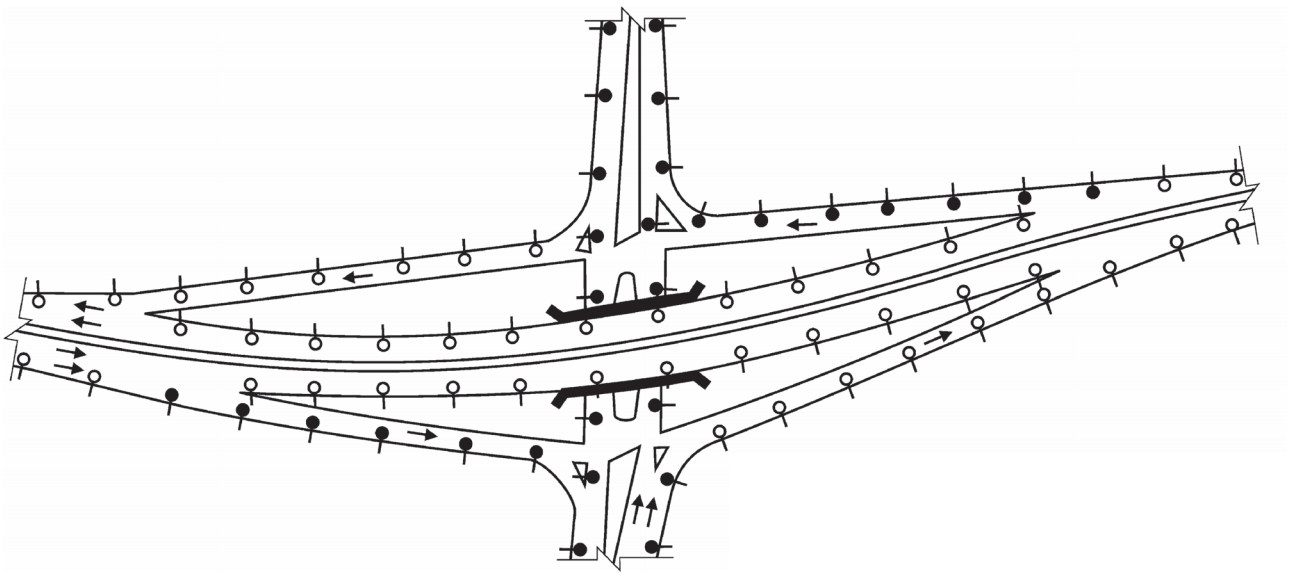


Рис. 1. Использование светового кода на транспортной развязке в двух уровнях:

—● — натриевые лампы; —○— ртутные лампы

Отдельного рассмотрения требует обеспечение безопасности движения пешеходов на пешеходных переходах. В данном случае общими принципами для освещения пешеходных переходов могут быть следующие [5]:

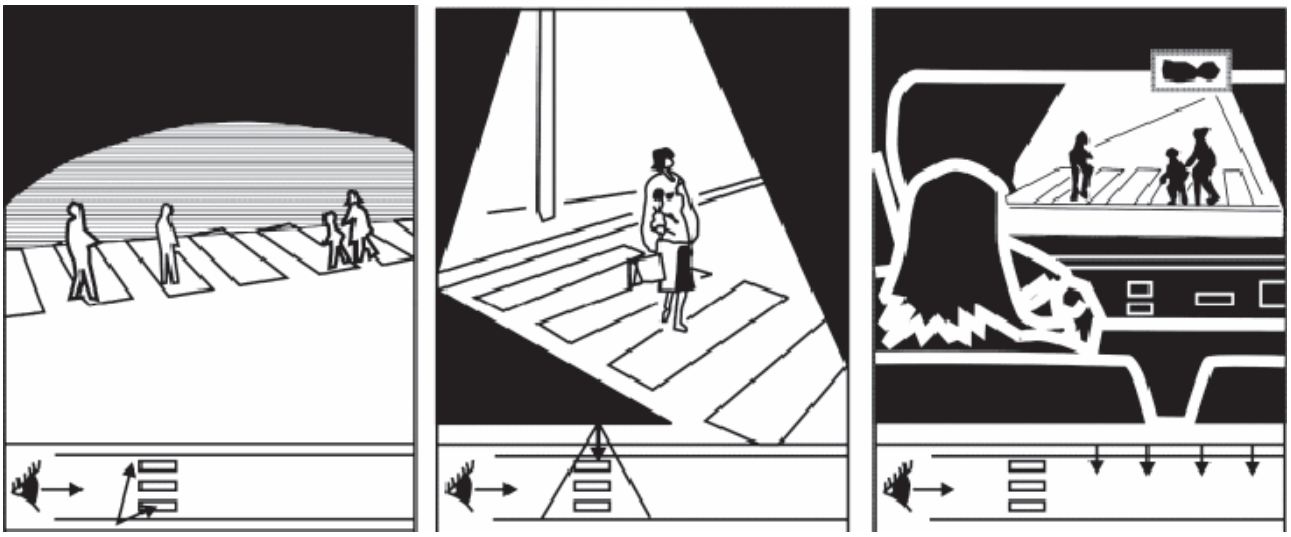
– освещение, которое обеспечивает восприятие пешеходов в виде обратных силуэтов (рис. 2а);

– освещение, которое обеспечивает увеличение горизонтальной освещенности непосредственно на пешеходном переходе при помощи одного или двух боковых прожекторов, размещенных на тротуаре, или одного светильника, размещенного сверху над пешеходным переходом (рис. 2б);

– освещение, которое обеспечивает видимость пешеходов в виде прямых силуэтов (рис. 2в).

Свет, отличающийся по цветности от общего уличного освещения, обладает дополнительным сигнальным действием. Поэтому пешеходные переходы целесообразно освещать светильниками, имеющими лампы с отличающейся от основного освещения цветовой температурой. Помимо пешеходных переходов такой метод может применяться для выделения аварийно — опасных мест и привлечения внимания водителя: на перекрестках, в местах с ограниченной видимостью, местах концентрации ДТП, Ж/Д переездах и т. д. В некоторых странах, в местах расположения пешеходных переходов используют лампы с большей мощностью, нежели на основных магистралях, тем самым делая заметней пешеходов для водителей, улучшая видимость в таких местах и предупреждая водителя о потенциально опасном месте на участке улично-дорожной сети.

Свет, отличающийся по цветности от общего уличного освещения, обладает дополнительным сигнальным действием. Поэтому пешеходные переходы целесообразно освещать светильниками, имеющими лампы с отличающейся от основного освещения цветовой температурой. Помимо пешеходных переходов такой метод может применяться для выделения аварийно — опасных мест и привлечения внимания водителя: на перекрестках, в местах с ограниченной видимостью, местах концентрации ДТП, Ж/Д переездах и т. д. В некоторых странах, в местах расположения пешеходных переходов используют лампы с большей мощностью, нежели на основных магистралях, тем самым делая заметней пешеходов для водителей, улучшая видимость в таких местах и предупреждая водителя о потенциально опасном месте на участке улично-дорожной сети.



а) *б)* *в)*

Рис. 2. Способы освещения пешеходного перехода

Подводя итоги, хочется остановиться на проблеме освещения тротуаров, которая возникает из-за наличия зеленых насаждений, не позволяющих обеспечить нормативные уровни яркости или освещенности светильниками, освещающими только проезжую часть. В настоящее время освещение тротуаров осуществляется в основном светильниками, смонтированными на тех же опорах, что и светильники, освещающие проезжую часть. Наблюдения показывают, что 50% светового потока может пропадать за счет потерь в листве деревьев. Решение вопроса может быть достигнуто либо путем подрезания деревьев, крона которых поддается формовке, либо за счет устройства выносных кронштейнов, а также расположения самих светильников на тросовых подвесках над проезжей частью. Однако при этом увеличивается стоимость устройства освещения, а наличие тех или иных недостатков затрудняет решение проблемы освещения тротуаров, являющееся важным как с точки зрения безопасности движения, так и восприятия архитектурно-декоративного облика улиц в вечернее и ночное время. В связи с этим в некоторых случаях целесообразно переходить к раздельному освещению проезжей части и тротуаров, которое нашло широкое распространение за рубежом. Применяется она и в некоторых наших городах, в частности во Львове. Принципиально существует четыре способа освещения тротуаров [5]: светильниками, смонтированными на стенах зданий; светильниками, установленными на пониженной высоте на тех же самых опорах, что и светильники, освещающие проезжую часть; светильниками, укрепленными на растяжках между опорами и стенами зданий; отдельно стоящими светильниками паркового типа на опорах высотой 4–4,5 м. Раздельная система освещения улиц, при которой улучшается освещение тротуаров, позволит повысить безопасность движения транспорта (водитель может своевременно обнаружить пешехода, выходящего на проезжую часть), увеличить равномерность распределения яркости по проезжей части, обеспечить возможность свободной ориентации пешеходов, а также улучшить архитектурно-декоративный облик города в вечернее и ночное время.

Выводы

На основе анализа работы наружного освещения в г. Донецке и влиянии его на безопасность движения транспорта и пешеходов, показаны типичные недостатки и пути их минимизации. Авторами предложены мероприятия, позволяющие при относительно небольших капиталовложениях оптимизировать систему наружного освещения в г. Донецке в преддверии проведения чемпионата ЕВРО-2012, что положительно отразится на безопасности дорожного движения в рассматриваемом городе.

Список литературы

1. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В. 2.3–5:2001 — ДБН В. 2.3–5:2001.— К.: Держбуд, 2001.— 50 с.

2. Кучеренко Н.Н. Об оптимизации режима работы наружного освещения городов/Н.Н. Кучеренко, Е.А. Рейцен // Світло-люкс.— 2007.— № 3.— С.68 –69.

3. Кучеренко Н.Н. Режим работы наружного освещения и безопасность движения/Н.Н. Кучеренко, Е.А. Рейцен // Світло-люкс. 2007.— № 4.— С.48 –51.

4. Гончар О.Л. Проектування зовнішнього освітлення пішохідних зон/О.Л. Гончар, Є.О. Рейцен // Матеріали III-ї науково-технічної конференції.— Т.: ТДТУ ім. І. Пулюя.— 2008.— С.81 –88.

5. Рейцен Е.А. Обеспечение безопасности дорожного движения в больших городах при искусственном освещении // Проблемы больших городов/Е.А. Рейцен, Н.Н. Казимирова.— Выпуск 9.— М.: МГЦНТИ., 1989.— 24 с.

6. Гончар О. Раздельная система наружного освещения/О. Гончар, Н. Кучеренко, Е. Рейцен // Світло-люкс.— 2008.— № 4.— С.59 –62.

Анотація. *У статті розглянуто питання оптимізації роботи зовнішнього освітлення у місті Донецьку. Наведені добовий графік включення й відключення електричних мереж зовнішнього освітлення й довідка про стан зовнішнього освітлення у місті Донецьку.*

Abstract. *In the article the problem of optimization of work of street lighting in the city of Donetsk is analyzed. The daily schedule of switching—on and off of electric networks of street lighting and the certificate of a condition of street lighting in the city of Donetsk.*

Стаття надійшла до редакції 12.05.2011 р.

АВТОРИ НОМЕРА

1. Бєлов Ю. В., Донецька академія автомобільного транспорту
2. Вербицький В.І., Донецька академія автомобільного транспорту
3. Вершина Г. О., Білоруський національний технічний університет
4. Вікович І. А., Національний університет «Львівська політехніка»
5. Віховська Л. Й., Донецький державний інститут залізничного транспорту
6. Волкова М. С., Приазовський державний технічний університет
7. Воловненко О. Г., Донецька академія автомобільного транспорту
8. Дехтярьова Ю. М., Донецька академія автомобільного транспорту
9. Енглезі І. П., Донецька академія автомобільного транспорту
10. Єршков О. Е., Донецька академія автомобільного транспорту
11. Єфименко А. М., Донецька академія автомобільного транспорту
12. Зубачик Р. М., Національний університет «Львівська політехніка»
13. Калінін О. В., Донецька академія автомобільного транспорту
14. Коробкін В. Ф., Донбаська національна академія будівництва та архітектури
15. Кравченко О. П., Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
16. Куєвда Д. В., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
17. Купцова К. Ю., ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
18. Ларін В. Ю., Національний авіаційний університет
19. Лепешко Й. Й., Білоруський національний технічний університет
20. Макаров В. А., Донецька академія автомобільного транспорту
21. Науменко О. М., ТОВ «ДТЕК»
22. Нефьодова Я. І., Приазовський державний технічний університет
23. Ноженко О. С., Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
24. Панас Т. О., Донецький державний інститут залізничного транспорту
25. Пілатов О. Ю., Білоруський національний технічний університет
26. Процик О. П., Національний транспортний університет
27. Сілантьєва Ю. О., Національний транспортний університет
28. Смаглій О. М., Донецький юридичний інститут МВС України
29. Сунцов О. М., Донецька академія автомобільного транспорту
30. Сунцов М. В., Донецька академія автомобільного транспорту
31. Толок О. В., Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
32. Федоров Є. Є., Донецька академія автомобільного транспорту
33. Чеклов В. Ф., Донецький державний інститут залізничного транспорту
34. Шевченко О. В., Донецька академія автомобільного транспорту
35. Шевченко С. В., Донецька академія автомобільного транспорту
36. Шеховцов О. І., Донецький державний інститут залізничного транспорту

ПРАВИЛА ПОДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Для публікування в журналі «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту» приймаються неопубліковані раніше наукові статті в галузі 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 двох примірниках;
– 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, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, адреса, e-mail, службовий або домашній телефони).

Вимоги до рукописів

Стаття подається у 2-х варіантах — у друкованому вигляді на папері формату А4 (2 прим, з нумерацією сторінок) та електронному (на дискеті 3,5 дюйми).

Структура статті:

1. Код УДК (універсальний десятинний класифікатор) (вирівнювання по лівому краю).
2. Ініціали та прізвище (прізвища) автора (авторів), науковий ступінь, вчене звання, повна назва організації (вирівнювання по центру сторінки).
3. Назва статті (вирівнювання по центру сторінки).
4. Анотація мовою оригіналу статті (не більш 80 слів, ширина рядка 130 мм).
5. Основний текст статті.
6. Перелік літератури, 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.

Текст рукопису повинен містити такі розділи, як:

– постановка проблеми, де відображається історія предмету дослідження, актуальність та сучасний стан проблеми;
– аналіз останніх досліджень, на які спирається автор, виділення невирішених раніше аспектів загальної проблеми, яким присвячується означена стаття;
– мета статті (постановка задачі);
– основний розділ (можливі підрозділи);
– висновки, де стисло та чітко підсумовуються основні результати, що були одержані автором (-ами).

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

Текст повинен бути набраний у форматі Word for Windows версії 6.0–8.0.

– параметри сторінки — А4 (210 х 297 мм);
– орієнтація — книжкова;
– поля: верхнє — 15 мм, нижнє — 25 мм, ліве — 20 мм, праве — 20 мм;
– шрифт — Times New Roman, розмір — 12 пунктів;
– весь текст повинен бути набраний стилем «Звичайний » (Normal);
– перша строка — відступ 7,5 мм;
– міжрядковий інтервал — 1,5;
– вирівнювання — по ширині сторінки.

Таблиця повинна мати тематичну назву та порядковий номер (без знаку №), на який дається посилання у тексті.

Рисунки та графіки повинні бути пронумеровані в порядку посилання у тексті. Кожний рисунок розміщується в окремому файлі (формати bmp, tif; інші — тільки з дозволу редакції). Підписи під рисунками з номером рисунка пишуться на окремій сторінці. Кольорові та фонові рисунки не допускаються.

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.

Наприкінці статті розташовуються анотації двома іншими мовами.

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