Вісник Донецької академії автомобільного транспорту

№ 1
2010

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 номеру друкуються мовою оригіналу

Видання виходить 4 рази на рік
Видається з січня 2004 року

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

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії автомобільного транспорту.
Протокол № 5 від 08.02.2010 р.

Редакційна колегія:

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

Члени редколегії:
Бєлов Ю.В., *к.т.н., доцент*
Бєлоусов В.В., *д.т.н., професор*
Вербицький В.Г., *д.ф.-м.н., професор*
Вовк Л.П., *д.т.н., професор*
Горожанкін С.А., *д.т.н., професор*
Доля В.К., *д.т.н., професор*
Жирнов А.А., *к.т.н., доцент*
Заренбін В.Г., *д.т.н., професор*
Казанцев Є.І., *д.т.н., професор*
Лук'янченко Н.Д., *д.е.н., професор*
Макаров В.А., *к.т.н., доцент*
Макогон Б.П., *к.ф.-м.н., доцент*
Міщенко М.І., *д.т.н., професор*
Муромець Н.Є., *к.е.н., доцент*
Поліщук В.П., *д.т.н., професор*
Сахно В.П., *д.т.н., професор*
Сунцов М. В., *д.х.н., професор*
Тернов С.О., *к.т.н., с.н.с.*
Ткаченко В.П., *д.т.н., професор*

Відповідальний секретар
Кравчук І.М.

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.

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

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу.

Видання виходить 4 рази на рік.
Видається з січня 2004 року.

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

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії автомобільного транспорту.
Протокол №5 від 08.02.2010 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ №15 936–4408 ПР від 02.12.2009 р., видане Міністерством юстиції України.
«Вісник Донецької академії автомобільного транспорту» включений до нового 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).

Підписано до друку 16.02.2010 р. Формат 60 × 84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 4,3. 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

Энглези И.П., Калюжный М.В. **Закономерности изменения средней длины перегона, обеспечивающей минимальные затраты времени пассажиров на передвижение** 4

Лобашов О.О. **Дослідження впливу парковок на параметри транспортних потоків в м. Харкові** 9

Максимов Д.В., Момот В.М. **Метод выбора перевозчика при использовании стратегии аутсорсинга транспортных услуг** 13

Жилинков А. А. **Оценка эффективности эксплуатации большегрузных автопоездов при перевозке металлопродукции** 18

Федоренко М.М., Воропай Н.А. **Адаптація моделі управління запасами для нестандартних ситуацій з урахуванням принципу зворотного зв'язку на підприємстві «Алекс і К»** 25

Попруга Ж.С., Баранова Н.И. **Использование инсорсинга и аутсорсинга в транспортной логистике** 30

Денищенко И.Я., Федоров Е.Е. **Методика нейросетевого анализа предложений** 34

Энглези И.П., Вербицкий В.Г., Ткаченко В.П., Рейцен Е.А. **О повышении надежности расчетных показателей организации и безопасности дорожного движения** 42

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Бондаренко А.Є., Стрільник Ю.М., Куплінов А.В., Мойся Д.Л., Макійов М.М. **Експериментальний автопоїзд для дослідження курсової стійкості руху** 48

Чернышев С.А., Петров А.В. **К вопросу исследования передачи усилия поршня на ведущий вал в автомобильных двигателях внутреннего сгорания** 59

Барановський Д.М. **Теоретичне обґрунтування зниження інтенсивності зношування трибосистем дизелів** 62

Горбай О.З., Голенко К.Е., Крайник Л.В. **Оцінка експлуатаційної ефективності компонувальних схем автобусів типу Low-entry** 66

Автори номера 76

Правила подання та оформлення статей 77

УДК 656.13

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

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СРЕДНЕЙ ДЛИНЫ ПЕРЕГОНА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ МИНИМАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ ВРЕМЕНИ ПАССАЖИРОВ НА ПЕРЕДВИЖЕНИЕ

С целью минимизации затрат времени пассажиров на передвижения за счет рационального планирования длин перегонов маршрутов городского пассажирского транспорта приводится анализ влияния различных технологических параметров на затраты времени пассажиров и длину перегона, обеспечивающую эти затраты.

Введение

Максимальные затраты времени пассажиров на передвижение ограничиваются допустимой границей транспортной утомляемости, которая устанавливается с учетом психофизиологических возможностей организма человека, экономических, социальных и других факторов. Длина перегонов на маршруте влияет практически на все показатели функционирования городского пассажирского транспорта, в том числе на затраты времени пассажиров на передвижение [1]. Вследствие этого, организация технологического процесса перевозки пассажиров невозможна без определения рациональной длины перегона.

Анализ публикаций. При решении задачи оптимизации длины перегона маршрута городского пассажирского транспорта исследователи использовали различные подходы. Одни определяли данную величину только с позиции пешего передвижения пассажиров. Так, оптимальную длину перегонов между остановочными пунктами, по данным работы [2], принимали в зависимости от значения максимальной пешеходной доступности. При максимальном радиусе пешеходной доступности, равном 400 м, получили значение оптимальной длины перегона, лежащей в интервале 640–680 м. Другие исследователи приводят данные, что оптимальная длина перегонов на городских маршрутах должна находится в интервале 300–500 м [3]. В необходимых случаях расстояние между остановочными пунктами может быть 800–1000 м [4]. По мнению других исследователей, зависимость затрат времени на передвижение от длины перегона является сложной и многофакторной и не может быть определена изолировано от ряда других задач [1]. Существующие методы оптимизации длины перегона не полностью учитывают ее влияние на техническую скорость, время простоя транспортного средства на остановочном пункте, величину интервала между движением транспортных средств [1, 5]. Фактически же, эти параметры являются, в свою очередь, сложными функциями, зависящими от ряда других факторов. Исследователи делают вывод, что длина перегона влияет на время подхода пассажира к остановочному пункту и затраты времени на промежуточные остановки при транспортном передвижении. В неявном виде длина перегона влияет также на техническую скорость, среднее время простоя транспортного средства на остановочном пункте, среднее расстояние поездки и зависит от плотности транспортной сети [1]. Вследствие этого, определение длины перегона, обеспечивающей минимальные затраты времени пассажиров на передвижение, возможно только с учетом рассмотрения отмеченных параметров как функций различных переменных.

Цель и постановка задачи

Целью данной работы является определение закономерностей изменения средней длины перегона, обеспечивающей минимальные затраты времени пассажиров на передвижение, в зависимости от различных технологических параметров.

Закономерности изменения средней длины перегона, обеспечивающей минимальные затраты времени пассажиров на передвижение. Проведенные исследования позволили определить функциональные зависимости технической скоростью автобусов на перегоне маршрута и их времени простоя на промежуточных остановочных пунктах от технологических параметров перевозочного процесса. Это дало возможность определить закономерности изменения средней длины перегона, обеспечивающей минимальные затраты времени пассажиров на передвижение, в зависимости от различных технологических параметров.

Целевую функцию определения длины перегона маршрута городского пассажирского транспорта можно представить в следующем виде:

$$t_n = 2t_{пеш}(l_n) + t_{ож}(l_n) + t_{тр}(l_n) \to min\,, \qquad (1)$$

где $t_{пеш}(l_n)$ — время пешеходного движения от пункта отправления к остановочному пункту или от остановочного пункта к пункту назначения;

$t_{ож}(l_n)$ — время на ожидание транспорта на остановочном пункте;

$t_{тр}(l_n)$ — время движения в транспортном средстве.

Для решения поставленной задачи все составляющие зависимости (1) были описаны в виде функций от длины перегона. Был проведен анализ изменения времени передвижения в зависимости от факторов, которые характеризуют маршрут городского пассажирского транспорта. В качестве этих факторов были рассмотрены: коэффициент использования вместимости транспортного средства; значение пассажиропотока на наиболее загруженном перегоне маршрута; удельная мощность двигателя автобуса; номинальная вместимость транспортного средства; плотность транспортной сети; скорость транспортного потока; длина маршрута; средняя дальность поездки. На первом этапе было проанализировано изменение затрат времени пассажиров при осуществлении передвижения в зависимости от длины перегона, графическое изображение которой приведено на рис. 1.

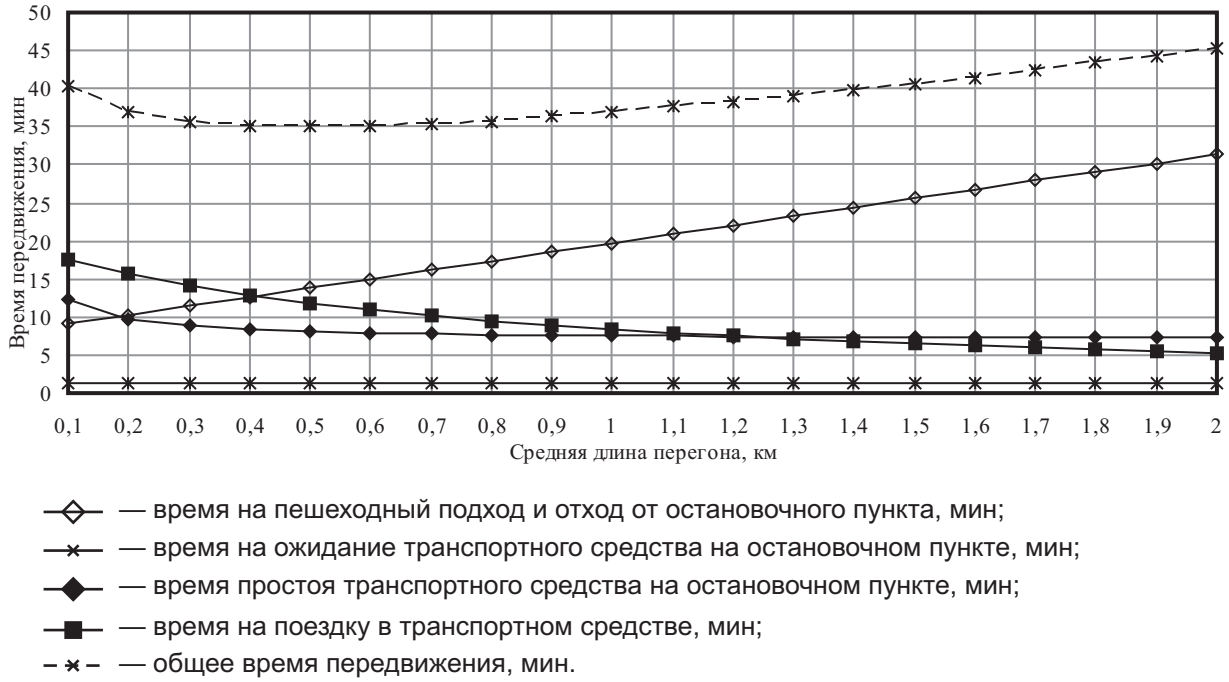


Рис. 1. Изменение затрат времени пассажиров при осуществлении передвижения

При этом использовались следующие условия передвижения: коэффициент заполнения салона автобуса $\gamma = 0,7$; значение пассажиропотока на наиболее загруженном перегоне маршрута $F_{max} = 1500$ пас./ч; удельная мощность двигателя автобуса $U = 18,2$ кВт/т; номинальная вместимость транспортного средства $q_н = 86$ пас.; плотность транспортной сети $\delta = 1,95$ км/км²; скорость транспортного потока $V_П = 38$ км/ч; длина маршрута $L_M = 15$ км; средняя дальность поездки $l_{ср} = 5$ км. На приведенном рисунке минимальное общее время передвижения составляет 34,97 минут при рациональной длине перегона 0,5 км. Определить, какой параметр определяет эти значения, достаточно сложно. Поэтому было проведено поэтапное варьирование всех составляющих затрат времени на передвижение с целью выявления закономерностей влияния каждого из них. На рис. 1, 2, 3 приведено изменение общего времени передвижения и длины перегона при различных значениях коэффициента использования вместимости транспортных средств γ .

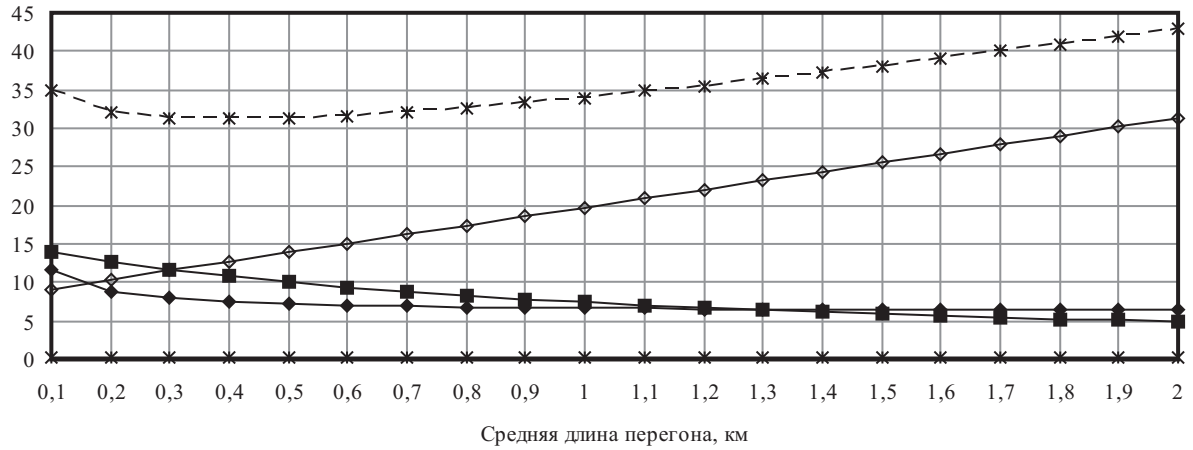


Рис. 2. Изменение затрат времени пассажиров при осуществлении передвижения со следующими условиями: $\gamma = 0,1$; $U = 18,2$ **кВт/т;** $V_П = 38$ **км/ч;** $L_M = 15$ **км;** $l_{ср} = 5$ **км;** $q_н = 86$ **пас.;** $F_{max} = 1500$ **пас./ч;** $\delta = 1,95$ **км/км²**

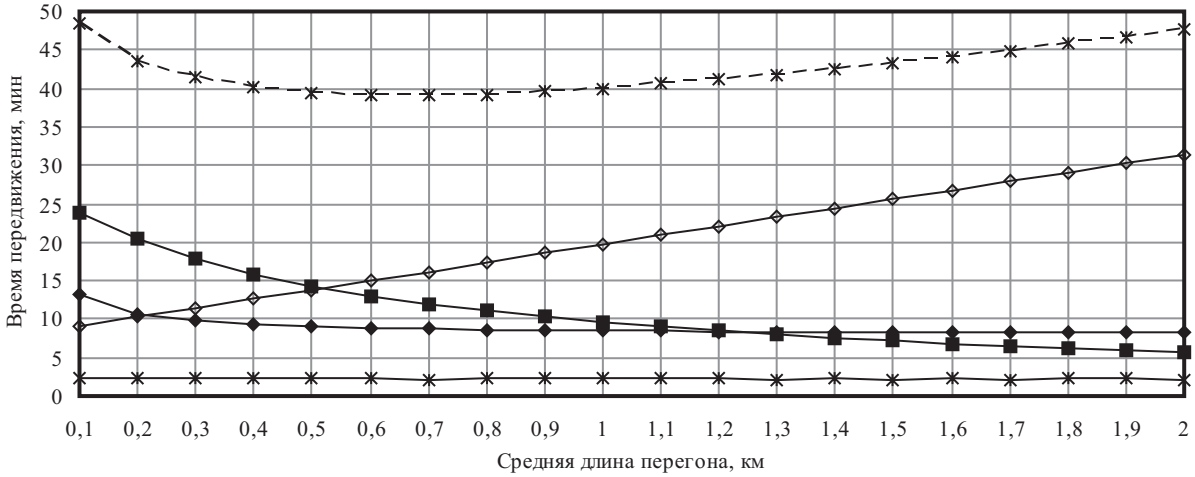


Рис. 3. Изменение затрат времени пассажиров при осуществлении передвижения со следующими условиями: $\gamma = 1,3$; $U = 18,2$ **кВт/т;** $V_П = 38$ **км/ч;** $L_M = 15$ **км;** $l_{ср} = 5$ **км;** $q_н = 86$ **пас.;** $F_{max} = 1500$ **пас./ч;** $\delta = 1,95$ **км/км²**

Было выявлено, что при $\gamma = 0{,}1$ общие затраты времени на передвижение составили 31,19 минут, а длина перегона 0,4 км. При максимальных значениях длина перегона существенно увеличивается, как показано на рис. 3. Она составляет 0,7 км. Можно сделать вывод, что такое увеличение коэффициента заполнения салона автобуса приводит к снижению скорости транспортного средства и, тем самым, увеличивает время передвижения, которое составило 39,02 минут.

Далее был проведен анализ влияния на время передвижения значения пассажиропотока на наиболее загруженном участке сети, изменение которого представлено на рис. 1, 4, 5.

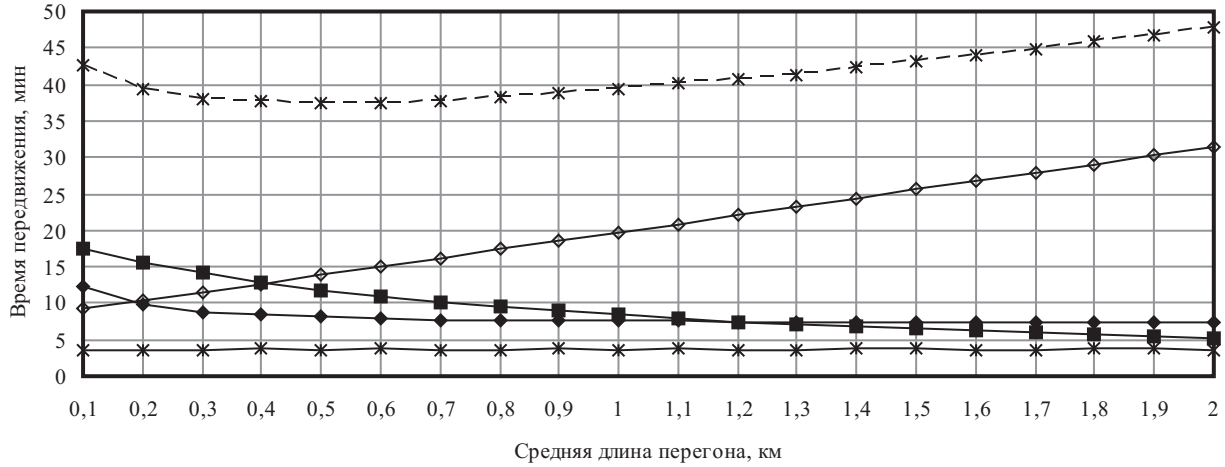


Рис. 4. Изменение затрат времени пассажиров при осуществлении передвижения со следующими условиями: $\gamma = 0{,}7$; $U = 18{,}2$ **кВт/т;** $V_П = 38$ **км/ч;** $L_M = 15$ **км;** $l_{ср} = 5$ **км;** $q_н = 86$ **пас.;** $F_{max} = 500$ **пас./ч;** $\delta = 1{,}95$ **км/км²**

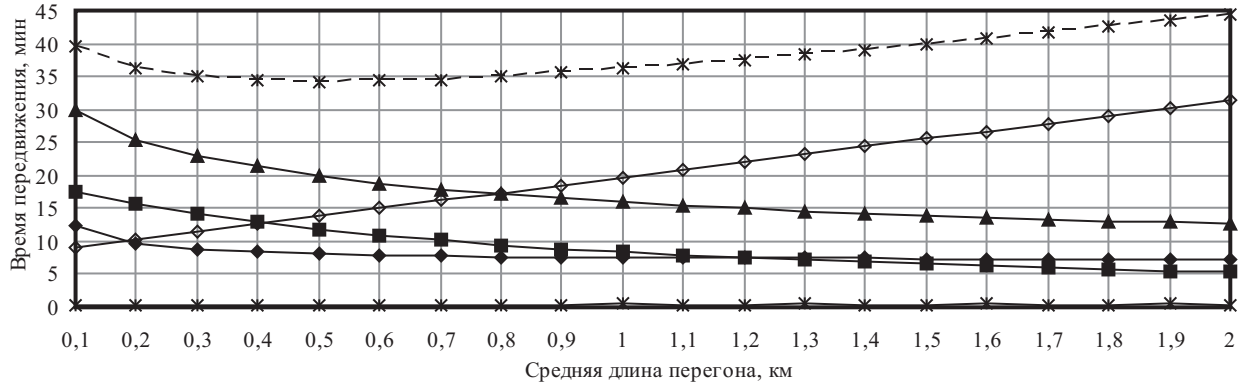


Рис. 5. Изменение затрат времени пассажиров при осуществлении передвижения со следующими условиями: $\gamma = 0{,}7$; $U = 18{,}2$ **кВт/т;** $V_П = 38$ **км/ч;** $L_M = 15$ **км;** $l_{ср} = 5$ **км;** $q_н = 86$ **пас.;** $F_{max} = 4000$ **пас./ч;** $\delta = 1{,}95$ **км/км².**

При минимальном значении F_{max}, представленном на рис. 4, общие затраты времени на передвижение составили 37,45 минут, а рациональная длина перегона 0,5 км. При максимальном значении, представленном на рис. 5, рациональная длина перегона также составляет 0,5 км, а время — 34,25 минут. Как видно, при любых значениях пассажиропотока длина перегона остается неизменной и время существенно не изменяется. Однако полученный результат был поставлен под сомнения, вследствие того, что значение пассажиропотока существенным образом определяет все параметры перевозочного процесса. Для проверки влияния данного фактора на исследуемые величины, были проведены изменения усредненных значений параметров, на основании которых был построен рис. 1. Это связано с тем, что при больших значениях пассажиропотока, который изменяется в диапазоне 1500 – 4000 пас., целесообразно применять транспортные средства большой вместимости. При использовании транспортных средств с другими параметрами, например, вместимостью 163 пас. и удельной мощностью 9,42 кВт/т, как показано на рис. 6, длина перегона и время передвижения изменяются и приобретают значения 0,6 км. и 36,87 минут соответственно. Это позволяет сделать вывод, что при данных значениях эти параметры увеличиваются.

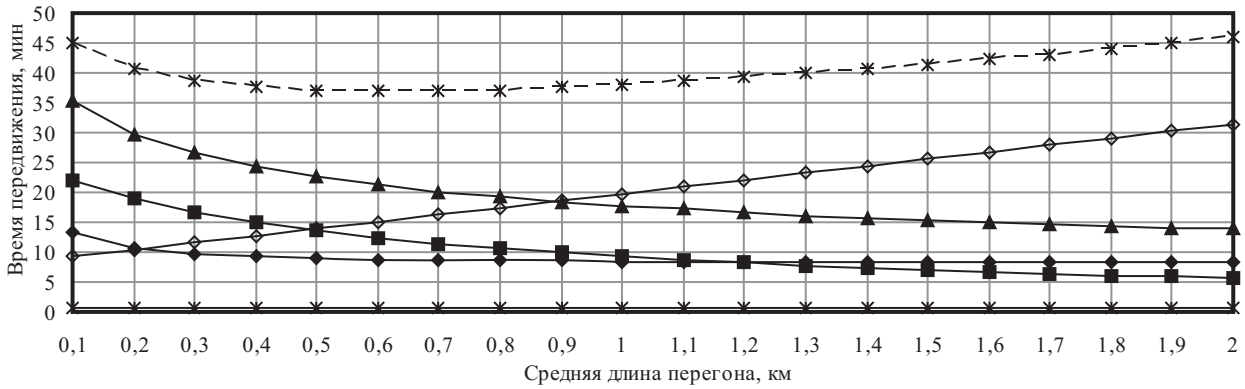


Рис. 6. Изменение затрат времени пассажиров при осуществлении передвижения со следующими условиями: $\gamma = 0,7$; $U = 9,42$ **кВт/т;** $V_П = 38$ **км/ч;** $L_M = 15$ **км;** $l_{ср} = 5$ **км;** $q_н = 162$ **пас;** $F_{max} = 4000$ **пасс/ч;** $\delta = 1,95$ **км/км²**

Аналогичным образом было проанализировано и влияние других факторов на значение затрат времени на передвижения и длину перегона, обеспечивающую минимальные затраты этого времени. Выявлено, что плотность транспортной сети не влияет на значение длины перегона, определяющую минимальные затраты времени пассажиров при передвижении. Также было выявлено, что существенным образом на значение длины перегона, обеспечивающей минимальные затраты времени пассажиров на передвижение, оказывают влияние факторы, определяющие скорость сообщения автобусов на маршруте, а именно: скорость транспортного потока, удельная мощность транспортного средства, коэффициент использования вместимости.

Выводы

Таким образом, полученные закономерности можно использовать при определении длины перегона маршрута городского пассажирского транспорта, обеспечивающей минимальные затраты времени пассажиров на передвижение. Направлением дальнейших исследований является определение вклада каждого параметра в значение рациональной длины перегона.

Список литературы

1. Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов.— М.: Высш. школа, 1980.— 535 с.

2. Методические указания по проектированию сетей общественного транспорта, улиц и дорог. Госкомитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР. ЦНИИП градостроительства.— М. 1968. Вып. 1.

3. Дуднев Д.И., Климова М.И., Менн А.А. Организация перевозок пассажиров автомобильным транспортом.— М.: Транспорт, 1974.— 296 с.

4. Артемов С.П., Блатнов М.Д. Перевозки пассажиров автомобильным пассажирским транспортом.— М.: Транспорт, 1970.— 248 с.

5. Пассажирские автомобильные перевозки/Афанасьев Л.Л., Воркут А.И., Дьяков А.Б., Миротин Л.Б., Островский Н.Б.— М.: Транспорт, 1986.— 220 с.

Анотація. *З метою мінімізації витрат часу пасажирів на пересування за рахунок раціонального планування довжин перегонів маршрутів міського пасажирського транспорту приводиться аналіз впливу різних технологічних параметрів на витрати часу пасажирів і довжину перегону, що забезпечує ці витрати.*

Abstract. *To minimize the time costs of passengers for movement at the expense of the rational planning of the driving route length of town passenger transport there is an analysis of influence on different technological parameters for the time costs of passengers and driving length, providing these costs.*

Стаття надійшла до редакції 12.01.2010 р.

УДК 656.13

ЛОБАШОВ О.О., к.т.н., доцент,
Харківська національна академія міського господарства

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРКОВОК НА ПАРАМЕТРИ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В М. ХАРКОВІ

Приведено результати дослідження впливу мережі паркування на параметри функціонування транспортних потоків у центральній частині м. Харкова.

Вступ

Перевантаження транспортних мереж міст (особливо у центральних частинах) надмірними обсягами руху є однією з найважливіших сучасних транспортних проблем. Ця проблема, в свою чергу, викликає зростання аварійності, негативного впливу транспорту на навколишнє середовище, зниження ефективності руху. Параметри мережі паркування в значній мірі впливають на пропускну спроможність транспортної мережі міста і, відповідно, на характеристики дорожнього руху. Оптимізація мережі паркування може забезпечити покращення умов руху та зниження перевантаження транспортних мереж рухом і тому стає актуальною науковою проблемою.

Постановка проблеми

Оптимізація мережі паркування потребує вивчення закономірностей впливу мережі паркування на параметри транспортних потоків. Практичне використання таких закономірностей можливе, головним чином, у межах конкретної транспортної мережі. Це обумовлено

індивідуальним характером транспортних мереж міст. Тому на сьогодні існує проблема одержання закономірностей впливу мережі паркування на параметри транспортних потоків у реальних транспортних мережах міст.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

За останні роки у ряді публікацій було розглянуто методику моделювання транспортних потоків у транспортних мережах міст [1, 2, 3] та деякі результати дослідження впливу параметрів паркування на характеристики транспортних потоків у м. Харкові [4]. За допомогою моделі функціонування транспортних потоків у транспортній мережі міста [1, 3] одержані залежності показників ефективності руху транспортних потоків від способу постановки автомобілів при паркуванні біля тротуару [4]. Крім впливу способу постановки автомобілів при паркуванні, вважається доцільним вивчення впливу розмірів мережі паркування на параметри транспортних потоків. Це особливо актуально для центральної частини міста Харкова. У перелічених роботах такі дослідження не виконувались.

Ціль дослідження

Виходячи з постановки проблеми та аналізу останній публікацій, ціль даного дослідження — одержання закономірностей впливу розмірів мережі паркування на параметри транспортних потоків у центральній частині м. Харкова. Для досягнення цієї цілі доцільно використовувати моделювання транспортних потоків.

Основний матеріал

На першому етапі була розроблена топологічна схема транспортної мережі центральної частини м. Харкова (рисунок), зібрана інформація про характеристики транспортної мережі та мережі паркування. Параметри транспортних потоків одержані шляхом безпосередніх спостережень на ділянках вулично-дорожньої мережі центральної частини міста. Всі натурні обстеження виконувались у ранкову годину «пік».

На другому етапі згідно методиці моделювання [1, 3] було розроблено математичну модель функціонування транспортних потоків у транспортній мережі центральної частини м. Харкова. Перевірка адекватності моделі дозволила зробити висновок про можливість її використання для розрахунків параметрів транспортних потоків після зміни характеристик транспортної мережі. Далі виконані розрахунки розподілу транспортних потоків та визначені параметри дорожнього руху на всіх ділянках транспортної мережі. Моделювання транспортних потоків виконувалось при фактичних параметрах мережі паркування.

Дослідження впливу розмірів мережі паркування на параметри транспортних потоків здійснювалось на основі порівняння параметрів транспортних потоків за умовами наявності та відсутності паркування на ділянках мережі. Для цього на третьому етапі були розраховані за допомогою розробленої моделі розподіл та параметри транспортних потоків у випадку заборони всіх існуючих парковок на ділянках мережі. Розрахунки виконувались для ранкової години «пік». Результати розрахунків приведені в табл. 1 та табл. 2.

Згідно розрахунків заборона паркування автомобілів біля тротуару у центральній частині міста забезпечує збільшення загальної площі проїзної частини вулиць на 17%. Це, безумовно, відбивається на умовах руху.

Результати дослідження можна розглядати як вихідні дані щодо обґрунтування раціональних розмірів мережі паркування у центральній частині міста. При цьому заборона паркування біля тротуарів повинна супроводжуватись створенням умов для паркування поза межами проїзної частини вулиць.

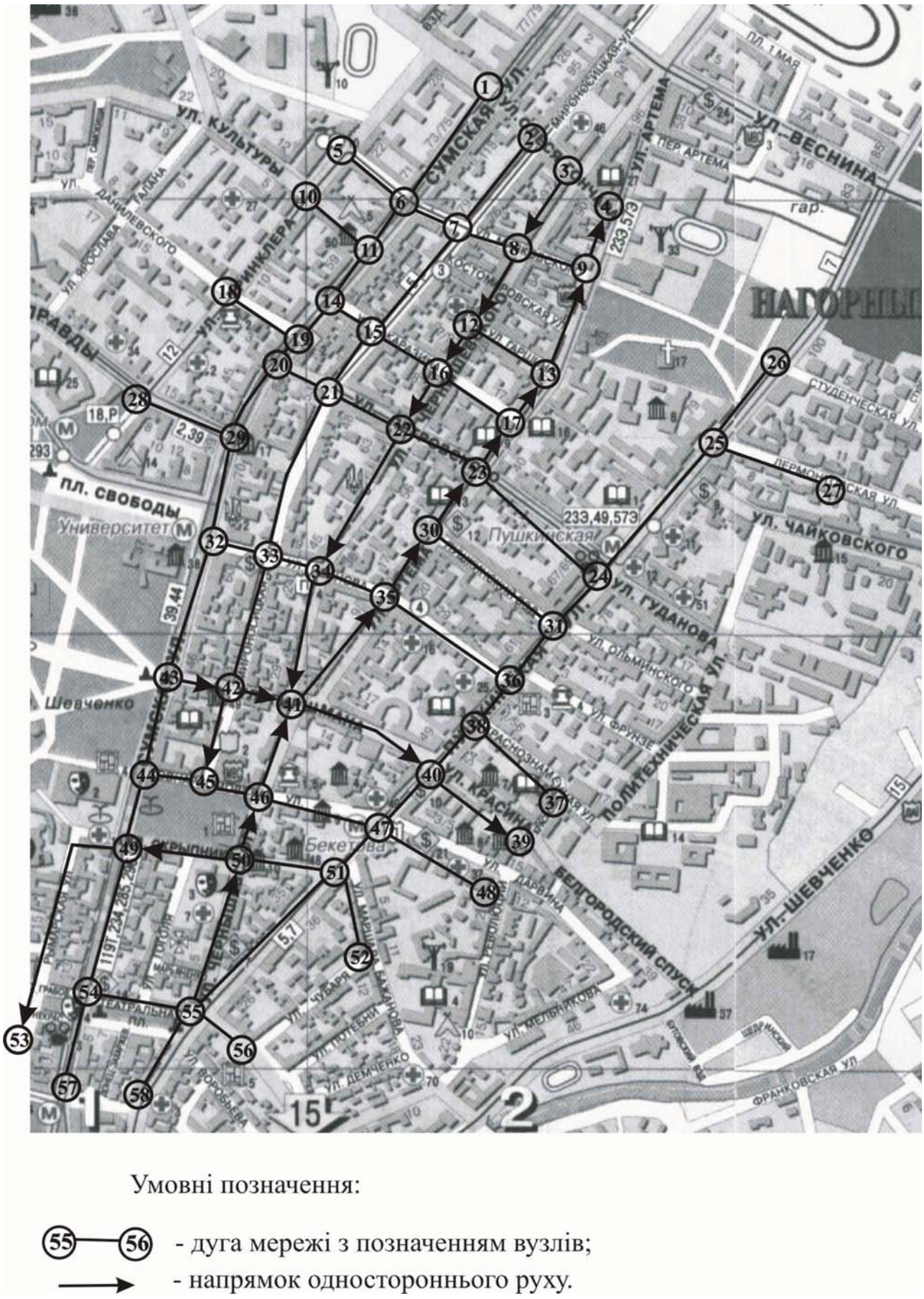


Рис. 1. Топологічна схема транспортної мережі

Таблиця 1

Характеристика найбільш завантажених рухом ділянок мережі

Ділянка мережі	Ширина проїзної частини, м		Інтенсивність руху, авт/год		Коефіцієнт завантаження дороги рухом	
	існуюча	без парковок	існуюча	без парковок	існуючий	без парковок
1–6	4,9	7,0	821	821	0,78	0,55
6–11	4,9	7,0	807	901	0,77	0,60
11–6	4,9	7,0	778	778	0,74	0,52
11–14	4,9	7,0	1059	1153	1,01	0,77
14–19	7,0	7,0	1179	1273	0,79	0,85
19–20	4,9	7,0	952	1046	0,91	0,70
20–29	4,9	7,0	911	921	0,87	0,61
24–25	4,9	6,0	864	864	0,82	0,68
28–29	5,6	5,6	954	954	0,80	0,80
29–28	5,6	5,6	1105	1105	0,92	0,92
29–32	7,0	7,0	1198	1208	0,80	0,81
35–30	3,9	8,1	594	665	0,72	0,39
44–43	4,9	7,0	769	769	0,73	0,51
49–44	4,9	7,0	877	877	0,84	0,58
49–53	6,0	9,1	1126	1126	0,88	0,58
54–49	7,0	7,0	1379	1379	0,92	0,92
57–54	7,0	7,0	1418	1418	0,95	0,95

Таблиця 2

Загальні показники функціонування транспортних потоків у транспортній мережі

Показники	При існуючій мережі паркування	Після заборони паркування	Відносне відхилення, %
Загальна площа проїзної частини, м²	127 050	153 090	17,0
Загальний час руху транспортних засобів, авт./год	351	307	14,3
Загальний пробіг транспортних засобів, авт./км	11 725	11 703	0,2

Висновки та перспективи подальших досліджень

Результати дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. У сучасних умовах заборона паркування в центральній частині міста може суттєво зменшити гостроту транспортних проблем. Загальний час руху транспортних засобів у транспортній мережі може скоротитися на 14,3% в середньому.

2. Заборона паркування в центральній частині міста практично не впливає на розподіл транспортних потоків по мережі. Траси маршрутів руху та загальний пробіг транспортних засобів у годину «пік» майже не змінюються.

3. Після заборони паркування може відбутися покращення умов руху на найбільш завантажених рухом ділянках мережі. Але на ряді ділянок із відносно невеликим рівнем завантаження рухом заборона паркування не забезпечить зміни умов руху.

Враховуючи одержані результати, вважається доцільним визначити:

– ділянки мережі, де заборона паркування несуттєво впливає на параметри руху транспортних потоків;

– можливість розширення проїзної частини для паркування на ділянках мережі та виконати розрахунки параметрів руху транспортних потоків після впровадження цих заходів.

Список літератури

1. Лобашов А.О. Алгоритм распределения транспортных потоков в городах/А.О. Лобашов, В.В. Лютый// Автомобильный транспорт.— Х.: РИО ХГАДТУ. 2000.— С. 101–103.

2. Лобашов А. О. О влиянии парковочной сети на распределение транспортных потоков в городах/А.О. Лобашов, А.В. Прасоленко // Коммунальное хозяйство городов: научн.-техн. сб.— Вип. 55.— К.: Техніка, 2004.— С. 142–147.

3. Лобашов О. О. Моделювання транспортних потоків у містах з урахуванням мережі парковки автомобільного транспорту/О.О. Лобашов, О.В. Прасоленко // Коммунальное хозяйство городов: научн.—техн. сб.— К.: Техніка, 2006.— Вип. 69.— С. 161–165.

4. Григоров М.А. Оцінка характеристик руху транспортних потоків у найкрупніших містах з урахуванням мережі парковки/М.А. Григоров, О.О. Лобашов, О.В. Прасоленко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. ак. В. Лазаряна.— 2008.— 137–140.

Аннотация. *Приведены результаты исследования влияния парковочной сети на параметры функционирования транспортных потоков в центральной части г. Харькова.*

Abstract. *Research of a parking network influence on parameters of transport streams functioning in the central part of Kharkov are resulted.*

Стаття надійшла до редакції 01.12.2009 р.

УДК 658.012

МАКСИМОВ Д.В., студент; МОМОТ В.М., к.т.н. доцент
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

МЕТОД ВЫБОРА ПЕРЕВОЗЧИКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТРАТЕГИИ АУТСОРСИНГА ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

В работе рассматривается решение задачи аутсорсинга транспортных услуг. Представлена процедура принятия решения о аутсорсинге или инсорсинге услуг. Для выбора внешнего перевозчика рассматривается методика, основанная на использовании обобщенного показателя качества, учитывающая комплекс отдельных требований к компании перевозчику.

Постановка проблемы

В современном мире компании сталкиваются с беспрецедентным давлением со стороны рынка. Для того, чтобы компании добиться успеха в сложившихся условиях, необходимо вести

свой бизнес максимально эффективным способом, добиваясь снижения операционных издержек, но с сохранением высокого качества товаров и услуг. Также возникает необходимость рационального распределения ресурсов предприятия между теми видами деятельности, которые являются конкурентоспособными и в которых у предприятия есть преимущества, (технология, ноу-хау, специальное оборудование, подготовленные кадры и т. д.). Одной из наиболее современных и успешных бизнес моделей, позволяющих добиться реальных конкурентных преимуществ, является аутсорсинг.

Аутсорсинг — это организационное решение, передача стороннему подрядчику некоторых бизнес-функций или частей бизнес-процесса предприятия. Сущность аутсорсинга заключается в распределении функции бизнес-системы в соответствии с принципом: «Оставляю себе лишь то, что могу делать лучше других, передаю внешнему исполнителю то, что он сам делает лучше других».

Главный побуждающий мотив для использования схемы аутсорсинга — это желание сосредоточиться на том, что компания хорошо умеет, на той деятельности, в которой она имеет несомненное преимущество. Вопросы же, в которых организация не является безусловным специалистом, лучше поручить решать тому, кто в них компетентен. Евро-американский опыт использования и развития аутсорсинга показал, что для молодых компаний аутсорсинг — это вопрос выживания, вопрос получения доступа к передовым технологиям; для крупных — метод снижения издержек и упрощения организационной структуры.

Аутсорсинг традиционно сводится к передаче внешнему исполнителю функций, обеспечивающих основной бизнес, таких, как бухгалтерский учет, информационно-техническое обслуживание, грузовые перевозки и др.

Анализ исследований в рассматриваемой области

В данной статье рассматривается решение задачи аутсорсинга транспортных перевозок и выбор компании перевозчика.

В литературе по логистике описано несколько методов выбора перевозчика, основывающихся на различных критериях [1,2].

Метод матриц. Процедура выбора использует матрицу, в строках которой указывают объемы заказа в столбцах — производителя одноименной услуги, на пересечении — стоимость услуги. Одним из недостатков данного метода является сложность формализации.

Метод стоимостной оценки. Заключается в выборе перевозчика с минимальной стоимостью услуги. Недостатком является то, что в данном методе не учитывается больше никаких факторов, кроме цены услуги.

Метод абстрактного перевозчика. Метод базируется на минимизации стоимости каждого из учитываемых параметров. При применении метода учитывается небольшое количество параметров, и не принимается во внимание тот факт, что самое дешевое не всегда является самым хорошим вариантом.

Метод, который учитывает технологические параметры. Этот метод не учитывает другие параметры перевозки, кроме физических параметров груза и способа транспортировки.

Метод исключения по параметрам. Недостатком метода является то, что исключение, на первый взгляд незначительных параметров, может привести к неправильному выбору перевозчика.

Выбирая поставщика, логисты должны комбинировать различные методики и адаптировать их к своим «условиям».

Целью данной статьи является разработка процедуры выбора перевозчика при использовании аутсорсинга для снижения операционных издержек предприятия.

Основной материал исследования

Общеизвестным является тот факт, что передача выполнения функций внешнему источнику осуществляется в том случае, если себестоимость самостоятельного предоставления услуги

дороже, чем ее осуществление у сторонней организации. Это условие выражается следующей формулой:

$$\begin{cases} C_{пр} <= C \\ C_{у} <= C_{потр} \end{cases}$$

где $C_{пр}$ — себестоимость услуг для продуцента;

$C_{потр}$ — себестоимость услуг для потребителя, если бы он выполнял эти услуги самостоятельно;

$C_{у}$ — стоимость (цена) услуги.

В случае, если собственное выполнение услуги для компании является более выгодным, аутсорсинг не применяется [3].

На рис. 1 представлена схема, которая отображает этапы выбора стратегии инсорсинга или аутсорсинга.

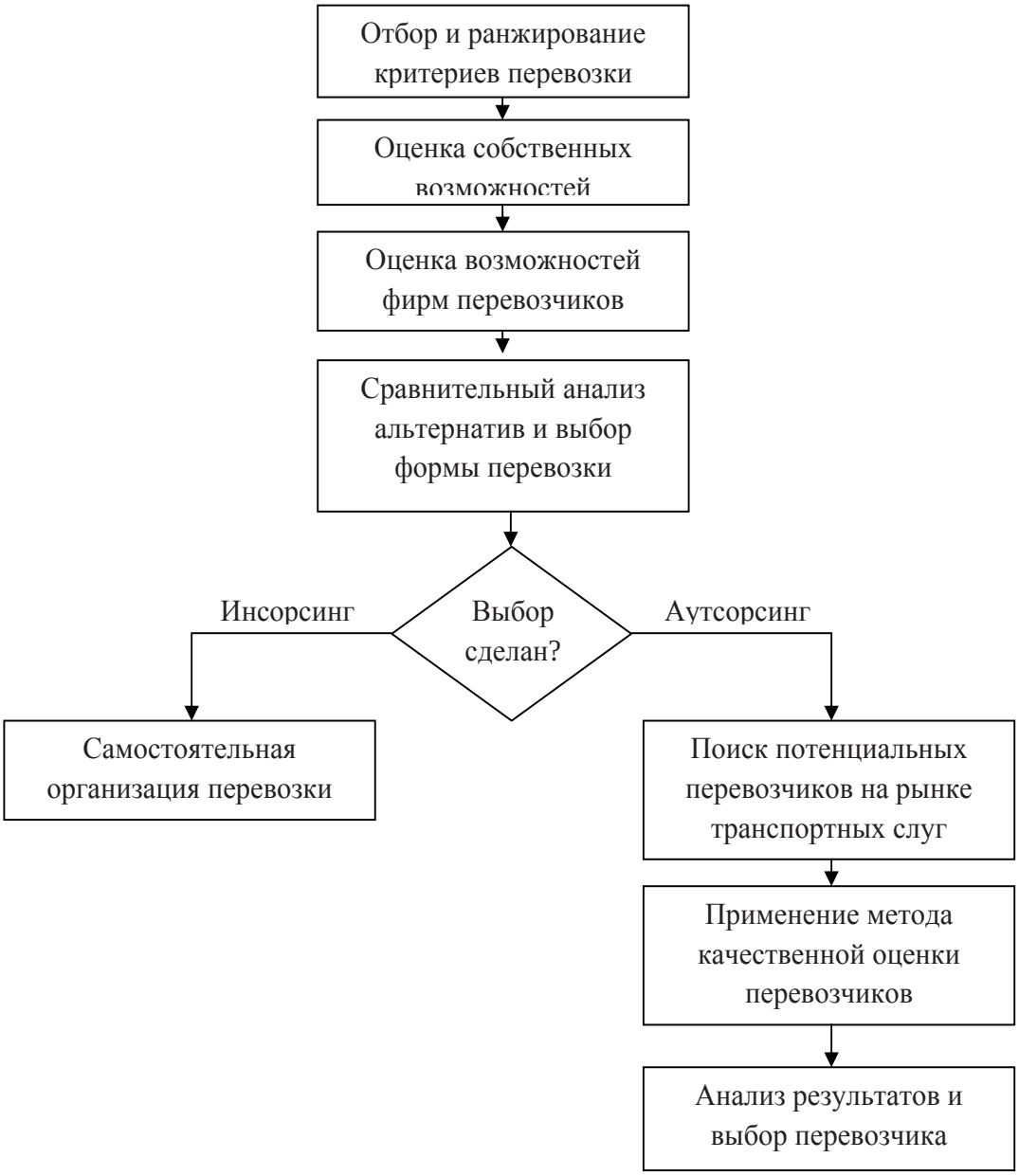


Рис. 1. Выбор стратегии при транспортировке грузов

Выбор потенциального перевозчика предлагается осуществить методом качественной оценки.

При выборе перевозчика можно использовать множество критериев, каждый из которых характеризуется определенным удельным весом. И естественно, чем больше критериев будет учтено, тем точнее окажется этот выбор. Однако излишне большое число критериев может привести к потере времени, т. к. многие из них минимально играют на результат отбора. Для оценки необходимо выявить критерии, оказывающие существенное влияние на принятие решения потребителем.

При выборе транспортного посредника основными можно считать следующие критерии:

Стоимость услуг. Этот показатель является одним из наиболее весомых для большинства потребителей. В условиях жесткой конкуренции, каждая фирма стремиться минимизировать свои издержки, чтобы товар, который она предлагает потребителю, мог конкурировать с аналогичными товарами. В связи с этим компания заинтересована в выборе того перевозчика, который предоставит услуги за минимальную цену с определенным уровнем качества.

Время перемещения грузов. Данный критерий, наряду со стоимостью услуги, почти всегда учитывается потребителем при выборе перевозчика. Это связано с тем, что в большинстве контрактов оговариваются сроки доставки товара, которые необходимо четко выполнить. Кроме того, многие грузы имеют лимитированный срок хранения или в процессе перевозки подвергаются эффекту «убыли ценности или свойств». Поэтому продавец стремиться точно соблюсти сроки доставки с целью избегания убытков и возможных конфликтов с покупателем.

Качество предоставляемых услуг. Качество необходимо учитывать при решении любых вопросов, связанных с вопросом выбора той или иной услуги. Погоня за низкими ценами очень часто может обернуться значительными потерями и убытками. При выборе компании-перевозчика качество услуг не может быть не учтено, т. к. именно в процессе транспортировки необходимо повышенное внимание к обеспечению сохранности груза, его транспортных свойств, целостности упаковки. Показателем качества услуг выступает процент случаев «несохранной» доставки грузов.

Надежность времени прибытия. Этот показатель характеризует компанию с точки зрения выполнения сроков доставки. Минимальные сроки, определяемые по времени перевозки, еще не являются гарантией того, что они будут выполнены. Следует обращать необходимое внимание на надежность времени прибытия. Характеризующим показателем в этом случае может выступать процент случаев несвоевременной доставки.

Опыт работы компании перевозчика. Этот показатель не является однозначным, т. к. наличие опыта не всегда свидетельствует о лучшей работе компании, и молодые перспективные компании могут работать гораздо эффективнее тех, которые уже много лет присутствуют на рынке грузовых перевозок. Однако, исходя из опыта, компании с большим стажем работ лучше знают рынок и могут предложить клиенту наилучший вариант оказания услуг.

Формирование критериев может продолжаться и дальше, но, как уже упоминалось выше, необходимо учитывать наиболее значимые. В каждом конкретном случаи, набор критериев будет иметь свои особенности, в зависимости от требований компании-заказчика.

Для выбора перевозчика введен обобщенный показатель качества (K_j^o) для всех рассматриваемых вариантов:

$$K_j^o = \sum_{i=1}^{n} K_{ij} \cdot b_i \text{ , где}$$

$j = 1, \text{m}$ — рассматриваемые варианты перевозчиков;

b_i — коэффициент весомости.

Для каждого критерия необходимо определить коэффициент весомости b_i, т. е. определиться со значимостью критериев для компании, при соблюдении условия, что сумма всех коэффициентов весомости равна единице.

$$\sum_{i=1}^{n} b_i = 1;\ \ i = \overline{1,n} \text{ — номера критериев оценки.}$$

Критерии оценки разделяются на минимизируемые и максимизируемые и формируют гипотетический (эталонный) вариант. Из всех представленных значений рассматриваемого критерия определяется самый идеальный вариант, именно он и является эталонным.

Рассчитывают для каждого *j*-го варианта относительные значения *i*-х показателей:

$$K_{ij} = \frac{P_{i.гип}^{мин}}{P_{ij}^{мин}} \text{ — для минимизируемых показателей;}$$

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}^{макс}}{P_{i.гип}^{макс}} \text{ — для максимизируемых показателей.}$$

Все данные заносят в таблицу следующего вида:

Критерии оценки			Коэффициент весомости b_i	Абсолютные значения по компаниям					Относительные значения по компаниям								
№ п/п	Наименования	Единица измерения		1	2	j	m	гипотетический	1		2		j	m		гипотетий	
									K_{i1}	$K_{i1} \cdot b_i$	K_{i2}	$K_{i2} \cdot b_i$					
1 i n				P_{11} P_{n1}	P_{12} P_{n2}												
			1,0							K_1^0		K_2^0					

Результаты расчетов сводятся в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов показателей качества компаний

Компания-перевозчик	Показатель качества
1	K_1^0
j	K_j^0
n	K_n^0

Из всех представленных компаний-перевозчиков выбирают ту компанию, у которой обобщенный показатель качества имеет наибольшее значение. Именно она и будет обеспечивать наилучшее выполнение предъявленных к перевозчику требований.

Выводы

Применение стратегии аутсорсинга для компаний является способом снижения операционных издержек и способом получения дополнительных преимуществ над своими конкурентами. В данной статье рассматривалось применение аутсорсинга при транспортировке грузов и выбор оптимального перевозчика. Использование рассмотренной процедуры выбора поможет логистам компаний определить, стоит ли использовать аутсорсинг или выполнять задачи своими силами. Предложен метод выбора перевозчика, основанный на использовании обобщенного показателя качества, учитывающий все предъявленные требования к компании перевозчику.

Литература

1. В.В. Смиричинський, А.В. Смиричинський. Основи логістичного менеджменту/Навчальний посібник. — Тернопіль: «Економічна думка», 2000. — 240 с.

2. Крикавський Є. Логістичне управління. 2005. — 684 с.

3. Логистика: учебное пособие/Б.А. Аникин. — М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2005. — 408 с.

4. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений. 2-е изд. — 1999. — 228 с.

5. Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И. Логистика. Полный курс МВА. 2008. — 944 с.

Анотація. *У представленій роботі розглядається рішення задачі аутсорсінгу транспортних послуг. Представлена процедура прийняття рішення про аутсорсінг чи інсорсінг послуг. Для вибору зовнішнього перевізника розглядається методика, яка базується на використанні узагальненого показника якості, яка враховує комплекс окремих вимог до компанії перевізника.*

Abstract. *This work considers the solution of the outsourcing problem of transport service. There is a presentation of the decision-making procedure about the outsourcing or in-sourcing service. Also there is a methodology that can help to make a choice between the carriers. It is based on the overall index of quality and includes the list of requests to carriers.*

Стаття надійшла до редакції 20.11.2009 р.

УДК 629.351:656.136

ЖИЛИНКОВ А.А., ст. преподаватель,
Приазовский государственный технический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ

В связи со значительным ростом внешних автомобильных перевозок металлопродукции и неприспособленности существующих машин, возникла необходимость сопоставительной оценки эффективности эксплуатации автопоездов в сложных условиях

Постановка проблемы

В последний период в связи с благоприятными экономическими показателями возрос объем перевозок металлопродукции на внешнюю сеть с 80 тыс. т в 2001 г. до 2 млн. т. в 2008 г. Основной вид экспортной металлопродукции — листовой металл в рулонах, массой от 8 до 10 т.

Незначительный объем перевозок приходится на листовой металл в пачках, литые заготовки и толстый лист.

При выполнении перевозок металлопродукции используются серийно выпускаемые автомобильные поезда, состоящие из седельных тягачей (КамАЗ–54 115, МАЗ–642 208 и –643 008, SCANIA–P380LA6x4HHZ) и полуприцепов общего назначения (ОдАЗ–9370, МТМ–93 301, МАЗ–938 660), и специализированного типа (ВАРЗ–9996 и –9995) [1].

Перевозки металлопродукции осуществляются в городских условиях и характеризуются повышенными нагрузками (суточный объем до 240 т/сут, масса груза достигает 30 т), высокой интенсивностью (до 8 ездок с пробегом до 350 км в сутки), сложными дорожными условиями (при длине маршрута 21 км на один груженый рейс продолжительностью 35–40 мин. приходится в среднем до 58 поворотов, 77 торможений и разгонов, 22 остановки, 180 переключений передач).

По результатам анализа отказов автопоездов, задействованных на перевозке металлопродукции в городских условиях, установлено, что возникают отказы как регламентированного (стандартные отказы), так и специфического характера. Стандартные отказы возникают практически во всех системах, механизмах и узлах седельных тягачей и полуприцепов — двигатель, трансмиссия, рулевое управление, тормозная система, ходовая часть, электрооборудование. Для них характерен определенный пробег или период эксплуатации, который регламентируется эксплуатационной документацией. При таких отказах долговечность и ресурс подвижного состава соответствуют гарантийному сроку службы [3].

Специфические отказы, возникающие в узлах рам седельных тягачей и полуприцепов, проявляются в виде усталостных трещин на лонжеронах, поперечинах и других деталях рам. Они появляются в результате действия вертикальных динамических переменных нагрузок, приводят к необходимости выполнения значительного объема дополнительных ремонтных работ и, как следствие, к увеличению затрат на восстановление и продолжительным простоям подвижного состава.

После устранения стандартных отказов автомобиль (полуприцеп) остается работоспособным и выполняет транспортную работу с номинальной производительностью. Устранение специфических отказов производится многократно. После нескольких внеплановых ремонтов рама седельного тягача или полуприцепа достигает своего предельного состояния, что, в свою очередь, приводит вначале к частичной (через 1–1,5 года), а затем к полной (через 2–3 года) потере работоспособности; в результате значительно снижается эффективность использования автопоездов — «металловозов» [1, 3].

Частое возникновение и устранение специфических отказов приводит к снижению производительности парка автопоездов, коэффициента технической готовности, коэффициента использования грузоподъемности, увеличению внеплановых простоев и удельной трудоемкости текущего ремонта. Темпы снижения показателей работы автопоездов на перевозках металлопродукции существенно отличаются от нормативных значений.

В связи с указанным, для повышения эффективности автомобильных перевозок весьма актуальным и важным становится корректирование нормативных показателей системы технического обслуживания и ремонта машин с учетом их работы в городских условиях при перевозке металлопродукции.

Анализ последних исследований и публикаций

Существующая стандартная методика корректирования нормативов технической эксплуатации автотранспорта, приведенная в [2, 4], не может в полной мере учитывать специфические особенности рассматриваемых перевозок. В технической литературе вопрос эксплуатации большегрузных автопоездов в сложных условиях практически не освещен.

Цель статьи

Целью настоящей статьи является оценка эффективности эксплуатации автопоездов на перевозках металлопродукции на основе эквивалентного показателя (коэффициента), характеризующего техническое состояние автопоездов.

Идея работы заключается в том, что условия эксплуатации автопоездов дифференцируются по уровню технической готовности. Определение количественных значений показателей работы автопоездов в сложных условиях при перевозке металлопродукции, определяющих уровень технической готовности, и сопоставление их с нормативными значениями, позволит получить эквивалентный показатель (коэффициент).

Основной раздел

С целью комплексной оценки конструктивных и технико-эксплуатационных показателей проведен сравнительный анализ работы автопоездов в различных условиях эксплуатации при перевозке обычных грузов и металлопродукции (см. табл. 1).

Установлено, что режимы и условия эксплуатации автопоездов при перевозке металлопродукции существенно отличаются от условий работы автопоездов на других перевозках. Так, среднее число торможений на 1 км пути в городских условиях в 8,5 и 7,3 раза больше значения этого показателя при работе автопоездов на дорогах I и II категории соответственно, среднее количество переключений передач больше в 13 и 10 раз, число рулений на 1 км пути — в 12,5 и 7,5, среднее значение массы единицы груза — в 3–8 раз. В связи с указанным, эксплуатация автопоездов в сложных дорожных и транспортных условиях приводит к их интенсивному физическому износу, резкому снижению надежности отдельных агрегатов и снижению показателей работы [1, 3].

Таблица 1

Сравнительный анализ показателей работы автопоездов в различных условиях эксплуатации при перевозке различных грузов

Показатели	Перевозка обычных грузов по дорогам I категории	Перевозка обычных грузов по дорогам II категории	Перевозка металлопродукции в городских условиях
Среднее количество торможений на 1 км пути	0,24	0,28	2,05
Среднее количество переключений передач на 1 км пути	0,52	0,68	6,86
Среднее число колебаний подвески с амплитудой более 30 мм на 100 км пробега	68	128	254
Среднее число рулений на 1 км пути	0,3	0,5	3,75
Коэффициент использования грузоподъемности	0,8–1,0	0,8–1,0	1,0–1,2
Среднее значение массы единицы груза, кг	1–2,5	1,5–3,0	8,0
Среднее значение расстояния от центра тяжести груза до платформы полуприцепа, м	0,5	0,5–0,7	1,3

Исследования показывают, что на данном этапе для этого можно ограничиться определением четырех показателей и получить достоверные данные по сопоставительному анализу автопоездов с учетом коэффициента эквивалентности.

Сопоставительный анализ отказов и величин простоев за восьмилетний период эксплуатации автопоездов на перевозках металлопродукции проведен по следующим показателям: удельный простой, удельная трудоемкость, коэффициент технической готовности, коэффициент использования грузоподъемности для 3-х групп (моделей) автопоездов. Для каждого из показателей определены нормативные и фактические значения. Нормативные значения показателей приняты по данным технической литературы [2, 4]. Фактические значения показателей рассчитаны по следующей методике [3].

Удельный простой автопоезда j-й группы в техническом обслуживании и текущем ремонте:

$$П^{ф}_{уд_j} = 1000 \sum_{i=1}^{n} \frac{П^{с}_{ij}}{L^{с}_{ij}}, \text{ сут./1000 км} \quad (1)$$

где $П^{с}_{ij}$ — годовой простой i-го автопоезда j-й группы в техническом обслуживании и ремонте, сут.;

$L^{с}_{ij}$ — годовой пробег i-го автопоезда j-й группы, км;

n — списочное число автопоездов данной группы, ед.

Удельная трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта автопоезда j-й группы:

$$T^{ф}_{уд_j} = 1000 \sum_{i=1}^{n} \frac{N^{с}_{ij} \cdot \bar{t}^{с}_{ij}}{L^{с}_{ij}}, \text{ чел-час/1000 км} \quad (2)$$

где $N^{с}_{ij}$ — годовое количество отказов i- го автопоезда j-й группы;

$\bar{t}^{с}_{ij}$ — средняя трудоемкость устранения одного отказа i- го автопоезда j-й группы, км.

Коэффициент технической готовности j-й группы:

$$\alpha^{ф}_{T_j} = 1 - \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{П^{с}_{ij}}{АД^{с}_{ij}} \right), \quad (3)$$

где $АД^{с}_{ij}$ — списочное число автомобиле-дней i- го автопоезда j-й группы, авт.-дни.

Коэффициент использования грузоподъемности автопоезда j-й группы:

$$\gamma^{ф}_{j} = \sum_{i=1}^{n} \frac{Q^{с}_{ф_{ij}}}{Q^{с}_{н_{ij}}}, \quad (4)$$

где $Q^{с}_{ф_{ij}}$ — фактический годовой объем перевозок i- го автопоезда j-й группы, т;

$Q^{с}_{н_{ij}}$ — номинальный годовой объем перевозок i- го автопоезда j-й группы, т.

Определив технико-эксплуатационные показатели работы автопоездов, и сопоставив их значения в нормальных и сложных условиях эксплуатации, можно получить коэффициент эквивалентности, введение которого позволит выполнить оценку эффективности технической эксплуатации автопоездов.

Коэффициент эквивалентности определяется для всех показателей по формуле:

$$K_{Э} = \frac{\rho_{ф}}{\rho_{н}}, \qquad (5)$$

где $\rho_{ф}$ — фактическое значение показателя;
$\rho_{н}$ — нормативное значение показателя.

Графики зависимостей коэффициентов эквивалентности для различных значений пробега автопоездов приведены на рис. 1.

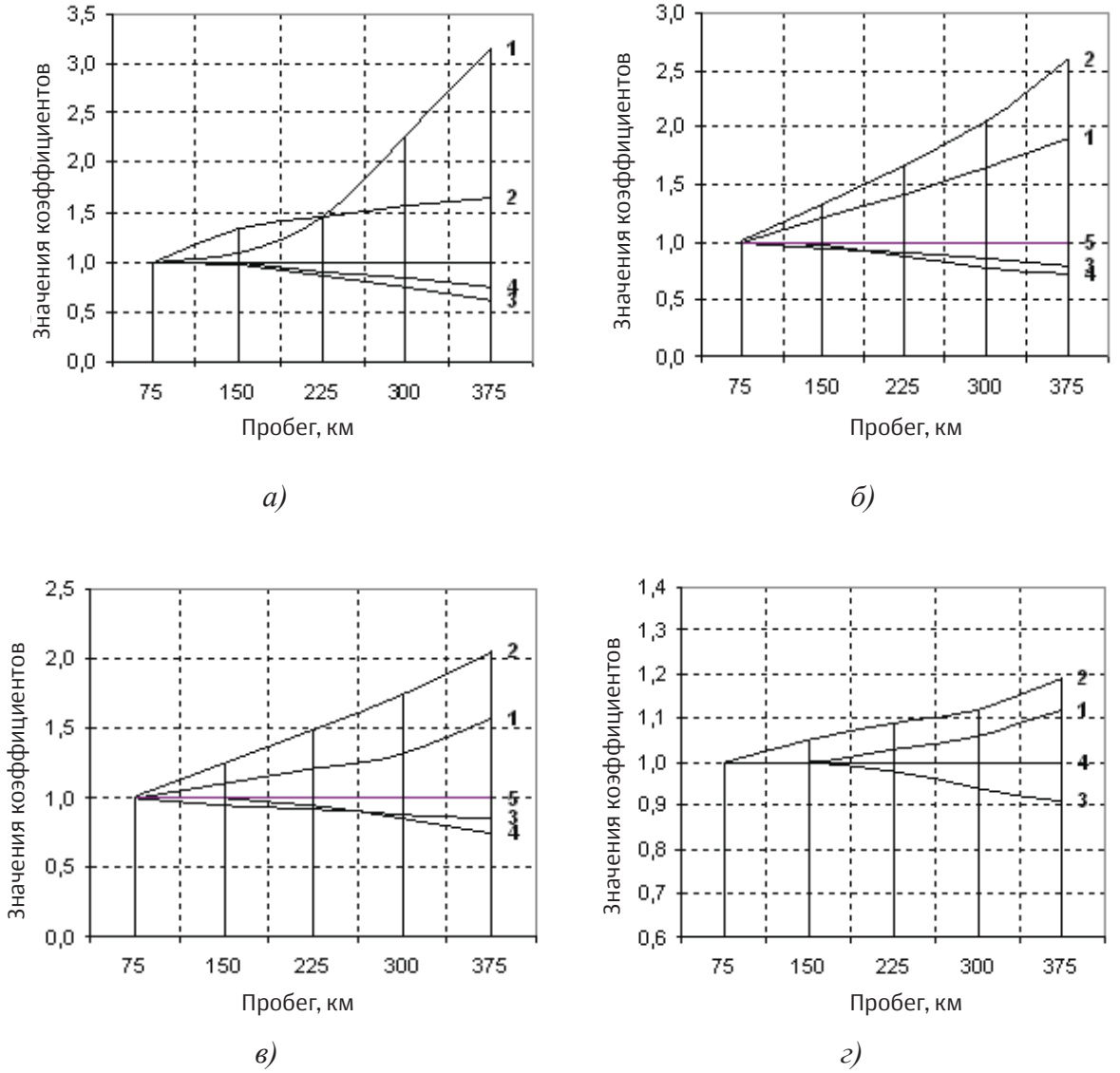


Рис. 1. Значения коэффициентов эквивалентности:

а — автопоезда в составе седельного тягача КамАЗ–54 115 и полуприцепа ОдАЗ–9370; б — автопоезда в составе седельного тягача МАЗ–642 208 и полуприцепа МТМ–93 301; в — автопоезда в составе седельного тягача МАЗ–643 008 и полуприцепа МАЗ–938 660; г — автопоезда в составе седельного тягача SCANIA P380 и полуприцепа ВАРЗ–9995.

Графики коэффициентов эквивалентности: 1 — удельного простоя; 2 — удельной трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта; 3 — коэффициента технической готовности; 4 — коэффициента использования грузоподъемности; 5 — график нормативных значений

Для сопоставительной оценки эффективности работы различных моделей автопоездов на перевозках металлопродукции вводится комплексный коэффициент эквивалентности. Для каждого из четырех показателей эквивалентности на основе метода экспертных оценок определены коэффициенты значимости: $a = 0{,}3$ — удельный простой, $b = 0{,}2$ — удельная трудоемкость, $c = 0{,}2$ — коэффициент технической готовности и $d = 0{,}3$ — коэффициент использования грузоподъемности. С учетом коэффициентов значимости, комплексный коэффициент эквивалентности определяется по формуле:

$$K_{Э}^{к} = a \cdot K_{Э}^{П} + в \cdot K_{Э}^{T} + c \cdot K_{Э}^{\alpha} + d \cdot K_{Э}^{\gamma}, \qquad (6)$$

где $K_{Э}^{П}, K_{Э}^{T}, K_{Э}^{\alpha}, K_{Э}^{\gamma}$ — коэффициенты эквивалентности соответственно для удельного простоя, удельной трудоемкости, коэффициентов технической готовности и использования грузоподъемности.

Значения комплексных коэффициентов эквивалентности приведены в табл. 2, а графики их изменения в зависимости от пробега — на рис. 2.

Таблица 2

Значения суммарных коэффициентов эквивалентности для различных моделей автопоезда в зависимости от пробега

Модель автопоезда	Пробег, км				
	75	150	225	300	375
КамАЗ–54 115 и ОдАЗ–9370	1,0000	1,0917	1,1652	1,3994	1,6219
МАЗ–642 208 и МТМ–93 301	1,0020	1,1117	1,2008	1,3143	1,4656
МАЗ–643 008 и МАЗ–938 660	1,0000	1,0718	1,1289	1,1757	1,2754
SCANIA P380 и ВАРЗ–9995	1,0000	1,0100	1,0230	1,0300	1,0560

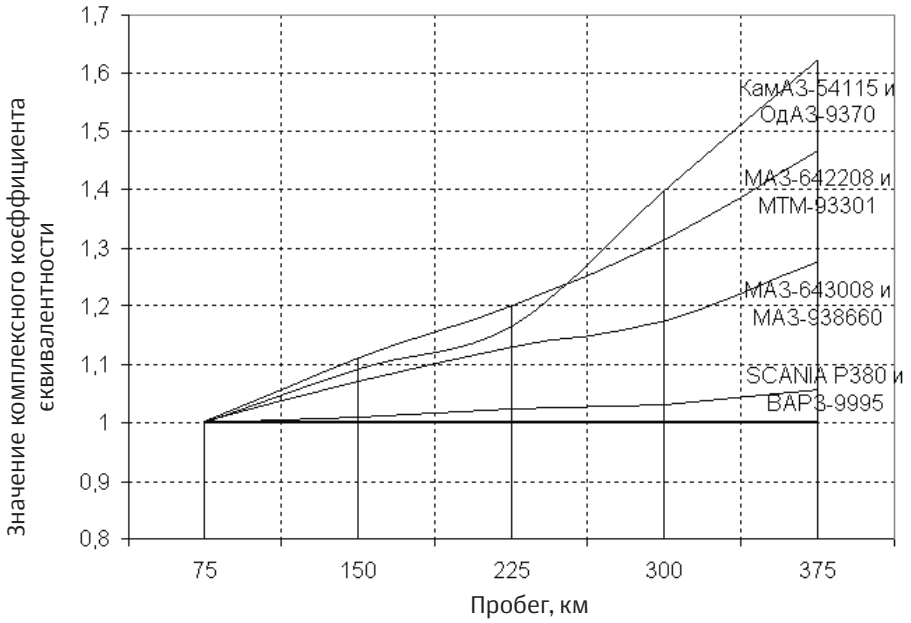


Рис. 2. Кривые зависимостей комплексных коэффициентов эквивалентности от пробега

По величине комплексного коэффициента эквивалентности можно судить об эффективности использования автопоездов на перевозках металлопродукции при различных значениях пробега. Так, при пробеге 150 тыс. км (1,5–2,0 года эксплуатации), значения комплексных коэффициентов эквивалентности существенно не отличаются ($K^{к}_{Э}$ = 1,05–1,10), а при пробеге 300 тыс. км (2,5–3,0 лет эксплуатации) у автопоездов с седельными тягачами КамАЗ–54 115 $K^{к}_{Э}$ =1,4, МАЗ–642 208 — $K^{к}_{Э}$ =1,3, МАЗ–643 008 — $K^{к}_{Э}$ =1,07, SCANIA P380 — $K^{к}_{Э}$ =1,03.

Выводы

Для установления величин показателей снижения технического состояния приняты коэффициенты эквивалентности, отражающие сложность условий эксплуатации и тяжелый режим работы большегрузных автопоездов на перевозках металлопродукции.

Полученное значение комплексного коэффициента эквивалентности достаточно полно и адекватно характеризует рассматриваемые условия эксплуатации автопоездов.

Сопоставительная оценка по комплексному коэффициенту эквивалентности показала, что наиболее работоспособным и производительным типом автопоезда из рассматриваемых моделей является SCANIA P380 с полуприцепом ВАРЗ–9995.

Приведенную методику можно использовать для оценки эффективности эксплуатации различных типов автопоездов на перевозках металлопродукции, а также для расчета производственной программы по техническому обслуживанию и ремонту автохозяйств, занимающихся данными перевозками.

Список литературы

1. Парунакян В.Э. Оценка работоспособности серийных автопоездов на внешних перевозках металлопродукции/В.Э. Парунакян, А.А. Жилинков // Защита металлургических машин от поломок. — 2007. — Вып. № 10. — С. 220–226.

2. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов/Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др./Под ред. Е.С. Кузнецова. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1991. — 413 с.

3. Жилинков А.А. Анализ отказов автопоездов на внешних перевозках металлопродукции/ А.А. Жилинков // Вестник Приазовского государственного технического университета. — 2008. — Вып. 18. — Ч. 1. — С. 241–243.

4. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта/М-во автомоб. трансп. РСФСР. — М.: Транспорт, 1986. — 72 с.

Аннотация. *У зв'язку із значним зростанням зовнішніх автомобільних перевезень металопродукції і непристосованості існуючих машин, виникла необхідність порівняльної оцінки ефективності експлуатації автопоїздів в складних умовах.*

Abstract. *In connection with the considerable growth of external motor-car transportations of metall off products and maladjustment of existent machines, the necessity of comparable estimation of efficiency of exploitation of lorry convoys in the difficult terms arose up.*

Стаття надійшла до редакції 13.11.2009 р.

УДК 658.012

ФЕДОРЕНКО М.М., к. т. н. доцент; ВОРОПАЙ Н.А., студент,
Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ»

АДАПТАЦІЯ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ ДЛЯ НЕСТАНДАРТНИХ СИТУАЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ПРИНЦИПУ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ПІДПРИЄМСТВІ «АЛЕКС І К»

Запас у сучасному бізнесі перестає бути тільки розрахунковим показником діяльності, він стає одним із основних об'єктів управління, що забезпечують успіх підприємства. В даній статті розглядається можливість адаптації моделі управління запасами для нестандартних ситуацій з урахуванням принципу зворотного зв'язку направлена на підвищення якості ухвалюваних рішень у області управління запасами ресурсів на підприємстві «Алекс і К», за рахунок підвищення прогнозованості стану запасів, зниження логістичних витрат і підвищення ефективності управління запасами.

Постановка проблеми

До основних проблем загального плану в процесі розвитку, а також у міру зміни економічних умов, можна віднести необхідність вдосконалення економічних структур у плані використовування внутрішніх ресурсів. При цьому підприємства виконують дві основні цілі: підвищити ефективність використовування внутрішніх ресурсів і адаптуватися до нових зовнішніх умов, що динамічно змінюються. Важливими з проблем досягнення цих цілей є задачі: оптимізації складової витрат, пов'язаної із зберіганням запасів сировини, готової продукції, і одночасне забезпечення безперебійного постачання виробництва або процесу збуту; підвищення рівня обслуговування клієнтів. Великий об'єм засобів, вкладених в запаси, додає проблемі управління ними першорядну важливість.

На рівні підприємства запаси відносяться до числа об'єктів, що вимагають великих капіталовкладень, і тому є одним із чинників, що визначають політику підприємства і впливають на рівень логістичного обслуговування в цілому. Проте підприємство не надає йому належної уваги й постійно недооцінює свої майбутні потреби в наявних запасах. В результаті цього підприємство звичайно стикається з тим, що йому доводиться вкладати в запаси більший капітал, ніж передбачалося.

Ситуація, що склалася на підприємстві, обумовлює необхідність формування нових методичних основ і розробки практичних рекомендацій з побудови систем управління запасами, як однієї з найважливіших умов розвитку підприємства і системоутворюючих чинників підвищення ефективності виробництва.

Зменшення запасів скорочує витрати по їх утриманню, знижує витрати, прискорює оборотність оборотних коштів, що в кінцевому підсумку підвищує прибуток і рентабельність виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій із вказівкою невирішених питань

Проблеми, пов'язані з питаннями управління запасами, розроблялися багатьма вітчизняними і зарубіжними ученими і практиками. В останні десятиліття питання теорії управління запасами розглядали наступні автори: Аникін Б.А., Баурсокс Д.Дж., Баллоу Р. Беляєв Ю.А., Голдобіна Н.Н., Голенко Д.І., Зайцев Е.І., Інютіна К.В., Кудрявцев Б.М., Ледін М.І., Лукинській В.С., Мікитьянц С.Р., Первозванская Т.Н., Проценко О.Д., Рижіков В.І., Сергєєв В.І., Феклісов Г.І., Хруцький Е.А. Вказаними авторами розроблений ряд методів і моделей управління

запасами, призначених для підприємств і ресурсів різного характеру. Існують різні методи розрахунку параметрів поточного і страхового запасів [1, 2, 3, 4, 5]. Широке поширення набули так звані статистичні методи, засновані на обробці даних складського, а в деяких випадках — і бухгалтерського обліку про надходження і витрачання запасів. Альтернативою статистичному підходу визначення величини поточного і страхового запасів є моделювання процесу витрати.

Недоліком статистичного підходу, розглянутого у вказаній літературі, є те, що всі статистичні формули орієнтовані на рішення задач за стаціонарних умов, для майже детермінованих параметрів попиту і поставок. Тому статистичний підхід, в тому вигляді, в якому він розглянутий в дослідженій літературі є спрощеним і ідеалізується, і не враховує складності реальних процесів, що накладає додаткові обмеження на можливості його використовування при управлінні замовленнями.

Мета даної статті є розгляд можливості адаптації моделі управління запасами для нестандартних ситуацій з урахуванням принципу зворотного зв'язку, направлена на підвищення якості ухвалюваних рішень у області управління запасами палива на підприємстві за рахунок підвищення прогнозованості стану запасів, зниження логістичних витрат і підвищення ефективності управління запасами.

Основний матеріал дослідження

У більшості випадків практичні ситуації, пов'язані з управлінням запасами, відрізняється від ідеальної схеми. У них присутня невизначеність, викликана різними причинами, але головним чином — випадковим характером щоденного попиту і тривалості логістичного циклу. Випадковість основних параметрів поставок і попиту, а також логістичні ризики є причинами створення страхових запасів.

Проведений аналіз ряду реалізацій процесу надходження-витрати запасу палива на підприємстві показав, що в деяких випадках спостерігається нестаціонарність процесу (по ковзкій середній і дисперсії); є окремі викиди, якими із статистичної точки зору є розподіл екстремальних значень; використовувані формули статистичного підходу не враховують сезонний характер процесів.

До недоліків статистичних методів слід також віднести, по-перше, відсутність гнучкості при ухваленні рішень про формування стратегії управління запасами, зокрема, оперативній зміні параметрів поточного і страхового запасів. По-друге, відсутність комбінованих методик (методів) оцінки параметрів процесу, що представляють синтез різних моделей. Наприклад, економіко-математичних методів (формула Уїлсона для розрахунку поточного запасу) і статистичних методів оцінки поточного запасу або моделі вірогідності Фоттера для розрахунку страхового запасу й результатів аналізу періодичності появи й об'ємів екстремальних значень.

Не менш перспективним при розвитку комбінованих методів є залучення адміністративно-організаційного ресурсу. Мається на увазі активне залучення маркетологів, з погляду прогнозів (поточного і оперативного), а також дистриб'юторів (ділерів, агентів, менеджерів з продажу і т. п.) і їх експертних оцінок майбутніх об'ємів реалізації.

На підставі вище висловленого була розроблена блок-схема формування моделі управління запасами на підприємстві «Алекс і К», представлена на рис. 1. Як основна стратегія використовується модель поповнення запасів з постійною періодичністю і змінною величиною замовлення.

Прокоментуємо деякі блоки даної схеми.

Так, за допомогою додаткової статистичної обробки інформації, за допомогою виділення області екстремальних значень (наприклад, за допомогою критеріїв Арлея, Гробсса, Романовського або Ірвіна [6]), а також оцінки законів розподілу, можна розкласти аналізований процес на дві складові: нормальні і екстремальні продажі. Подальша обробка робиться для кожної складової за допомогою різних методів прогнозування, зокрема із застосуванням автокореляційної функції для виявлення гармонійних коливань.

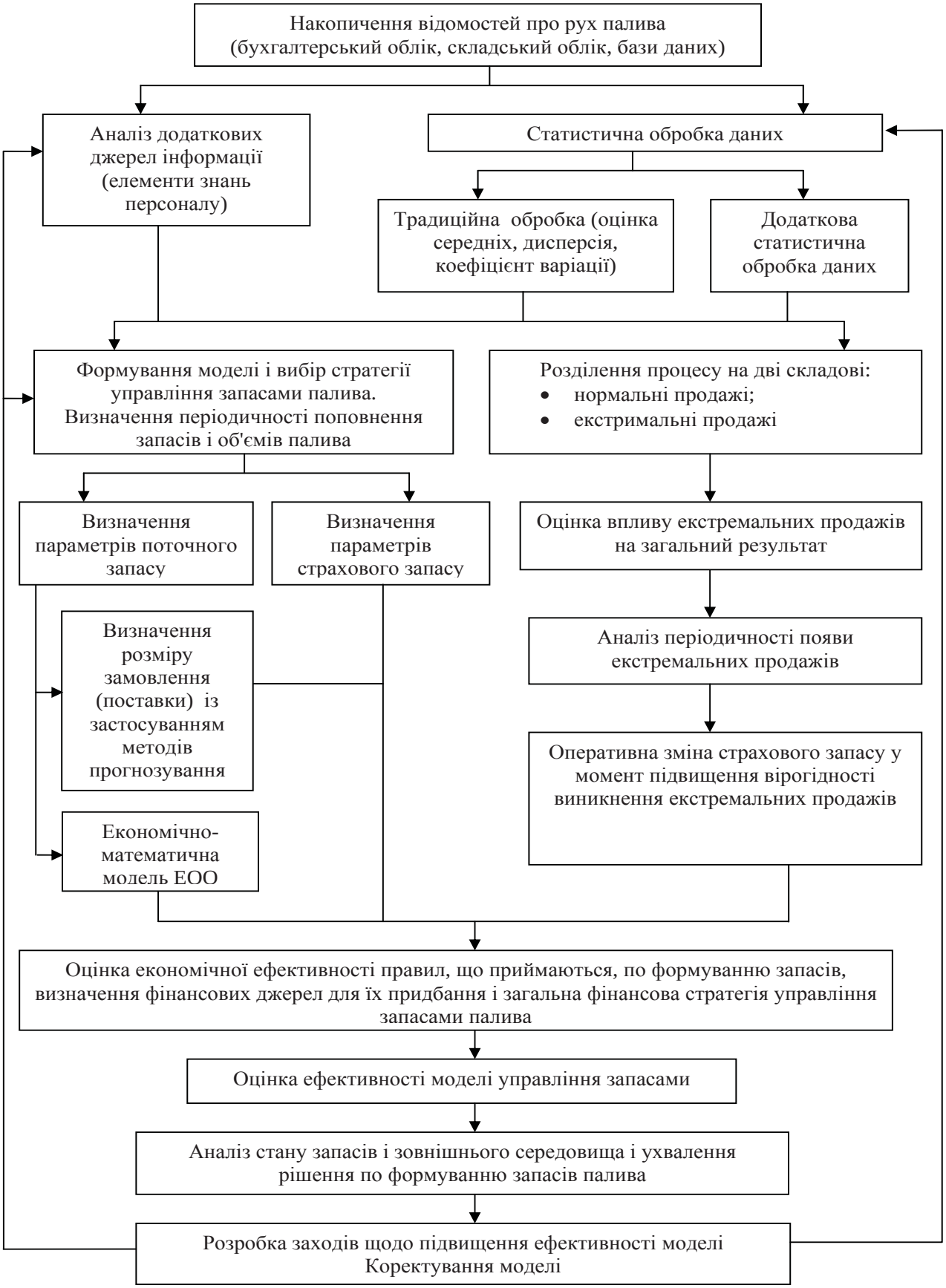


Рис. 1. Формування моделі управління запасами палива на підприємстві «Алекс і К»

Аналіз періодичності і об'ємів появи екстремальних продажів указує ті періоди часу, в які найбільш вірогідна поява дефіциту. Очевидно, що в дані періоди слід збільшувати об'єм страхового запасу. Так само, слід врахувати і додаткові джерела інформації, такі як дані маркетингових досліджень і т. п. У цьому і є суть комбінованих методів.

Також головний механізм системи управління запасами, який необхідно упровадити в роботу всіх її елементів, полягає в реалізації принципу зворотного зв'язку. Це класичний принцип будь-якої керованої системи. Суть цього принципу полягає у тому, що, якщо керівна ланка системи надає управляючу дію на робочий елемент системи, то в системі повинен існувати «зворотний зв'язок», який дає дані про новий стан всієї системи і оцінює результативність її функціонування. Система буде керована, якщо після дії на неї можна визначити її новий стан, оцінити його, і з урахуванням одержаних нових даних про систему можна прийняти наступну коректуючу дію на систему.

Головна задача проектувальника системи управління запасами якраз і полягає в тому, щоб так побудувати систему роботи персоналу і використовуваного програмного забезпечення, щоб була реалізована «керованість» всіх елементів системи — позицій принципу зворотного зв'язку.

Не дивлячись на всю очевидність цієї класичної вимоги до керованої системи, більшість товарних систем не володіє цією властивістю. Розв'язавши проблему складського обліку і видаючи в структуру збуту управляючі дії, менеджер верхньої ланки управління не одержує правильного уявлення про той стан, в якому знаходиться система. З другого боку, він може одержувати від системи складського обліку таку велику кількість інформації, яка не дозволяє йому приймати саме управляючі дії. Менеджер одержує тільки інформацію про поточний стан запасу. Але для того, щоб ухвалити управляюче рішення, направлене на утримання стану товарної системи, що динамічно змінюється, необхідно мати узагальнені характеристики стану системи, що відображають її динаміку і реакцію на раніше прийняті, хай навіть помилкові, управляючі дії.

Так у вище викладеній моделі можна виділити три основні рівні.

На першому рівні системи розміщуються модулі складської програми і баз даних, в яких накопичуються відомості про рух палива і роботу з покупцями по продажу палива.

Тут же виділяються знання персоналу і правила роботи персоналу з програмним середовищем, у тому числі і бухгалтерські нормативні акти, які визначають поведінку персоналу при здійсненні операцій приходу і відвантаженні товару зі складу.

Окрім цього, в системі першого рівня присутні елементи знань персоналу з виявлення закономірностей у попиті палива, визначенню залишків палива.

Вся ця інформація необхідна для того, щоб система управління запасами в цілому могла функціонувати, тобто зберігати і відвантажувати паливо.

Другий рівень системи управління запасами складається з моделі управління запасами. Для розрахунку параметрів цієї моделі, щоб визначити коли і в якій кількості слід закупляти паливо необхідно застосовувати методи прогнозу попиту. А для побудови прогнозу попиту необхідно мати попередню статистику продажів. На другому рівні повинен також враховуватись досвід і вказівки керівника, які складаються з практичних рекомендацій, яким необхідно слідувати при закупівлі палива, визначають те, що слід знати про запаси, і як їх слід поповнювати. Персонал виконує технічну роботу по укладенню договорів і спілкуванню з постачальниками. Проте самі рекомендації і правила вироблення управляючих рішень є результат конкретних досліджень, що проводяться з використанням математичних моделей, оцінених спеціальним програмним забезпеченням і представлених керівнику як рекомендації для вироблення ефективних рішень.

Можливий і альтернативний варіант реалізації системи другого рівня. Тут основу складають правила і знання персоналу, необхідні для аналізу стану товарних запасів і вироблення правил ухвалення рішень по формуванню запасів. Значну допомогу в обробці і наочному представленню

різнопланової інформації про стан запасів може надати спеціалізоване програмне забезпечення, в якому втілені різноманітні моделі управління. Саме спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє швидко підготувати для персоналу необхідні відомості, без аналізу яких неможливо ухвалити обгрунтоване рішення.

Взаємодія між двома рівнями системи також підтримується комунікаційними правилами, відповідно до яких забезпечується передача інформації від одного рівня до іншого. Практично це знаходить втілення у вигляді інструкцій персоналу, який повинен взаємодіяти один з одним. Інформація між співробітниками, що мають відношення до запасів, повинна проходити в повному об'ємі, достовірно й у встановлений термін.

На третьому рівні знаходяться модель управління фінансами і правила, які дозволяють контролювати фінансовий стан запасів. Тут оцінюється економічна ефективність правил, що приймаються, з формування запасів, визначаються фінансові джерела для їх придбання і загальна фінансова стратегія управління запасами. Тут ухвалюються стратегічні рішення з формування запасів.

«Реалізований» третій рівень системи із знань персоналу і спеціалізованих методів оцінки стану запасів і показників діяльності всієї організації. Реалізація методів економічного аналізу припускає використовування спеціалізованого програмного забезпечення.

Отже, основу системи управління запасами складають технології аналізу стану запасів і зовнішнього середовища, а також правила ухвалення рішень по формуванню запасів. Самі правила можуть бути реалізовані у вигляді спеціалізованих програмних модулів і інструкцій для персоналу. При цьому основним елементом системи є фахівець, що володіє достатнім рівнем знань для того, щоб ухвалювати «інтелектуальні» рішення, які підкріплені серйозним аналізом поточного стану запасів і зовнішнього середовища.

Аналітик запасів торгової фірми не може помилитися в своїх висновках про доцільність поставок товарів. Він повинен дати правильні розрахунки об'ємів поставок, визначити терміни завезення товару. Його помилки ваблять серйозні фінансові проблеми для власника фірми. Задача аналітика запасів полягає в глибокому розумінні торгового процесу, в підготовці рішень для керівництва фірми про стратегію і тактику формування товарного запасу.

Розроблений алгоритм пройшов апробацію на реальних статистичних даних компанії «Алекс і К», що займається торгівлею палива.

Висновки

В результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що запас у сучасному бізнесі перестає бути тільки розрахунковим показником діяльності, він стає одним із основних об'єктів управління, що забезпечують успіх підприємства. Гнучкість при ухваленні рішень про формування стратегії управління запасами, зокрема, в оперативній зміні параметрів поточного і страхового запасів дозволяє підвищити якість ухвалюваних рішень, понизити логістичні витрати і підвищити ефективність управління запасами.

Таким чином, коли ми створюємо модель управління запасами, ми повинні в тому або іншому ступені побудувати кожний із структурних елементів цієї моделі. Очевидно, що у кожному окремому випадку повинні бути створені свої власні елементи, що враховують специфіку діяльності фірми і прийоми маркетингової роботи.

Література

1. Корпоративна логістика. 300 відповідей на питання професіоналів / Під ред. проф. В.І. Сергєєва. — М.:Инфра-М, 2004.

2. Моделі і методи теорії логістики: Навчальний посібник 2-е вид./Під ред. В.С. Лукинського. — СПб.: Пітер, 2007. — 448 с.

3. Логістика: Навчальний посібник/Під ред. Б.А. Аникіна. — М., 2000. — 352 с.

4. Рижиков Ю.І. Теорія черг і управління запасами.

5. Долгов А.П., Козлов В.К., Уваров С.А. Логістичний менеджмент фірми: концепція, методи і моделі: Учбове пос.— СПб.: Бізнеспресса, 2005.— 384 с.

6. Плетнева Н.Г., Лукинській В.В., Пластуняк І.А. Моделювання виробничих процесів на транспорті: Навчальний посібник.— СПб.: СПбГІЕУ, 2003.

7. Белий Б.Н., Дербенцев Д.А., Юхименко А.І. Моделі управління товарними запасами.— Київ: КТЕІ, 1978.

Аннотация. *Запас в современном бизнесе перестает быть только расчетным показателем деятельности, он становится одним из основных объектов управления, обеспечивающих успех предприятия. В данной статье рассматривается возможность адаптации модели управления запасами для нестандартных ситуаций с учетом принципа обратной связи, направленная на повышение качества принимаемых решений в области управления запасами ресурсов на предприятии «Алекс и К», за счет повышения прогнозируемости состояния запасов, снижение логистических расходов и повышение эффективности управления запасами.*

Annotation. *A supply in modern business stops to be a calculation performance indicator only, he becomes one of basic objects of management, providing success of enterprise. In this article possibility of adaptation of case frame by supplies is examined for non-standard situations taking into account principle of feed-back directed on upgrading made decisions in area of inventory control of resources on an enterprise «Alex & C», due to the increase of forecast of the state of supplies, logistic cost cutting and increase of efficiency of inventory control.*

Стаття надійшла до редакції 03.12.2009 р.

УДК 658.012

ПОПРУГА Ж.С., студент; БАРАНОВА Н.И., к.э.н.,
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСОРСИНГА И АУТСОРСИНГА В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

В работе рассматривается проблема транспортной логистики, а именно процесс минимизации затрат при помощи использования транспорно-экспидиционных организаций, описаны преимущества и недостатки применения стратегий инсорсинга и аутсорсинга.

Постановка проблемы

Глобализация экономики сопровождается небывалыми раньше темпами роста торговли. В этих условиях максимально возрастает значение мировой транспортной сети. Транспорт служит материальной базой производственных связей между отдельными территориями, выступает как фактор, который организовывает мировое экономическое пространство и обеспечивает дальнейшее географическое разделение труда.

В структуре общественного производства транспорт относится к сфере производства материальных услуг. Значительная часть логистических операций на пути движения материального потока от первичного источника сырья к конечному потребителю осуществляется с примене-

нием разных транспортных средств. Затраты на выполнение этих операций составляют до 50% от суммы общих затрат на логистику.

Важным этапом в экономии и минимизации транспортных затрат является решение вопроса использования так называемого инсорсинга или аутсорсинга транспортировка. Под инсорсингом понимают создание собственной транспортной инфраструктуры, которая реализует логистические операции транспортировки, например, собственного автопарка.

Однако все больше предприятий, деятельность которых так или иначе связана с транспортировкой (доставка сырья или материалов, обслуживание потребителей), принимают решение о передачи всех или части перевозок транспортно-экспедиционным организациям (аутсорсинг). Такое решение разрешает предприятиям сконцентрироваться на основной сфере своей деятельности, повысить качество выпускаемой продукции, а также доверить направление транспортной логистики профессионалам и снизить логистические транспортные затраты.

В настоящее время для решения проблемы аутсорсинга существует несколько моделей выбора оптимального перевозчика, правильный выбор которого позволит предприятию (или фирме) снизить затраты на транспортировку своей продукции в связи с переходом от инсорсинга к аутсорсингу.

Анализ исследований в рассматриваемой области

В данной статье рассмотрены существующие модели выбора оптимального перевозчика [1, 2, 3] с целью дальнейшего применения их в ситуации передачи деятельности по транспортным перевозкам специализированным транспортно-экспидиционным службам.

В матричной модели решение задачи выбора перевозчика связывается с анализом конъюнктуры рынка (степени дефицитности и стоимости услуг, наличия альтернативных каналов приобретения, частоты предложения и т. п.). Для формализации процедур выбора перевозчиков по критерию минимума расходов при оценке стоимости приобретения услуг перевозчиков предлагается применять матрицу, по срокам которой указываются объемы заказа и условия поставки (партионность, частота, гарантированные периоды, транспортные средства и упаковка, оказываемые услуги и т. п.), по столбцам — производители одноименных услуг (перевозчики), а на пересечении строк и столбцов — стоимости услуг и тарифы. Определяя наименьшие затраты по столбцам, покупатель может выбирать потенциального перевозчика. Окончательный выбор производится с учетом характеристик уровня качества обслуживания, которые могут быть оценены по балльной системе. Недостатком данного метода является сложность формализации.

Помимо матричной модели существует модель стоимостной оценки, которая заключается в том, что выбор перевозчика предполагается обусловленным стремлением торговой фирмы к оптимизации стоимости товара и определением переменной прибыли фирмы. Таким образом, такой выбор определяется для максимального увеличения прибыли за счет оптимального сочетания параметров перевозки и товарного рынка (рыночная цена товара, число дней перевозки, процентная ставка за день, стоимость перевозки единицы товара).

Следующей моделью выбора оптимального перевозчика является модель абстрактного перевозчика, перевозящего абстрактный товар, которая описывает перевозчика в виде вектора параметров, а перевозчик в свою очередь предлагает грузоотправителю. Модель основана на минимизации стоимости каждого параметра и на приравнивании маржинальной стоимости к маржинальной прибыли как условия равновесия.

При применении метода учитывается небольшое количество параметров (количество товаров перевозимых за год, среднее время, необходимое для завершения доставки, стоимость доставки единицы товара за год, стоимость оформления заказа за одну грузоперевозку, годовая стоимость складирования). В данном случае во внимание принимается то, что минимальная стоимость перевозки не всегда ориентирована на дальнейшее ее качественное продвижение.

Интересной является модель, которая учитывает технологические параметры. Выбор перевозчика основан на связях между физическими параметрами груза и системы перевозки. Отбор параметров осуществляется исходя из эмпирических соображений. Наиболее часто используемыми параметрами являются масса отправления груза, расстояние перевозки; стоимость за тонну; вид предмета торговли; годовой тоннаж перевозимого предмета торговли; тариф за перевозку; время перевозки; степень надежности.

Особо интересующей нас моделью является модель элиминирования по параметрам. Вместо одновременного рассмотрения всех параметров перевозчика для его оценки, потребитель проводит поиск параметров последовательным образом, исходя их тех параметров, которые считаются самыми значимыми, по отношению к менее значимым. В качестве параметров, описывающих выбор перевозчика, рассматриваются время перевозки, надежность времени прибытия в пункт назначения, частота перевозки, тариф на перевозку, исключение повреждений (порчи) и потерь (кражи), удобство времени отправления и т. п.. Недостатком метода является то, что исключение, на первый взгляд незначительных параметров, может привести к неправильному выбору перевозчика.

Целью данной статьи является обоснование применения вышеперечисленных моделей при организации аутсорсинга, что приводит к снижению транспортных затрат.

Основной материал исследования

Применение аутсорсинга дает возможность решения многих задач по транспортировке, в том числе и такой как доставка узлов для производства крупногабаритного оборудования, которые производятся в разных регионах и требуют перевозки в определенное место заказа.

Наиболее приемлемой для такой ситуации является использование модели элиминирования по параметрам, когда при выборе оптимального перевозчика во внимание принимаются более значимые параметры перевозки, такие как:

– стоимость перевозки;
– время перевозки и доставки товара к потребителю;
– надежность перевозки и качество предоставляемых услуг.

Выбор перевозчика включает следующие этапы:

1. *Задание относительного удельного веса параметров.* Как правило, ни один из рассматриваемых перевозчиков не является лучшим по всей системе параметров заказа на перевозку. Экспедитору следует решать вопрос о степени важности выделенных параметров для покупки услуг перевозчиков, то есть определить удельный вес параметра

2. *Оценивание перевозчика по основным качественным и количественным значениям параметров*. Оценки по количественным параметрам совпадают с соответствующим количественным значением переменного, описывающего перевозчика. Оценки по качественным параметрам носят субъективный характер и задаются в виде абстрактных чисел.

3. *Вычисление предпочтений перевозчиков относительно целевой функции*. На данном этапе производится сведение всех частных оценок перевозчиков по каждому параметру к общему результату, то есть ранжирование перевозчиков по всей совокупности параметров и получение их предпочтений.

4. *Анализ результатов выбора перевозчика*. В результате решения задачи экспедитор получает список перевозчиков, ранжированных по отношению к целевой функции. Возникает необходимость выяснения, например, какой из i-х перевозчиков имеет наибольшее предпочтение по произвольному j-му параметру, то есть необходимо вычислить предпочтения i-го перевозчика по отношению к данному параметру. Вычисление основано на учете наилучших и наихудших оценок перевозчиков, самих оценок перевозчиков по этому параметру, а также веса рассматриваемого параметра относительно целевой функции. Анализ сводится к получению предпочтений перевозчиков по отношению к каждому параметру.

Выводы

Для решения проблемы перехода от инсорсинга к аутсорсингу в условиях жесткой рыночной конкуренции в данной статье были рассмотрены модели выбора оптимального перевозчика и одна из моделей (модель элиминирования по параметрам) дает возможность выбрать оптимального перевозчика по транспортировке узлов для производства крупногабаритного оборудования, которые производятся в разных регионах и требуют перевозки в определенное место заказа.

При применении данной модели с учетом выбора оптимального перевозчика предприятие может комбинировать вышеперечисленные методы для каждого конкретного случая перевозки.

Помимо этого переход на использование внешних транспорно-экспидиционных служб (переход к аутсорсингу) позволяет достичь следующего:

1) уменьшение затрат на содержание фирмой-производителем автомобильного парка для перевозки изготовленной продукции;

2) сокращение сроков доставки готовой продукции от производителя до потребителя;

3) уменьшение затрат на транспортировку продукции;

4) возможность увеличения количества заказчиков за счет уменьшения стоимости готовых заказов.

Литература

1. Логистические системы и технологии перевозочного процесса, основанные на логистике/Л. Миротин, И. Ташбаев // Транспорт: наука, техника, управление/сборник обзорной информации.— 1993.— № 2.

2. Смиричинський В.В., Смиричинський А.В. Основи логістичного менеджменту. Навчальний посібник.— Тернопіль: «Економічна думка», 2000.— 240 с.

3. Логистика: Учебник/В.В. Дыбская, Е.И. Зайцев, В.И. Сергеев. А.Н. Стерлигова/под ред. В.И. Сергеева.— М.:Эксмо, 2008.— 944 с.— (Полный курс МВА).

Аннотація. *У даній статті розглядається перехід від інсорсингу до аутсорсингу. Розглянуто моделі вибору зовнішнього перевізника й обрана оптимальна, яка враховує основні показники (вартість перевезення, час і надійність). Використання аутсорсингу дозволить знизити витрати на транспортування.*

Annotation. *This work considers the transition from insoursing to outsourcing. The models of a choice the best carriers are considered and is chosen optimum, which takes into account the basic parameters (cost of transportation, time and reliability). Use outsourcing will allow to lower expenses for transportation.*

Стаття надійшла до редакції 02.11.2009 р.

УДК 004.934.1’1

ДЕНИЩЕНКО И. Я., д.т.н., профессор; ФЕДОРОВ Е.Е., к. т. н., ,
Донецкая академия автомобильного транспорта

МЕТОДИКА НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА ПРЕДЛОЖЕНИЙ

Для повышения надежности вербального управления автомобилем в статье предлагается методика нейросетевого анализа предложений технического языка, на котором осуществляется взаимодействие между человеком и автоматизированной системой управления автомобиля.

Постановка проблемы

В современной отечественной и мировой практике активно ведутся разработки интеллектуальных систем управления движением транспорта. При создании интеллектуальной системы необходимо решить задачу вербального управления и, в частности, задачу анализа языковых конструкций.

Анализ последних исследований и публикаций

В работах [1, 2] приводятся структуры и функциональные особенности интеллектуальных систем управления. Описанные в этих работах модели не используют в качестве источника информации о структуре и особенностях функционирования объекта управления чувственное восприятие и экспертные оценки человека, которые описываются посредством специализированного языка и отражают общие закономерности протекания процесса взаимодействия человека с автомобилем, как для конкретного автомобиля и конкретных условий, так и для множества автомобилей данного типа. Нерешенным является вопрос, связанный с созданием модели технического языка, на котором осуществляется взаимодействие между человеком и АСУ автомобиля.

Цель статьи

Создать методику нейросетевого анализа предложений, используемую при разработке модели технического языка.

Основной материал

В данной статье предлагается методика нейросетевого анализа предложений, для которой разрабатываются следующие правила:

– формализации и численного исследования элементов анализа предложений (форм слов, синтаксем, предложений);
– закрепления взаимосвязей между элементами анализа синтаксем и предложений;
– анализа синтаксем;
– анализа предложений.

1. Правила формализации и численного исследования форм слов

Слова и формы слов языка используются для описания объектов производственной системы и действий над ними.

Множество форм слов в буквенном представлении формально определено в виде (1)

$$\bar{\Omega}^1 = \bigcup_l \bar{\Omega}^1_l, \bar{\Omega}^1_l = (\omega^1_{l1},...,\omega^1_{lt},...,\omega^1_{lN}),\ l \in \overline{1,\eta(\bar{\Omega}^1)}, \quad (1)$$

где l — номер формы слова $\bar{\Omega}^1_l$,

t — номер буквы ω^1_{lt} в форме слова $\bar{\Omega}^1_l$,

$\eta(\bar{\Omega}^1)$ — количество форм слов.

Аналогично множество форм слов в фонемном представлении формально определено в виде (2)

$$\bar{\Omega}^2 = \bigcup_l \bar{\Omega}^2_l, \bar{\Omega}^2_l = (\omega^2_{l1},...,\omega^2_{lt},...,\omega^2_{lN}),\ l \in \overline{1,\eta(\bar{\Omega}^1)}, \quad (2)$$

где l — номер формы слова $\bar{\Omega}^2_l$,

t — номер фонемы ω^2_{lt} в форме слова $\bar{\Omega}^2_l$.

Каждой букве ω^1_{lt} ставится в соответствие ранг $r(\omega^1_{lt})$, а каждой фонеме ω^2_{lt} — ранг $r(w^2_{rt})$. Каждой форме слова $\bar{\Omega}^1_l$, используя ранги $r(\omega^1_{lt})$, ставится в соответствие информационная мера $M(\bar{\Omega}^1_l)$, а форме слова $\bar{\Omega}^2_l$, используя ранги $r(\omega^2_{lt})$, — информационная мера $M(\bar{\Omega}^2_l)$.

Множество форм слов в буквенном представлении упорядочивается и преобразуется к вектору (3)

$$\bar{\Omega}^1 = (\bar{\Omega}^1_1,...,\bar{\Omega}^1_l,...,\bar{\Omega}^1_M), M(\bar{\Omega}^1_{l-1}) \prec M(\bar{\Omega}^1_l) \prec M(\bar{\Omega}^1_{l+1}). \quad (3)$$

Аналогично множество форм слов в фонемном представлении преобразуется к вектору (4)

$$\bar{\Omega}^2 = (\bar{\Omega}^2_1,...,\bar{\Omega}^2_l,...,\bar{\Omega}^2_M), M(\bar{\Omega}^2_{l-1}) \prec M(\bar{\Omega}^2_l) \prec M(\bar{\Omega}^2_{l+1}). \quad (4)$$

Вектору (3) соответствует вектор (5), содержащий информационные меры

$$M(\bar{\Omega}^1) = (M(\bar{\Omega}^1_1),...,M(\bar{\Omega}^1_l),...,M(\bar{\Omega}^1_M)), M(\bar{\Omega}^1_{l-1}) \prec M(\bar{\Omega}^1_l) \prec M(\bar{\Omega}^1_{l+1}). \quad (5)$$

Аналогично вектору (4) соответствует вектор (6), содержащий информационные меры

$$M(\bar{\Omega}^2) = (M(\bar{\Omega}^2_1),...,M(\bar{\Omega}^2_l),...,M(\bar{\Omega}^2_M)), M(\bar{\Omega}^2_{l-1}) \prec M(\bar{\Omega}^2_l) \prec M(\bar{\Omega}^2_{l+1}). \quad (6)$$

2. Правила формализации и численного исследования синтаксем

Синтаксема описывает объекты производственной системы и действий над ними. Синтаксемы формируются из слов в соответствии с синтаксическими правилами.

Множество синтаксем в буквенном представлении формально определено в виде (7)

$$\bar{G}^1 = \bigcup_j \bar{G}^1_j, \bar{G}^1_j = (g^1_{j1},...,g^1_{jt},...,g^1_{jM}),\ j \in \overline{1,\eta(\bar{G}^1)}, \quad (7)$$

где j — номер синтаксемы в буквенном представлении $\bar{G}^1_j$,

t — номер слова g^1_{jt} в синтаксеме $\bar{G}^1_j$,

$\eta(\bar{G}^1)$ — количество основ.

Аналогично множество синтаксем в фонемном представлении формально определено в виде (8)

$$\bar{G}^2 = \bigcup_j \bar{G}_j^2, \bar{G}_j^2 = (g_{j1}^2,...,g_{jt}^2,...,g_{jM}^2), j \in \overline{1,\eta(\bar{G}^1)}, \quad (8)$$

где j — номер синтаксемы в фонемном представлении $\bar{G}_j^2$,

t — номер слова g_{jt}^2 в синтаксеме $\bar{G}_j^2$.

Каждому слову в буквенном представлении g_{jt}^1 ставится в соответствие информационная мера $M(g_{jt}^1)$, а каждому слову в фонемном представлении g_{jt}^2 — информационная мера $r(g_{jt}^2)$. Каждой синтаксеме $\bar{G}_j^1$, используя информационные меры $M(g_{jt}^1)$, ставится в соответствие информационная мера $M(\bar{G}_j^1)$, а синтаксеме $\bar{G}_j^2$, используя информационные меры $M(g_{jt}^2)$,— информационная мера $M(\bar{G}_j^2)$.

Множество синтаксем в буквенном представлении упорядочивается и преобразуется к вектору (9)

$$\bar{G}^1 = (\bar{G}_1^1,...,\bar{G}_j^1,...,\bar{G}_M^1), M(\bar{G}_{j-1}^1) \prec M(\bar{G}_j^1) \prec M(\bar{G}_{j+1}^1). \quad (9)$$

Аналогично множество основ в фонемном представлении преобразуется к вектору (10)

$$\bar{G}^2 = (\bar{G}_1^2,...,\bar{G}_j^2,...,\bar{G}_M^2), M(\bar{G}_{j-1}^2) \prec M(\bar{G}_j^2) \prec M(\bar{G}_{j+1}^2). \quad (10)$$

Вектору (9) соответствует вектор (11), содержащий информационные меры

$$M(\bar{G}^1) = (M(\bar{G}_1^1),...,M(\bar{G}_j^1),...,M(\bar{G}_M^1)), M(\bar{G}_{j-1}^1) \prec M(\bar{G}_j^1) \prec M(\bar{G}_{j+1}^1). \quad (11)$$

Аналогично вектору (10) соответствует вектор (12), содержащий информационные меры

$$M(\bar{G}^2) = (M(\bar{G}_1^2),...,M(\bar{G}_j^2),...,M(\bar{G}_M^2)), M(\bar{G}_{j-1}^2) \prec M(\bar{G}_j^2) \prec M(\bar{G}_{j+1}^2). \quad (12)$$

3. Правила формализации и численного исследования предложений

Предложение используется для описания команды, включающей в себя действие и объекты, над которыми это действие выполняется.

Множество предложений в буквенном представлении формально определено в виде (13)

$$\bar{U}^1 = \bigcup_q \bar{U}_q^1, \bar{U}_q^1 = (u_{q1}^1,...,u_{qt}^1,...,u_{qM}^1), q \in \overline{1,\eta(\bar{U}^1)}, \quad (13)$$

где q — номер предложения $\bar{U}_q^1$,

t — номер синтаксемы u_{qt}^1 в предложении $\bar{U}_q^1$,

$\eta(\bar{U}^1)$ — количество предложений.

Аналогично множество предложений в фонемном представлении формально определено в виде (14)

$$\overline{U}^2 = \bigcup_q \overline{U}_q^2, \overline{U}_q^2 = (u_{q1}^2,...,u_{qt}^2,...,u_{qM}^2),\ q \in \overline{1,\eta(\overline{U}^1)}, \tag{14}$$

где q — номер предложения $\overline{U}_q^2$,

t — номер синтаксемы u_{qt}^2 в предложении $\overline{U}_q^2$,

Каждой синтаксеме в буквенном представлении u_{qt}^1 ставится в соответствие информационная мера $M(u_{qt}^1)$, а каждой синтаксеме в фонемном представлении u_{qt}^2 — информационная мера $M(u_{qt}^2)$. Каждому предложению в буквенном представлении $\overline{U}_q^1$, используя информационные меры $M(u_{qt}^1)$, ставится в соответствие информационная мера $M(\overline{U}_q^1)$, а предложению в фонемном представлении $\overline{U}_q^2$, используя информационные меры $M(u_{qt}^2)$,— информационная мера $M(\overline{U}_q^2)$.

Множество предложений в буквенном представлении упорядочивается и преобразуется к вектору (15)

$$\overline{U}^1 = (\overline{U}_1^1,...,\overline{U}_q^1,...,\overline{U}_M^1), M(\overline{U}_{q-1}^1) \prec M(\overline{U}_q^1) \prec M(\overline{U}_{q+1}^1). \tag{15}$$

Аналогично множество предложений в фонемном представлении преобразуется к вектору (16)

$$\overline{U}^2 = (\overline{U}_1^2,...,\overline{U}_q^2,...,\overline{U}_M^2), M(\overline{U}_{q-1}^2) \prec M(\overline{U}_q^2) \prec M(\overline{U}_{q+1}^2). \tag{16}$$

Вектору (15) соответствует вектор (17), содержащий информационные меры

$$M(\overline{U}^1) = (M(\overline{U}_1^1),...,M(\overline{U}_q^1),...,M(\overline{U}_M^1)), M(\overline{U}_{q-1}^1) \prec M(\overline{U}_q^1) \prec M(\overline{U}_{q+1}^1). \tag{17}$$

Аналогично вектору (16) соответствует вектор (18), содержащий информационные меры

$$M(\overline{U}^2) = (M(\overline{U}_1^2),...,M(\overline{U}_q^2),...,M(\overline{U}_M^2)), M(\overline{U}_{q-1}^2) \prec M(\overline{U}_q^2) \prec M(\overline{U}_{q+1}^2). \tag{18}$$

4. Правила закрепления взаимосвязей между элементами анализа синтаксем и предложений

В пунктах 1)–3), согласно разработанным правилам, были формализованы, ранжированы и упорядочены элементы анализа синтаксем и предложений, которые используются при описании команд производственной системы. Для проведения анализа предложений разрабатываются правила, устанавливающие логические взаимосвязи между этими элементами.

Введем следующие матрицы бинарных отношений между элементами анализа синтаксем и предложений $\Gamma(\bar{\Omega}_l^s, \bar{G}_j^s), \Gamma(\bar{G}_j^s, \bar{U}_q^s)$, устанавливающие взаимосвязь между формой слова $\bar{\Omega}_l^s$, синтаксемой $\bar{G}_j^s$ и предложением $\bar{U}_q^s$.

5. Процедура обучения нейросети анализа синтаксем

В пунктах 1) и 2), согласно разработанным правилам, были формализованы, ранжированы и упорядочены элементы анализа синтаксем, которые используются при описании объектов

производственной системы и действий над ними. В пункте 4) были разработаны правила, устанавливающие взаимосвязи между этими элементами. На основании результатов пунктов 1), 2), 4) производится анализ синтаксем.

Правила анализа синтаксем разработаны в соответствии с синтаксическими правилами русского языка [3–5] и предусматривают конструирование синтаксемы из форм слов, при этом синтаксемы на письме представляются последовательностью букв или фонем.

Введем маркированные матрицы смежности $S(\overline{\Omega 1}_h^s), h \in \overline{1,\eta(\overline{\Omega 1}^1)}$, фиксирующие синтаксические подчинительные связи (согласование, управление без предлога, управление с предлогом, примыкание) между формами слов в части предложения $\overline{\Omega 1}_h^s$

$$S(\overline{\Omega 1}_h^s) = \| S(\sigma_{hl}^s, \sigma_{hm}^s) \|, \tag{19}$$

$$M(\sigma_{h,l-1}^s) \prec M(\sigma_{hl}^s) \prec M(\sigma_{h,l+1}^s), M(\sigma_{h,m-1}^s) \prec M(\sigma_{hm}^s) \prec M(\sigma_{h,m+1}^s),$$

$$\forall \sigma_{hl}^s \wedge \sigma_{hm}^s \; \exists S(\sigma_{hl}^s, \sigma_{hm}^s) = \begin{cases} 1, & \sigma_{hm}^s \text{ подчинено } \sigma_{hl}^s \text{ ("согласование")} \\ 2, & \sigma_{hm}^s \text{ подчинено } \sigma_{hl}^s \text{ ("управление без предлога")} \\ 3, & \sigma_{hm}^s \text{ подчинено } \sigma_{hl}^s \text{ ("управление с предлогом")} \\ 4, & \sigma_{hm}^s \text{ подчинено } \sigma_{hl}^s \text{ ("примыкание")} \\ 0, & \sigma_{hm}^s \text{ не подчинено } \sigma_{hl}^s \end{cases}$$

Используя матрицы (19), осуществим нейросетевой анализ синтаксем. На рис. 1 представлена двухслойная полносвязная с прямыми связями нейронная сеть анализа синтаксем.

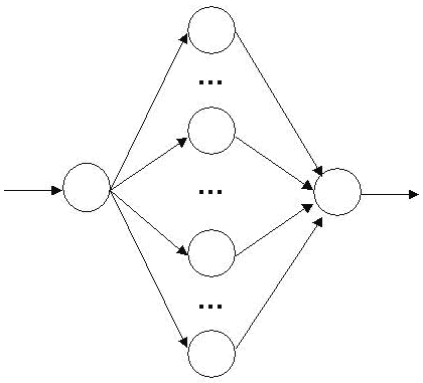


Рис. 1. Нейронная сеть анализа синтаксем

Процедура обучения сети состоит из инициализации, прямого и обратного хода:

1. Инициализация

Производится инициализация весов связей.

$$w_{ij}^{(t)} = 1, t \in \overline{1,2}$$

2. Прямой ход

Первый слой состоит из $\eta(\overline{\Omega 1}^s)$ нейронов, соответствующих векторам частей предложений $\overline{\Omega 1}_j^s = (\sigma_{j1}^s, ..., \sigma_{jt}^s, ..., \sigma_{jN}^s)$ с информационной мерой $M(\overline{\Omega 1}_j^s)$. В этом слое части предложений

сопоставляются с допустимыми и преобразуются в вектора форм слов, используя функцию активации

$$M(x_j^{(1)}) = f_1(M(x_1^{(0)}), M(\overline{\Omega 1}_j^s)) = w_{1j}^{(1)} \cdot \phi(M(x_1^{(0)}), M(\overline{\Omega 1}_j^s)),$$

где $j \in \overline{1, N^{(1)}}, N^{(1)} = \eta(\overline{G1}^s)$,

$$\phi(M(x_1^{(0)}), M(\overline{\Omega 1}_j^s)) = \begin{cases} (M(\sigma_{j1}^s), ..., M(\sigma_{jt}^s), ..., M(\sigma_{jN}^s)), & M(x_1^{(0)}) = M(\overline{\Omega 1}_j^s) \\ \overline{0}, & M(x_1^{(0)}) \neq M(\overline{\Omega 1}_j^s) \end{cases}$$

Второй (выходной) слой содержит один нейрон. В этом слое анализируются полученные результаты и выдается вектор форм слов y_1, используя функцию активации

$$M(y_1) = M(x_1^{(2)}) = f_2(M(x_1^{(1)}), ..., M(x_{N^{(1)}}^{(1)})) = \sum_{i=1}^{N^{(1)}} w_{i1}^{(2)} \cdot M(x_i^{(1)})$$

3. Обратный ход

Весовые коэффициенты нейросети вычисляются следующим образом

$$w_{i1}^{(2)} = \begin{cases} 1, & M(y_1) = f_2(M(x_1^{(1)}), ..., M(x_{N^{(1)}}^{(1)})) \\ 0, & \textit{иначе} \end{cases},$$

$$w_{1j}^{(1)} = \begin{cases} 1, & M(x_j^{(1)}) = f_1(M(x_1^{(0)}), M(\overline{\Omega 1}_j^s)) \wedge w_{j1}^{(2)} = 1 \\ 0, & \textit{иначе} \end{cases}$$

В результате процедуры анализа формируются ассоциативные связи «часть предложения — форма слова» вида

$$\overline{G}_h^s \to \overline{\Omega 1}_l^s$$

6. Правила анализа предложений

В пунктах 2) и 3), согласно разработанным правилам, были формализованы, ранжированы и упорядочены элементы анализа предложений, которые используются при описании объектов производственной системы и действий над ними. В пункте 4) были разработаны правила, устанавливающие взаимосвязи между этими элементами. На основании результатов пунктов 2)–4) производится анализ предложений.

Правила анализа предложений разработаны в соответствии с синтаксическими правилами русского языка [3–5] и предусматривают конструирование предложения из синтаксем, при этом порожденные слова, основы и аффиксы на письме представляются последовательностью букв или фонем.

Введем маркированные матрицы смежности $S(\overline{G1}_f^s), f \in \overline{1, \eta(\overline{G1}^1)}$, фиксирующие зависимости между синтаксемами в предложении $\overline{G1}_f^s$

$$S(\overline{G1}_f^s) = \| S(g_{fl}, g_{fm}) \|, \quad (22)$$

$$\forall g_{fl}^s \wedge g_{fm}^s \; \exists S(g_{fl}, g_{fm}) = \begin{cases} 1, & g_{hm}^s \; подчинено \; g_{hl}^s \; ("предикат - актант") \\ 2, & g_{hm}^s \; подчинено \; g_{hl}^s \; ("предикат - сирконстант") \\ 3, & g_{hm}^s \; подчинено \; g_{hl}^s \; ("актант - атрибут") \\ 0, & g_{hm}^s \; не \; подчинено \; g_{hl}^s \end{cases}$$

Используя матрицы (22), осуществим нейросетевой анализ предложений. Структура нейронной сети анализа предложений аналогична структуре сети анализа синтаксем, представленной на рис. 1

Процедура обучения сети состоит из инициализации, прямого и обратного хода:

1. Инициализация

Производится инициализация весов связей.

$$w_{ij}^{(t)} = 1, t \in \overline{1,2}$$

2. Прямой ход

Первый слой состоит из $\eta(\overline{G1}_j^s)$ нейронов, соответствующих векторам предложений $\overline{G1}_j^s = (g_{j1}^s, ..., g_{jt}^s, ..., g_{jN}^s)$ с информационной мерой $M(\overline{G1}_j^s)$. В этом слое предложения сопоставляются с допустимыми и преобразуются в вектора частей предложений, используя функцию активации

$$M(x_j^{(1)}) = f_1(M(x_1^{(0)}), M(\overline{G1}_j^s)) = w_{1j}^{(1)} \cdot \phi(M(x_1^{(0)}), M(\overline{G1}_j^s)),$$

где $j \in \overline{1, N^{(1)}}, N^{(1)} = \eta(\overline{G1}^s)$,

$$\phi(M(x_1^{(0)}), M(\overline{G1}_j^s)) = \begin{cases} (M(g_{j1}^s), ..., M(g_{jt}^s), ..., M(g_{jN}^s)), & M(x_1^{(0)}) = M(\overline{G1}_j^s) \\ \overline{0}, & M(x_1^{(0)}) \neq M(\overline{G1}_j^s) \end{cases}$$

Второй (выходной) слой содержит один нейрон. В этом слое анализируются полученные результаты, и выдается вектор частей предложений y_1, используя функцию активации

$$M(y_1) = M(x_1^{(2)}) = f_2(M(x_1^{(1)}), ..., M(x_{N^{(1)}}^{(1)})) = \sum_{i=1}^{N^{(1)}} w_{i1}^{(2)} \cdot M(x_i^{(1)})$$

3. Обратный ход

Весовые коэффициенты нейросети вычисляются следующим образом

$$w_{i1}^{(2)} = \begin{cases} 1, & M(y_1) = f_2(M(x_1^{(1)}), ..., M(x_{N^{(1)}}^{(1)})) \\ 0, & иначе \end{cases},$$

$$w_{1j}^{(1)} = \begin{cases} 1, & M(x_j^{(1)}) = f_1(M(x_1^{(0)}), M(\overline{G1}_j^s)) \wedge w_{j1}^{(2)} = 1 \\ 0, & \textit{иначе} \end{cases}$$

В результате процедуры анализа формируются ассоциативные связи «предложение — набор частей предложений» вида

$$\overline{U}_f^s \to \overline{G1}_f^s$$

Выводы

В данной работе разработаны правила формализации и численного исследования форм слов, синтаксем, предложений, закрепления взаимосвязей между элементами анализа синтаксем и предложений. На основании этих правил предложена нейросетевая методика анализа предложений, описывающих команды, подаваемые автомобилю.

Новизна работы заключается в следующем: предлагаемая методика использует количественные оценки языковых структур, в качестве части предложения выбрана синтаксема, что не использовалось в работе [5].

Разработанная методика реализуется в естественно-языковом интерфейсе автомобиля на этапе синтаксического анализа и анализа. Основные положения работы могут быть реализованы в интеллектуальной системе в виде алгоритмов, обеспечивающих общение с пользователем на естественном языке.

Список литературы

1. Интеллектное управление динамическими системами/С.Н. Васильев, А.К. Жерлов, Е.А. Федосов, Б.Е. Федунов.— М.: Физико-матем. лит-ра, 2000.— 352 с.

2. Пряничников В.Е., Павлов В.А., Телешев Н.С. и др. Интеллектуализация супервизорного управления мобильных роботов // Искусственный интеллект.— 2000.— № 3.— С. 391–396.

3. Современный русский язык: Учеб. для филол. спец. высших учебных заведений/В.А. Белошапкова, Е.А. Брызгунова, Е.А. Земская и др.; Под ред. В.А. Белошапковой.— М.: Азбуковник, 1997.— 928 с.

4. Русская грамматика: В 2 т. М.: Наука, 1980.— т. 1: Фонетика. Словообразование. Морфология.— 784 с.

5. Шуклин Д.Е. Структура семантической нейронной сети, реализующей морфологический и синтаксический разбор текста // Кибернетика и системный анализ.— 2001.— № 5.— С. 172–179.

Анотація. *Для підвищення надійності вербального керування автомобілем у статті пропонується методика нейромережевого аналізу речень технічної мови, на якому здійснюється взаємодія між людиною й автоматизованою системою керування автомобіля.*

Abstract. *For increase of a reliability of verbal control the automobile in the article the technique neuronet of the analysis of the proposals of the technical language is offered, on which the interaction between the person and automated control system of the automobile implements.*

Стаття надійшла до редакції 02.12.2009 р.

УДК 711.656.1

ЭНГЛЕЗИ И.П., к.т.н.; ВЕРБИЦКИЙ В.Г., д.ф-м.н., профессор;
ТКАЧЕНКО В.П., д.т.н., профессор, Донецкая академия автомобильного транспорта;
РЕЙЦЕН Е.А., к.т.н., профессор, Киевский национальный университет строительства и архитектуры

О ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ РАСЧЕТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В статье проанализированы ошибки и неточности, которые допускаются при определении расчетных данных, касающихся вопросов организации и безопасности дорожного движения и предлагаются методы их минимизации.

Постановка проблемы

В условиях стремительного роста уровня автомобилизации городов и заострения в связи с этим проблемы обеспечения безопасности дорожного движения необходимо дальнейшее совершенствование методов принятия решений по этим вопросам и разработки новых подходов к планированию и проведению транспортной политики в городах. В связи с этим особое значение приобретает точность прогноза применяемых показателей в сфере организации и безопасности дорожного движения.

Анализ публикаций

Прежде чем давать какие-либо рекомендации по данному вопросу, необходимо сказать, что до сих пор многие понятия в области организации и безопасности дорожного движения понимаются и трактуются по разному. Не выдерживают критики даже нормативные документы.

Достаточно сослаться только на ДСТУ 2935–94 [1], который устанавливает термины и определения в сфере безопасности дорожного движения.

Приведем из него пункт 3.1: *«Дорожній рух — процес руху по дорогах транспортних засобів та учасників дорожнього руху»*. Возникают сразу вопросы: почему только по дорогам, а где улицы?, какие это участники? и пр. Тогда как, на наш взгляд, правильнее было бы дать такую формулировку: *«дорожній рух — це процес пересування транспортних засобів та інших його учасників по вулично-дорожній мережі»*. Мы специально дали определение на украинском языке, чтобы сказать, что даже при переводе допускаются существенные ошибки. Например, термин *«планировка городов»* на украинский язык переводят как *«планування міст»*, тогда как обратный перевод на русский язык означает *«планирование городов»*, что искажает первоначальный термин. Однозначный перевод приводится в русско-украинском словаре под редакцией Р. Кінаша [2]: *планировка городов* — розпланування міст.

Вопросу упорядочения терминологии в сфере безопасности и организации дорожного движения посвящены, например, публикации [3, 4], которые вскрывают суть проблемы и дают важные рекомендации.

Принципиально важным в системе организации и безопасности дорожного движения является понятие *«надежность результатов расчетов и прогнозов»*, связанная с величиной допустимых отклонений полученных результатов, например:

– величин интенсивности движения транспорта и пешеходов, на которых основываются расчеты пропускной способности магистралей и узлов;
– удельных показателей аварийности;
– режимов светофорного регулирования;
– величин задержек транспорта;
– показателей опасности транспортных узлов и пр.

Планомерные измерения величин интенсивности движения транспорта (ИДТ) в городах Украины начались с Киева еще в 1963 году [5]. Опыт показал, что такие обследования должны иметь единую программу и методику. В некоторых странах существует единый стандарт, по которому объем обследований должен составлять не менее 2,834 годового объема времени.

Однако применение теории выборки и переход от сплошных обследований к краткосрочным выдвигает вопрос о надежности полученных при этом характеристик. В США, например, существует непрерывная программа выборочных учетов ИДТ через регулярные промежутки времени, на основании которых получают данные, отражающие краткосрочные изменения ИДТ и их долгосрочную тенденцию [6].

На улицы крупных городов ежедневно выезжают десятки тысяч автомобилей, автобусов, троллейбусов. На первый взгляд кажется, что никакой закономерности в этих транспортных потоках нет. На самом деле для каждого города характерен только одному ему присущий транспортный ритм [7].

Транспортный ритм города — объективная пространственно-временная закономерность в режимах движения интегрированного транспортного потока. От чего же он зависит?

Формирование транспортных потоков в сети является сложным процессом, связанным как с градостроительными, планово-экономическими и социальными аспектами, так и с методами и средствами организации движения. Городская уличная сеть представляет собой сложную взаимосвязанную структуру. Поэтому любое изменение условий движения в одной из точек сети может привести к совершенно неожиданным результатам в другой. Особенно сильно подобные изменения проявляют себя при работе магистралей на пределе пропускной способности.

Изменение интенсивности движения в любой точке городской дорожной сети в течение суток является случайным процессом. Опыт показывает, что подобный, в сущности, не стационарный процесс содержит в себе не случайную, а устойчивую во времени составляющую, которая представляет собой математическое ожидание случайного процесса изменения интенсивности движения. Поэтому интенсивность движения в данный момент в любом сечении улицы может быть представлена в виде суммы двух величин: закономерной (детерминированной) и случайной, называемой иногда «шумом». Ясно, что невозможно точно предсказать значение интенсивности движения в заданный момент времени, но можно определить ее среднее значение, пределы и характер изменения. Установлено, что на нее оказывают влияние жизненный уклад города (прежде всего, начало и конец работы предприятий), уровень автомобилизации и количество подвижного транспорта на линии, состав транспортного потока, сезон года и условия погоды, планировка улично-дорожной сети, методы организации и регулирования дорожного движения, а также другие факторы.

Цель статьи

Целью данной статьи является установление ошибок и неточностей, которые допускаются при расчетах и прогнозировании показателей, характеризующих ОБДД и определение путей их уменьшения.

Основной раздел

Транспортный ритм города устанавливается на основании проведения выборочных обследований ИДТ в ряде главных транспортных узлов города и в «узких местах» (мосты, путепроводы, эстакады и др., связывающие между собой отдельные части города).

Для проведения таких обследований необходимо установить наиболее надежные часы для наблюдений, которые определяются наименьшим коэффициентом вариации, принятым в математической статистике. На практике же проектировщики и исследователи проводят выборочные наблюдения в часы и дни, удобные для них, в результате чего полученные результаты превышают действительные в два и более раз.

При расчетах проектировщики обычно оперируют картограммами ИДТ в приведенных единицах. Однако при расчете, например, шумового режима требуется знать долю грузового транспорта, поэтому приходится проводить выборочные наблюдения за ИДТ в необходимых местах с целью установления доли грузовых автомобилей в потоке. При этом возникает вопрос о надежности полученных оценок. Значимость этих и других аналогичных результатов исследований следует проверять с применением современных методов статистического анализа.

Приведем примеры применения статистического анализа данных локального исследования при сравнении доли грузовых автомобилей в процентах, полученной в двух обследованиях одного и того же участка в различное время суток. В первом обследовании из 400 зарегистрированных автомобилей было 40 грузовых, а во втором из 600 автомобилей было 100 грузовых. Расчет производится следующим образом:

1. Определяем средневзвешенный процент грузовых автомобилей

$$100\ (40 + 100) : (400 + 600) = 14\%.$$

2. Исходя из этого процента, находим ожидаемое число грузовых и легковых автомобилей в обоих случаях:

в первом случае грузовых автомобилей $(0{,}14 \times 400) = 56$, легковых — 344;

во втором случае грузовых автомобилей $(0{,}14 \times 600) = 84$, легковых — 516.

Применив известную формулу статистики «хи-квадрат» [8] и вычислив ее значение, получим *8,86*. Из таблицы распределения «хи-квадрат» при одной степени свободы и надежности *0,05* видим, что *8,86* значительно превышает величину *3,84*, следовательно, *10%* грузовых автомобилей, зарегистрированных в первом обследовании, и *16,7%* — во втором, являются существенно различными. К сожалению, такие расчеты на практике сейчас не производятся.

Другая распространенная ошибка — неверное установление часа пик и его расчетной величины. Эта величина необходима для расчетов существующей и перспективной пропускной способности магистралей и узлов.

В городах Украины удельный вес часа пик колеблется от *7%* до *9%* от суточного объема движения. Однако часто ошибочно его принимают в пределах *10–15%*, что относится к объему пассажиропотоков на городском транспорте. Кроме того, должен приниматься не средний час пик в году и не максимальный, а 30-й по рангу, о чем проектировщики либо не знают, либо забывают, что приводит к значительным ошибкам.

Еще одна неточность или ошибка — при определении теоретической пропускной способности первой полосы движения используется формула:

$$N_{теор} = \frac{3600 \cdot V}{L}, \qquad (1)$$

где V — скорость движения, м/сек;

L — динамический габарит, м.

Часто забывают перевести скорость из км/час в м/сек. Кроме этого в качестве абсолютной ее величины принимают нормируемую расчетную скорость, которая применяется при расчетах радиусов вертикальных и горизонтальных кривых или среднюю скорость потока. На самом деле необходимо принимать скорость *85%* уровня обеспеченности, величина которой определяется по кумулятивной кривой. В противном случае не избежать существенных ошибок.

Динамический габарит L представляет собой расстояние между передними бамперами двух последовательно движущихся автомобилей. Формула (1) основывается на теории следования за лидером [9]. По ней предполагается, что если автомобиль-лидер экстренно затормозит, то водитель заднего автомобиля (который по теории следования за лидером не имеет права переезжать

на соседнюю полосу движения) за время осознания (реакции) необходимости торможения проедет некоторый путь и потом начнет торможение с таким расчетом, чтобы остановиться за автомобилем-лидером на некотором безопасном расстоянии. Понятно, что величина тормозного пути при этом будет зависеть от многих факторов: состояния покрытия проезжей части, типа шин и пр. Т. е. возникает задача о надежности торможения в транспортном потоке, от которого в конечном итоге будет зависеть величина L, а с ней и пропускная способность [10].

Обычно при изучении, например, тормозных свойств или устойчивости автомобиля, а также при испытании тормозных систем торможение рассматривается применительно к единичному автомобилю на свободной дороге.

В транспортном потоке задача меняется: особый интерес представляет режим стесненного и в то же время аварийного торможения, цель которого обеспечить, прежде всего, минимально возможный тормозной путь. Указанный режим встречается редко, составляя считанные проценты от общего числа торможений. Тем не менее важность его первостепенна, так как именно аварийное торможение определяет безопасность движения и большинство требований к эффективности и надежности тормозных систем.

Недостаточная надежность тормозной системы сказывается непосредственно на пропускной способности автомобильной дороги. Это объясняется тем, что наиболее распространенным способом повышения безопасности торможения является ограничение скорости движения и увеличение дистанции между движущимися автомобилями. Однако, эти меры сокращают пропускную способность дороги в наиболее нежелательных случаях — при значительной ее загрузке.

Типичным результатом неожиданного и резкого торможения автомобиля в плотном транспортном потоке является ДТП — наезд сзади идущего автомобиля. Если последствия наезда не слишком тяжелые, то такие ДТП могут не попадать в статистику. Есть, однако, серьезные основания считать, что число всех наездов автомобилей при торможении встречается куда чаще (по крайней мере в *6–8* раз), чем это принято отражать в статистике ДТП во многих странах.

Почти каждый водитель попадал в такую обстановку, когда необходимо остановить автомобиль как можно быстрее, причем эта необходимость может возникнуть на мокрой или обледенелой дороге. Какой же способ торможения в таких случаях является наилучшим? Английской дорожной научно-исследовательской лабораторией были изучены три различных способа торможения автомобиля [11]:

1. Торможение с полной и длительной блокировкой всех колес.

2. Торможение, при котором водитель быстро и сильно нажимает на педаль тормоза до полной блокировки колес, затем отпускает педаль и снова нажимает на нее, повторяя включение и выключение тормозов с максимально возможной скоростью до полной остановки автомобиля. Целью такого способа торможения является стремление максимально использовать увеличение коэффициента сцепления шин с дорожным покрытием, возникающее непосредственно перед блокировкой колес.

3. Ритмичное торможение. Этот способ аналогичен предыдущему, за исключением того, что частота включения тормозов должна совпадать с частотой продольных колебаний автомобиля.

Таким образом, создаются резкие колебания подрессоренной массы автомобиля, в результате чего максимальная величина нагрузки переносится с задней оси на переднюю. В момент выключения тормозов частично улучшается сцепление шин с дорожным покрытием, т. е. появляется возможность управлять автомобилем. Частота включения тормозов целиком определяется водителем и для современного легкового автомобиля составляет 1–1,5 нажатия на педаль тормоза в *1* сек.

Указанные три способа торможения применяли на четырех различных дорогах с разными коэффициентами сцепления шин с дорожным покрытием. Проводили также испытания на льду с использованием только первого и второго способов торможения. Условия испытаний изменя-

ли путем посыпания обледенелой дороги крупным или мелким песком и изменения давления воздуха в шинах.

Следует сказать, что величина тормозного пути будет зависеть еще и от величины продольного уклона магистрали и от того, движется автомобиль вниз или вверх. Это обстоятельство учитывается при помощи переводных коэффициентов, о которых часто забывают, принимая, что уклон равен нулю, а это ведет к ошибкам при определении пропускной способности магистрали.

Рассмотрим теперь задачу прогнозирования количества ДТП. Здесь наиболее известной является формула Р. Смида:

$$d = K \cdot \sqrt[3]{n}, \qquad (2)$$

где d — количество ДТП со смертельным исходом, приходящееся на 100 тысяч населения страны или города;

n — уровень автомобилизации — количество легковых автомобилей, приходящееся на 1000 жителей;

K — коэффициент пропорциональности, равный у Р. Смида — *3,0*.

Заметим, что в соответствии с ДБН *360–92*** у нас этот показатель принимается в пределах *200–250 авт/1000* жителей и может быть увеличен на *20%* в случае необходимости.

Учитывая, что относительное количество ДТП со смертельным исходом от общего их количества в крупных городах стабильно и находится в пределах *10–15%*, эта формула пригодна для прогноза общего количества ДТП, что очень важно при их моделировании. Как показали расчеты, погрешность при этом не превышает *3–5%*. Однако все дело в значении коэффициента К. В зависимости от уровня автомобилизации, достигнутом в том, или ином городе или регионе, значения коэффициента имеют определенный разброс.

Проанализируем это на примере Донецкой области, территория которой составляет *216.517 кв. км* (*4,4%* от всей территории Украины), а численность населения на 01.01.2004 г. составляла *4.708 тыс.* жителей (*10%* населения Украины) [12]. Произведем расчет коэффициента *K* для формулы (2), взяв для примера два города: Донецк и Мариуполь, и промежуток времени с 1997 по 2001 гг. Результаты расчета сведены в табл. 1.

Таблица 1

Расчет коэффициента *K* в формуле (2)

Город	Год	Население, тыс. жит	Уровень автомобилизации, авт./1000 жит.		ДТП со смертельным исходом кол/100 тыс. жит.	%	Коэффициент в формуле (2)	
			Легковых а/м	Всего			Легковых а/м	Всего
Донецк	1997	1092,6	74	89	8,15	11,5	1,941	1,827
	1998	1080,9	88	104	6,38	9,1	1,436	1,356
	1999	1069,2	100	117	6,36	9,3	1,371	1,301
	2000	1057,5	99	118	6,43	9,4	1,390	1,310
	2001	1045,8	100	120	6,72	10,9	1,340	1,258
Мариуполь	1997	530,26	97	110	4,9	8,7	1,066	1,023
	1998	526,42	102	116	4,18	8,1	0,893	0,857
	1999	522,58	114	147	4,78	9,1	0,985	0,907
	2000	518,74	112	140	3,86	7,4	0,799	0,742
	2001	514,9	114	137	3,69	7,1	0,760	0,716

Если отбросить максимальные и минимальные значения $K = 1,941$ и $1,340$ для Донецка и $1,066$ и $0,760$ для Мариуполя, то средние их значения из оставшихся коэффициентов составят соответственно $1,4$ и $0,9$. Они и должны приниматься при прогнозе ДТП по формуле (2), в противном случае, если принимать $K = 3,0$, результаты будут завышены приблизительно в 2 и 3 раза соответственно.

Известны работы В.Ф. Бабкова, Е.М. Лобанова и др., в которых определялись величины удельного количества ДТП по отношению к объему прошедших через перекресток автомобилей по автомобильным дорогам.

Авторами определены выражения для величин удельного количества ДТП, отнесенных к интенсивности движения для городских условий в зависимости от типа перекрестка:

$$\begin{aligned} Д_1 &= -0,015H^2 + 0,35H + 0,184; \\ Д_2 &= -0,010H^2 + 0,33H + 0,654; \\ Д_3 &= -0,019H^2 + 0,46H + 0,148, \end{aligned} \qquad (3)$$

где $Д_1$ — количество ДТП на перекрестках с примыканием второстепенной дороги к главной под прямым углом; $Д_2$ — количество ДТП на перекрестках с простым пересечением дорог под прямым углом; $Д_3$ — количество ДТП на перекрестках с простым пересечением дорог под тупым углом; H — интенсивность движения автотранспорта, млн. авт/год.

Формула справедлива в диапазоне значений: $2 \le H \le 20$

В табл. 2 приведены расчетные данные удельного количества ДТП для автомобильных дорог и для городов, полученные по формуле (3): $Д_1$ — на перекрестках с примыканием второстепенной дороги к главной под прямым углом; $Д_2$ — на перекрестках с простым пересечением дорог под прямым углом; $Д_3$ — на перекрестках с простым пересечением дорог под тупым углом. Расчет выполнен для интенсивности движения автотранспорта $H = 10$ млн. авт/год.

Таблица 2

Сравнительные расчетные данные относительного количества ДТП для автомобильных дорог и для городов при разном типе перекрестков

Относительное количество ДТП — $Д_i$	Для автомобильных дорог	Для городов
$Д_1$	4,36	2,17
$Д_2$	4,12	2,95
$Д_3$	7,28	2,85

Как видно из расчетов относительного количества ДТП, результаты, полученные для автомобильных дорог и для городов, существенно отличаются.

Выводы

На основе классификация задач в сфере организации и безопасности дорожного движения, показаны типовые ошибки получения расчетных данных и определены пути их минимизации. Авторами предложена методика прогноза относительного количества дорожно-транспортных происшествий на перекрестках городов, которая, в отличие от известной методики для автомобильных дорог, дает существенно более точные результаты.

Список литературы

1. Державний стандарт України. Безпека дорожнього руху. Терміни та визначення. ДСТУ 2935–94 К.: Держстандарт України, 1995.— 12 с.

2. Російсько-український та українсько-російський словник термінів будівництва і архітектури/За ред. Р. Кінаша.— Львів: Ліга — Прес.— 2005.— 959 с.

3. Рейцен Е. А. О понятиях и терминах в области безопасности городского движения/Е. А. Рейцен, А. В. Толок // Містобудування та територіальне планування.— К., 2009.— Вип. 34 — С. 386–401.

4. Рейцен Е. А. Об «опасном» и безопасном движении на улично-дорожной сети/Е. А. Рейцен, А. В. Толок // Там же.— Вип. 35.— С. 251–258.

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

6. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения. Справочник/Рэнкин В. У. и др.— М.: «Транспорт», 1981.— 591 с.

7. Рейцен Е. А. Транспортный ритм города/Е. А. Рейцен, Я. Б. Левитан // Строительство и архитектура.— 1985.— № 10.— С. 17.

8. Колкот З. Э. Проверка значимости.— М.: Статистика, 1978.— 126 с.

9. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков.— М.: Мир, 1966.— 187 с.

10. Ротенберг Р. В. Основы надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда.— М.: Машиностроение.— 1986.— 214 с.

11. Листер Р. Какой способ торможения обеспечивает наименьший тормозной путь // Автомобильный транспорт за рубежом.— 1962.— Вып. 2.— С. 37.

12. Рейцен Е. А. Моделирование дорожно-транспортных происшествий в городах/Е. А. Рейцен, А. В. Толок // Містобудування та територіальне планування.— 2006.— № 23.— С. 232–238.

Анотація. *У статті наведено класифікацію помилок розрахунку показників організації й безпеки дорожнього руху й шляхи їх мінімізації.*

Abstract. *The article has dealt with questions about classification of mistakes in the sphere of organization and safety of traffic.*

Стаття надійшла до редакції 05.02.2010 р.

УДК 629.113

БОНДАРЕНКО А. Є., ст. викладач; СТРІЛЬНИК Ю. М., ст. викладач; КУПЛІНОВ А. В., асистент; МОЙСЯ Д. Л., ст. викладач; МАКІЙОВ М. М., асистент,
Донецька академія автомобільного транспорту

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АВТОПОЇЗД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ РУХУ

Описані методи проведення досліджень курсової стійкості стаціонарних режимів руху триланкового причіпного автопоїзда. Показані етапи експерименту та обладнання і прилади для його проведення.

Вступ

Математична модель для дослідження курсової стійкості руху триланкового автопоїзда має деякі припущення та спрощення. Для перевірки адекватності отриманих залежностей дуже важливо провести експериментальні дослідження.

Мета статті

Метою роботи є визначення методики, обладнання, приладів та пристроїв для вимірювання необхідних параметрів під час експериментального дослідження курсової стійкості руху триланкового автопоїзда.

Основний розділ

Галузеві стандарти [1, 2] встановлюють значення вимірників стійкості й легкості рульового керування, що впливають на керованість автомобілів, а також відповідні методи випробувань ТЗ.

Комплекс експериментальних випробувань ТЗ наведено на рис. 1.

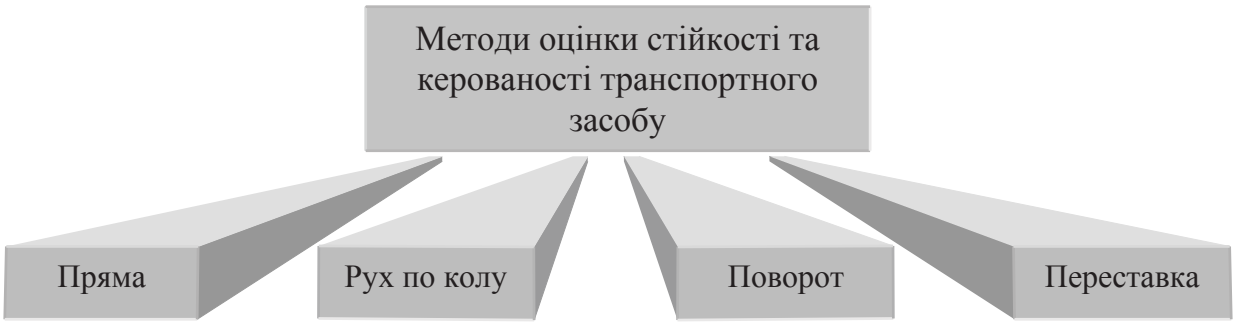


Рис. 1. Випробування, що призначені для визначення параметрів курсової стійкості й керованості транспортних засобів

«Поворот» і «рух по колу» можуть виконуватися за двома радіусами ($R_{пов}$), які дорівнюються 25 м і 35 м.

Майданчик, розміщений у районі вулиці Сеченова у м. Донецьк, зображений на рис. 2.



Рис. 2. Майданчик для проведення експериментальних досліджень

Розміри майданчика, що використовувався для досліджень, дозволили виконати необхідну розмітку тільки для «руху по колу» і «повороту» триланкового автопоїзда (АП) з радіусом $R_{пов}$ = 25 м, а також «переставки».

Нижче описані розмітка та вимоги до видів випробувань.

Випробування «поворот $R_{пов}$=25 м» призначено для визначення граничної швидкості виконання маневру. При випробуваннях виконують заданий розміткою (рис. 3) маневр із поступовим збільшенням швидкості від заїзду до заїзду. ТЗ уводять у режим рівномірного прямолінійного руху. Передачу в КП обирають найвищу, що забезпечує усталену роботу двигуна.

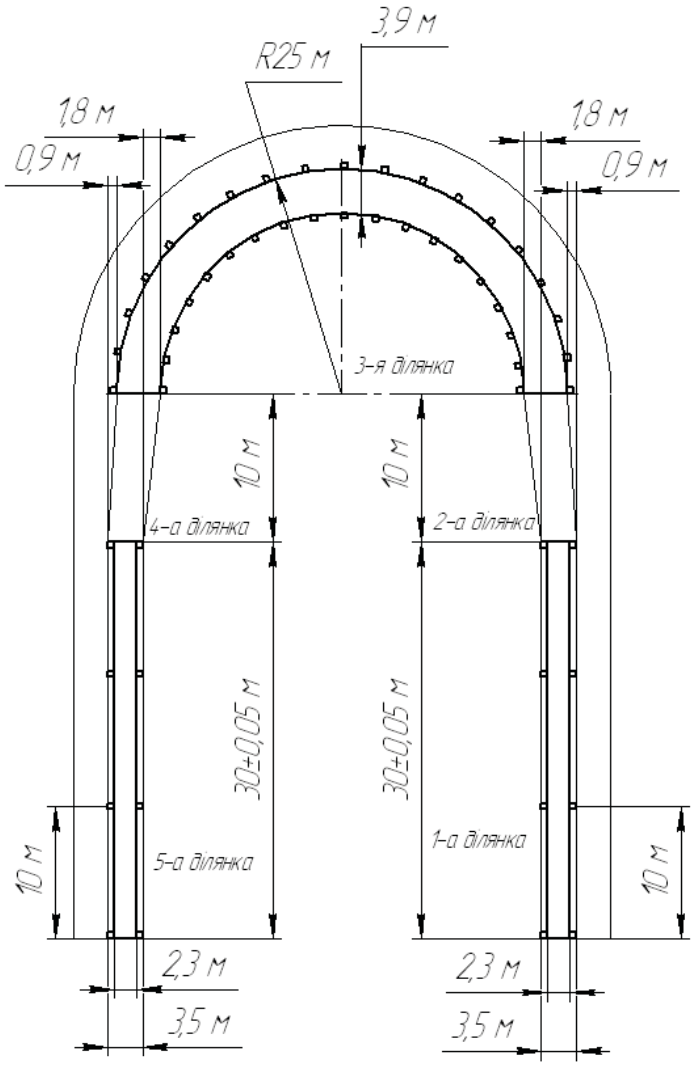


Рис. 3. Схема випробування «поворот $R_{пов}$ = 25 м»

Початкова швидкість приймається рівною 30 км/год. У наступних заїздах швидкість збільшують із інтервалом 1–3 км/год, причому, із збільшенням швидкості цей інтервал повинен зменшуватися. З появою при заїзді відриву коліс (ВК) від дороги або виходу ТЗ за бічні границі коридору (БГК) роблять повторний заїзд із тією ж швидкістю. Отримані дані заносяться до табл. 1.

Таблиця 1

Експериментальні дані методу оцінки КСР «поворот $R_{пов}$ = 25 м»

Номер заїзду	Початкова швидкість, км/год	Поява ВК або БГК	
		так	немає
1	30	—	немає
2	33	—	немає
…	…	…	…
n	v	так	-
n+1	v	так	-

Вид випробування «рух по колу» із зовнішнім радіусом $R_к$ = 25 м виконується відповідно до схеми, наведеної на рис. 4.

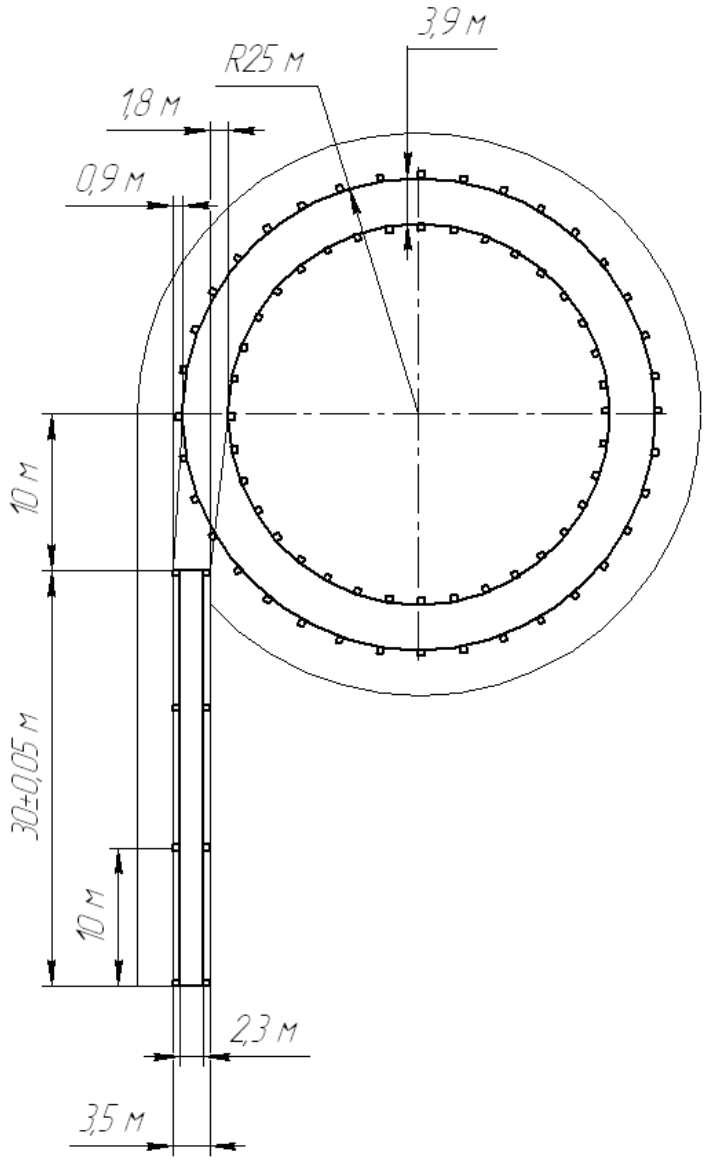


Рис. 4. Схема випробування «рух по колу $R_к$=25 м»

Випробування «переставка» призначені для визначення граничної швидкості виконання маневру й швидкості, при якій виникає замет (рис. 5).

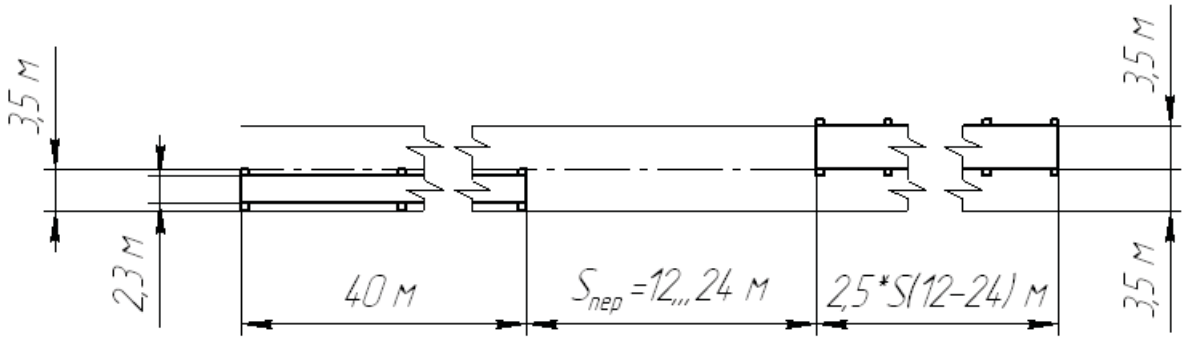


Рис. 5. Схема випробування «переставка»

При випробуваннях виконують заданий розміткою маневр при поступовому збільшенні швидкості від заїзду до заїзду. АП уводять у режим рівномірного прямолінійного руху. Передачу в КП вибирають найвищу, що забезпечує усталену роботу двигуна. Положення рук водія на кермовому колесі відповідає цифрам 3 і 9 циферблата годинника. Перехоплення кермового колеса допускається тільки при досягненні кута повороту, при якому відбувається граничне перехрещування рук водія. В іншому поворот кермового колеса протягом усього іспитового заїзду не регламентується; положення всіх інших органів керування ТЗ повинне залишитися постійним. Випробування проводять при $S_{пер}$=12, 16, 20 і 24 м. Швидкісний режим наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Швидкості й відстані $S_{пер}$ для «переставки» для категорії М1 + О1 (О2)

$V_{кр}$, км/год	$S_{пер}$, м	$V_{курс}$, км/год
51	12	43
61	16	52
71	20	61
81	24	70

Аналіз подоби вищевказаних трьох схем розміток дозволив запропонувати їхнє суміщення заради можливості розміщення на обмеженій площі майданчика. У результаті була виконана розмітка за схемою, що наведена на рис. 6.

Нижче наведений огляд конструкцій і принцип роботи транспортних засобів, приладів та іншого обладнання, що планується використовувати під час проведення експериментального дослідження.

Для випробувань триланкового причіпного автопоїзду з урахуванням того, що в даний момент часу не має дозволу на використання вантажного автомобіля та двох причіпних ланок до нього, а також з метою зменшення вартості експерименту й можливості зміни елементів конструкції АП, було запропоновано застосування легкового автомобіля ВАЗ 2107 (далі — тягач) та причепів ГКБ 8160 (далі — 1 причіп) та МАЗ 8114 (далі — 2 причіп).

Компонувальна схема автопоїзду з зазначенням необхідних для розрахунків розмірів представлена на рис. 7.

На тягач та 1 причіп були встановлені зчіпні пристрої.

Для аналізу стійкості руху автопоїзда виникла потреба вимірювати кути повороту керованих коліс тягача та кути між горизонтальними осями симетрії тягача і 1 причепа, а також 1 причепа та 2 причепа.

Для забезпечення процесу вимірювання, був виготовлений датчик, загальний вигляд якого приведений на рис. 8.

Розглянемо устрій датчика: до дишля причепу 1 приєднано опору 2. За допомогою гайки, до опори 2 приєднано резистор змінного опору 3. Для правильної роботи датчика необхідно, щоб вісь кріплення резистору 3 співпадала з вертикальною віссю форкопу тягача 5.

Для компенсації вертикальних коливань тягача та причепа під час руху, передбачений компенсатор, який являє собою відповідно вигнуту пружну ланку 4. Означена ланка 4 приєднана до бамперу тягача 5. В якості датчика виміру кута використано резистор змінного опору з лінійною залежністю.

Переміщення причепу відносно тягача в горизонтальній площині призведе до переміщення ковзного контакту, тобто зміни опору резистора. Для передачі інформації з резистора до блоку погодження використано екрановані проводи 6.

Кожен канал блоку погодження являє собою міст постійного струму (рис. 9 а), який живиться від бортової мережі тягача $U_{вх}$ через стабілізатор напруги $U_{ст}$.

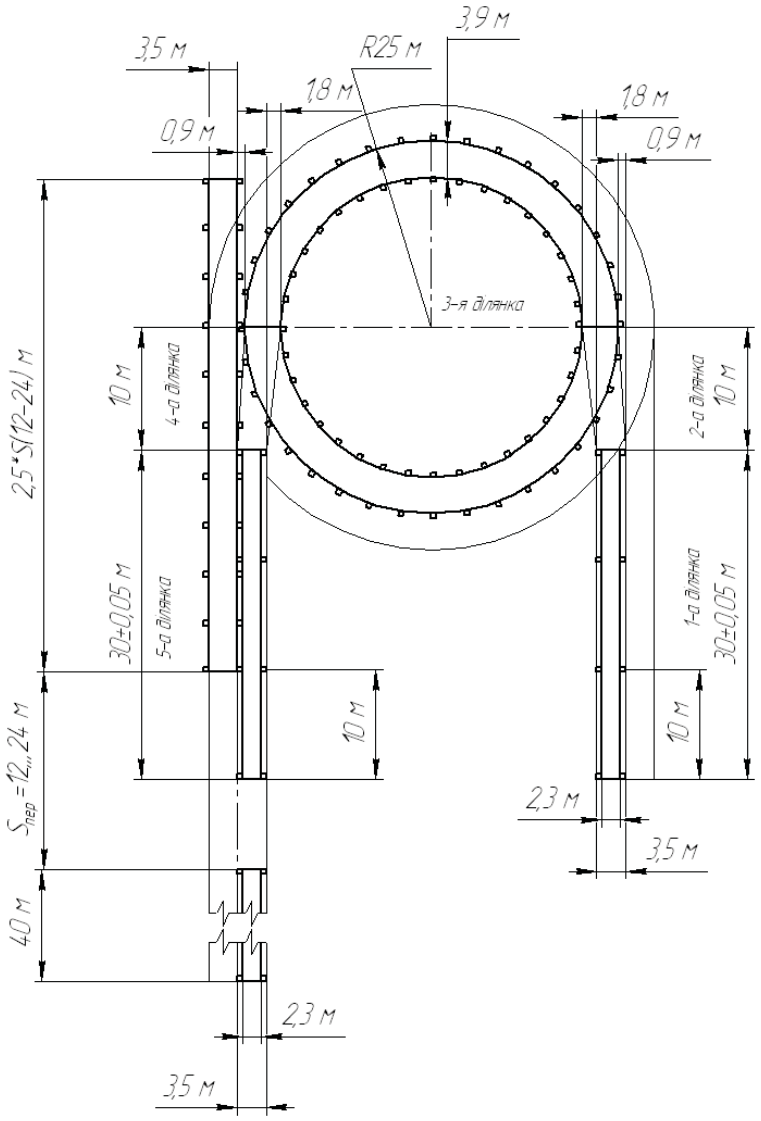


Рис. 6. Схема суміщення розміток майданчика для виконання «повороту $R_{пов}$ = 25 м», «руху по колу $R_к$=25 м» та «перестановки»

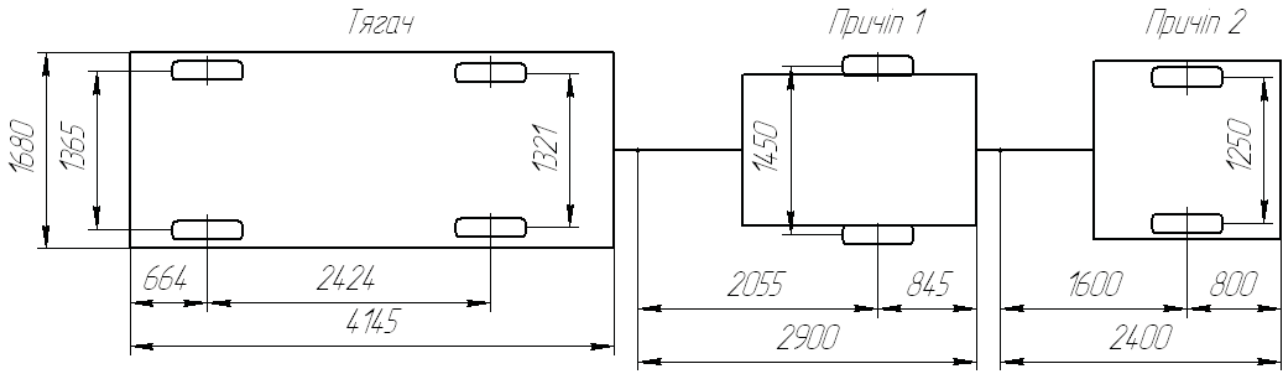


Рис. 7. Компонувальна схема автопоїзду

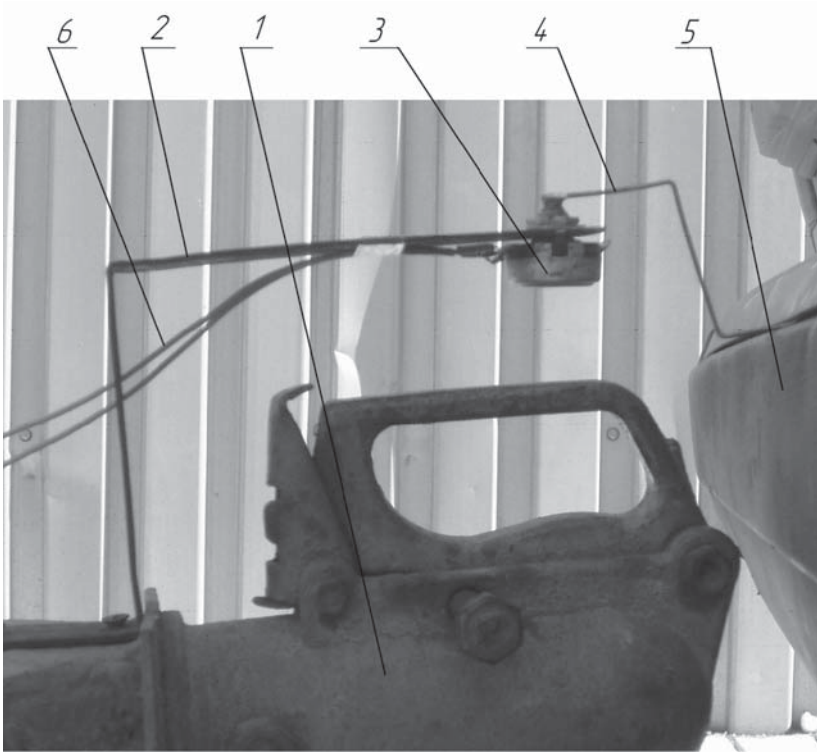
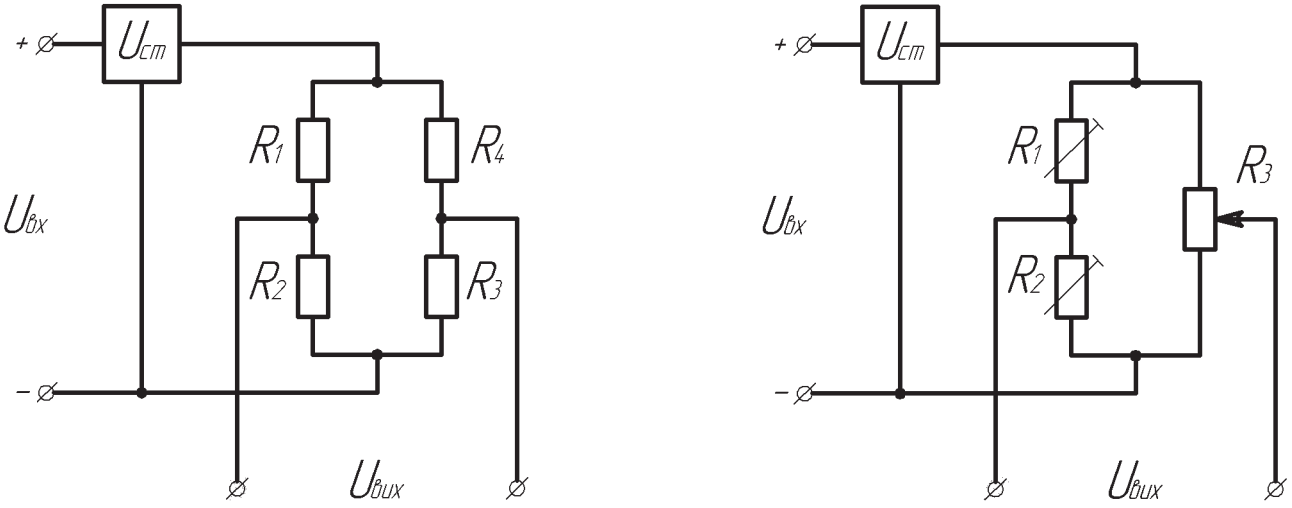


Рис. 8. Загальний вид датчика вимірювання кута між горизонтальними осями симетрії тягача та 1 причепом



а) *б)*

Рис. 9. Електрична схема включення датчика до системи вимірювання

Напруга на виході з моста буде дорівнювати:

$$U_{вих} = U_{ст} \frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}.$$

Якщо замінити постійні резистори R_3 та R_4 резистором змінного опору, а резистори R_1 та R_2 багатообертовими дротовими підстроювальними резисторами (рис. 9 б) — отримаємо схему для вимірювання кута між причепом та тягачем.

Коли ковзний контакт займає середнє положення (відповідає прямолінійному руху АП), міст повністю збалансовано, тобто $U_{вих}=0$.

Резистор змінного опору R_3 має лінійну залежність та повний опір 100 кОм. Стабілізатор напруги $U_{ст}$ підтримує напругу живлення моста на рівні 9 В. Під час налагодження датчика, в якості вимірювального пристрою використовувався лабораторний мультіметр.

Датчик R_3 встановлено на кронштейні таким чином, щоб при переміщенні движка резистора від середнього положення на ±90° його опір змінювався в інтервалі від 20 до 80 кОм. В реальних умовах, під час проведення експерименту, завдяки конструкції дишля, рухомий контакт датчика буде переміщуватись в інтервалі ±45° від середнього положення (див. рис. 10 а).

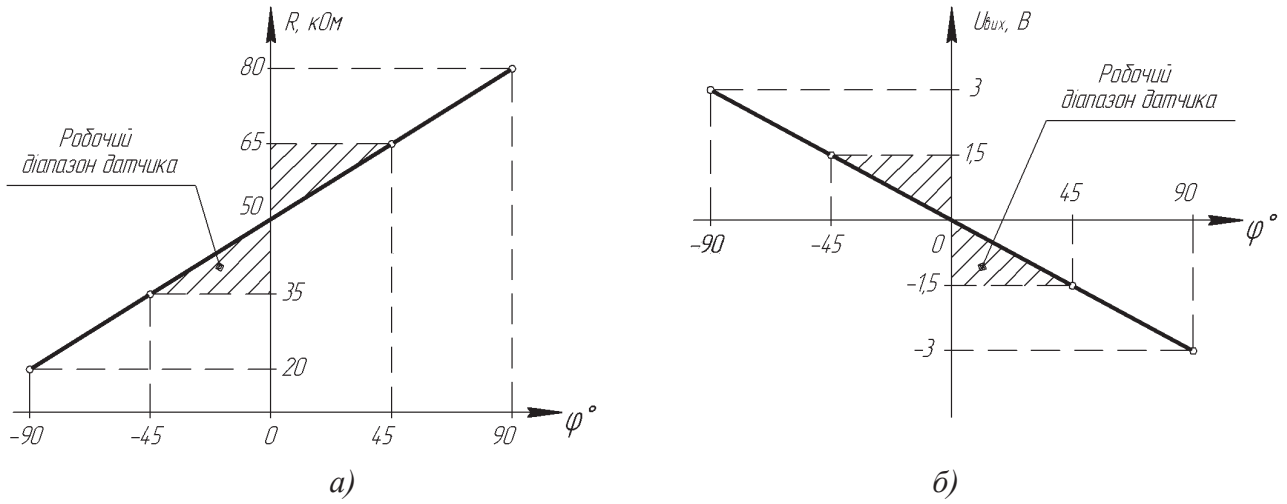


Рис. 10. Графік тарування датчика

Підстроювальні резистори R_1 та R_2 (рис. 10 б) служать для тарування моста опорів, їх налагоджують таким чином, щоб при зміні рухомого контакту датчика R_3 на ± 90° напруга на виході $U_{вих}$ змінювалася в інтервалі від 3 до–3В (див. рис. 10 б).

Аналогічно виконано датчик вимірювання кута між причепами (рис. 11).

Відмінності між двома системами для вимірювання кута лише в кріпленні датчика та в довжині та формі пружної ланки.

Аналогічну конструкцію має і датчик, призначений для вимірювання кута повороту керованих коліс тягача. Прилад також виготовлений та випробуваний у Донецька академія автомобільного транспорту. Цей датчик установлено на валу сошки рульового механізму, а його вісь з'єднана з корпусом рульового механізму.

Реєстрація параметрів відбувалася за допомогою мультіметрів (по одному на кожен канал блоку погодження), настроєних на вимір постійної напруги.

Усі описані датчики виміру кутів перед початком випробувань були таровані в лабораторних умовах.

Лінійна швидкість руху автопоїзда визначалась за допомогою «п'ятого колеса» [4] зображеного на рис. 12. Для підвищення точності виміру, на велосипедне колесо встановлено два магніти, а до установок електронного спідометру введена половина довжини кола «п'ятого колеса».

Для синхронності запису інформації дисплеїв мультіметрів та спідометра «п'ятого колеса» використовувалась цифрова відеокамера.

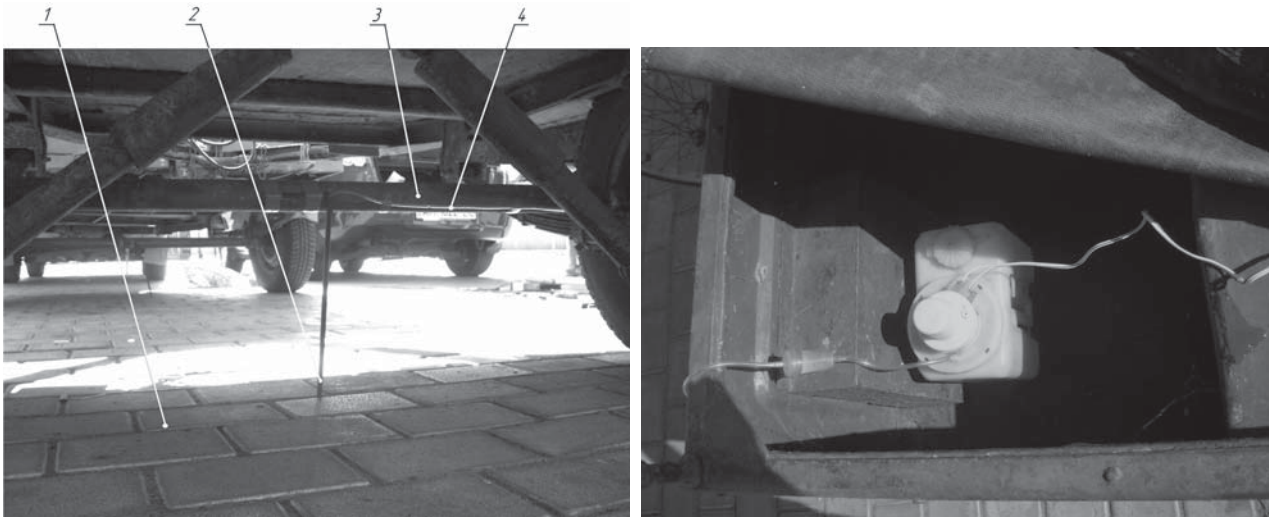


Рис. 11. Загальний вид датчика вимірювання кута між горизонтальними осями симетрії причепів



Рис. 12. «П'яте колесо» для вимірювання лінійної швидкості АП

Для визначення траєкторії руху ланок АП були виготовлені гідровідмітчики. Кожен гідровідмітчик (рис. 13 а) складається з форсунки 2, з'єднувальних гнучких трубопроводів 4, бачка, що заправлений водою та електронасосу. Форсунки розташовані в характерних точках елементів автопоїзда: у середніх точках осей причепів 3 та задньої вісі тягача. Фіксування траєкторії руху ланок АП здійснюється на опорній поверхні 1 струменем води, що має діаметр близько 1 мм.



а) *б)*

Рис. 13. Пристосування для визначення траєкторії руху ланок АП:

а — розташування гідровідмітчика під причепом; б — місце розташування бачка з електронасосом у причепі

Для зручності, у кожен бачок гідровідмітчика була додана своя фарбувальня рідина, яка навіть після випаровування води, залишала характерний слід на асфальтовому покритті.

Усі електродвигуни насосів з'єднані через тумблер до окремого автомобільного акумулятора, розташованого у причепі.

Правильність установки форсунок гідровідмітчиків на ланках автопоїзда перевірялась по збігу всіх траєкторій в одну лінію при прямолінійному русі.

Перед проведенням випробувань, на СТО «Opel» ТОВ «Гратіум» були проведені діагностичні роботи з метою визначення технічного стану ланок автопоїзда та приведення його до належного стану.

Накачування шин автопоїзда повітрям до величини тиску, що рекомендована заводом виготовлювачем (для передніх коліс тягача — 0,17 МПа, для задніх — 0,20 МПа; для коліс причепів — 0,17 МПа) проводилось за допомогою автомобільного насосу.

Перевірка тиску повітря в шинах здійснювалася за допомогою зразкового манометра моделі МО–160–1,0–МПа–0,4. Залишкова висота протектора шин перевірялася за допомогою штангенциркуля.

За допомогою лінії інструментального контролю Bosch були здійснені вимірювання сумарної бічної сили, коефіцієнту зчеплення коліс, осьового навантаження, визначені стан підвіски та гальмівної системи (див. рис. 14 а). На спеціальному стенді виконано регулювання кутів установки коліс (РУУК) тягача, проведено діагностування рульового керування (див. рис. 14 б). Усі виявлені недоліки були усунені в зоні ТО та ПР.

Для можливості здійснення випробувань з різним завантаженням ланок АП були заготовлені мішки з піском вагою по 40 кг.

Автори статті висловлюють велику подяку Кусову Андрію Валерійовичу за наданий майданчик для проведення експерименту.



а) *б)*

Рис. 14. Діагностування ланок автопоїзда:
а — на лінії інструментального контролю; б — на стенді РУУК

Висновок

Проведення експериментального дослідження на майданчику з відповідною розміткою, а також із використанням означених транспортних засобів, обладнання та приладів дозволить отримати значення показників стійкості руху автопоїзда.

Список літератури

1. ОСТ 37.001.487–89 «Управляемость и устойчивость ТС. Общие технические требования».

2. ОСТ 37.001.471–88 «Управляемость и устойчивость ТС. Методы испытаний».

3. Рябчинский А.И. Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных средств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/А.И. Рябчинский, Б.В. Кисуленко, Т.Э. Морозова.— М.: Издательский центр «Академия», 2006.— 432 с.

4. Макаров В.А., Омельченко А.А., Костенко А.В., Куплинов А.В., Петров А.В., Сакно О.П. Оборудование для экспериментального исследования курсовой устойчивости движения легкового автомобиля // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту.— 2007.— Вип. 3.— С. 48–57.

Аннотация. *Описаны методы проведения исследований курсовой стойкости стационарных режимов движения трьохзвенного прицепного автопоезда. Показаны этапы эксперимента и оборудования и приборы для его проведения.*

Abstract. *The methods of conducting of researches of course firmness of the stationary modes of motion of trilankovogo of the towed lorry convoy are described. The stages of experiment and equipment and devices are shown for his conducting.*

Стаття надійшла до редакції 14.01.2010 р.

УДК 621.43

ЧЕРНЫШЕВ С.А., к.т.н. доцент; ПЕТРОВ А.В., к.т.н.,
Донецкая академия автомобильного транспорта

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕДАЧИ УСИЛИЯ ПОРШНЯ НА ВЕДУЩИЙ ВАЛ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Представлен сравнительный анализ реечно-шестеренчатого и кривошипно-шатунного механизмов преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение ведущего вала двигателя внутреннего сгорания

Введение

В качестве автомобильного двигателя наибольшее распространение получили поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Другие типы двигателей (газотурбинные, роторные, роторно-поршневые и т. д.) широкого применения на автотранспорте не нашли.

Для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение ведущего вала в автомобильных ДВС широкое распространение получили кривошипно-шатунные механизмы (КШМ).

В настоящее время появились новые конструкции механизмов для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное, например, реечно-шестеренчатые (РШМ) с пружинным возвратом поршня и передачей крутящего момента $M_{кр}$ на ведущий вал через фрикционную обгонную муфту.

Постановка задачи

Целью данной статьи является сравнительный анализ работы реечно-шестеренчатого и кривошипно-шатунного механизмов и определение эффективности передачи ими крутящего момента.

Основная часть

На рис. 1 показаны две схемы преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение ведущего вала ДВС.

В кривошипно-шатунном механизме (рис. 1 а) поршень через шарнирные соединения жестко связан с ведущим валом (коленчатым валом), т. е., каждому углу поворота вала соответствует определенное положение поршня.

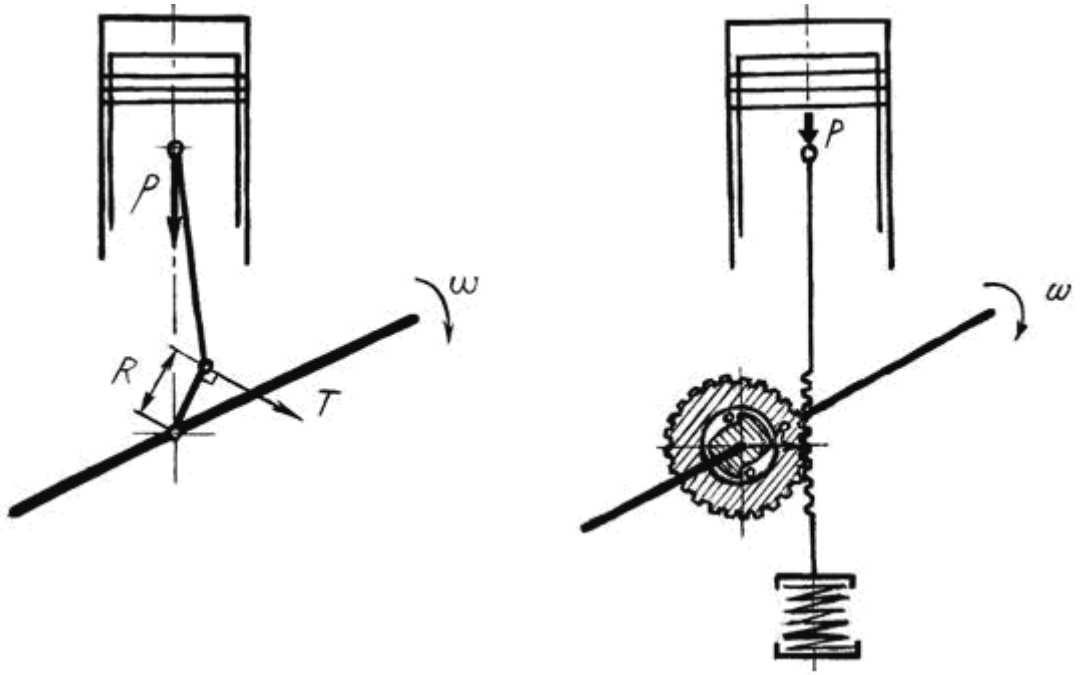
В реечно-шестеренчатом механизме (рис. 1 б) поршень жестко связан с валом через обгонную муфту только при движении вниз (рабочий ход), т. е., положение поршня жестко не связано с углом поворота вала.

Из теоретической механики известно, что работа вращения определяется как

$$M_{кр} = T \cdot R \left[Дж\right], \left[Н \cdot м\right] , \qquad (1)$$

где R — радиус кривошипа или шестерни, м;

T — сила, нормально (перпендикулярно) направленная к радиусу R, $Н$.



а) *б)*

Рис. 1. Схемы механизмов преобразования движения:

а — кривошипно-шатунного, б — реечно-шестеренчатого

В РШМ сила T равна

$$T = p \cdot F_n \ [H], \tag{2}$$

где p — давление, МПа;

F_n — площадь поршня, м².

Для КШМ сила T определяется по формуле

$$T = p \cdot F_n \frac{\sin(\phi + \beta)}{\cos\beta} \ [H], \tag{3}$$

где φ — угол поворота коленчатого вала, град.;

β — угол отклонения шатуна относительно оси цилиндра, град.

На рис. 2 приведен графический анализ передаваемого $M_{кр}$ при постоянной нагрузке на поршень $p \cdot F_n = const$.

Анализ показывает, что крутящий момент, передаваемый через КШМ при постоянной нагрузке на поршень, составляет только 66% от $M_{кр}$ при использовании РШМ:

$$M_{\text{крКШМ}} = 0{,}66 M_{\text{крРШМ}}.$$

Если ввести понятие КПД передающего механизма $\eta_{пм}$, то из рис. 2 видно, что при угле поворота коленвала 0 и 180° $\eta_{пм}$=0, а его минимальные значения лежат в зонах от 0 до 60° и от 120 до 180° поворота вала.

В реальных двигателях максимальное давление газов на поршень приходится как раз на угол поворота вала от 0 до 60°. Следовательно, можно ожидать, что реальный крутящий момент будет значительно ниже:

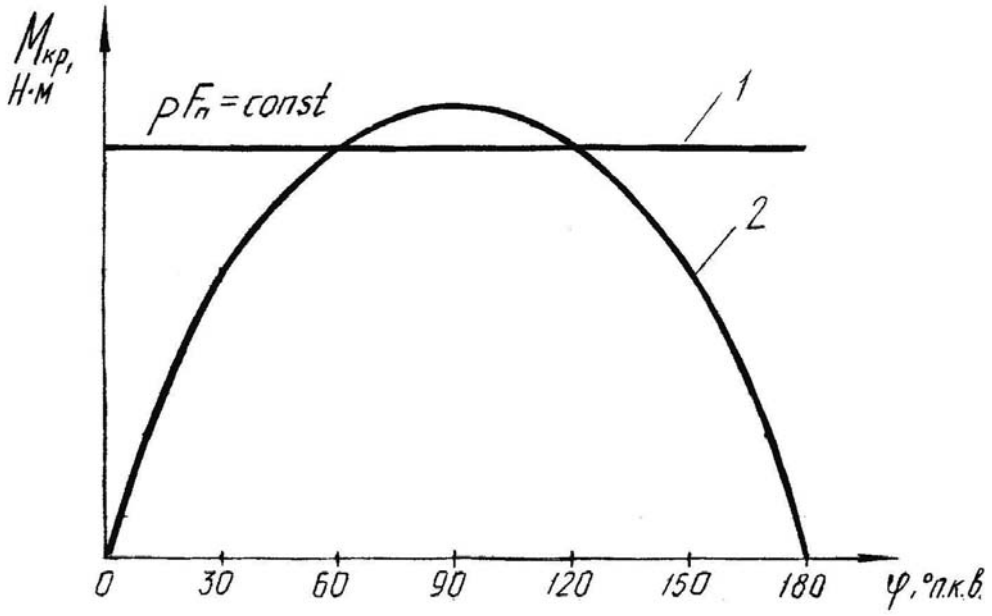
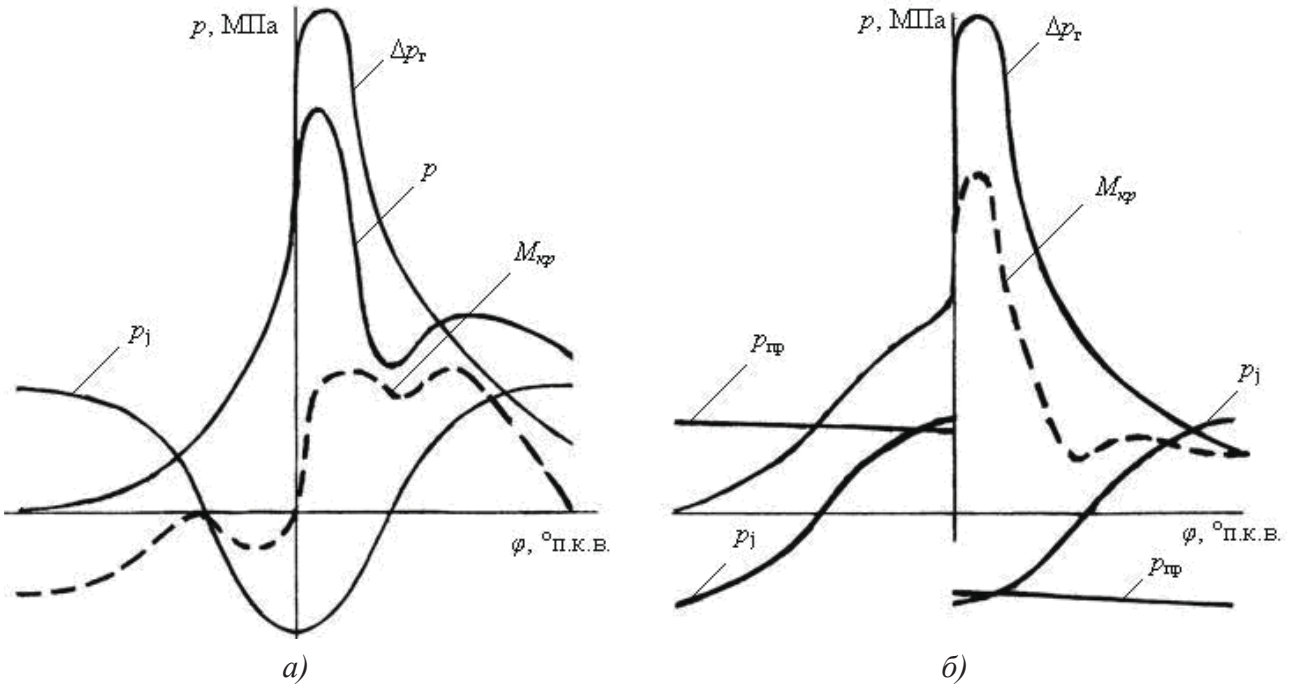


Рис. 2. График зависимости передаваемого крутящего момента Мкр от угла поворота вала для реечно-шестеренчатого (1) и кривошипно-шатунного (2) механизмов

$$M_{\text{крКШМ}} \langle\ 0{,}66 M_{\text{крРШМ}}\,.$$

На рис. 3 приведены развернутые индикаторные диаграммы одинаковых по размеру и массе двухтактных поршневых двигателей с учетом инерционных сил и усилия пружины сжатия (рабочий цикл осуществляется за один оборот вала).



а) *б)*

Рис. 3. Графическое представление сравнительной оценки передаваемого крутящего момента при работе двухтактного двигателя:

а — для кривошипно-шатунного механизма; б — реечно-шестеренчатого механизма

Были построены кривые изменения силы T, нормально направленной к радиусу кривошипа и шестерни. При равенстве радиусов $R_{кр} = R_{ш}$, эта кривая пропорциональна изменению $M_{кр}$ в зависимости от угла поворота вала. Величина $M_{кр}$ вычислялась как разность площадей под кривой $M_{кр} = f(\varphi)$, лежащей выше оси абсцисс.

Результаты обработки показали, что между величинами крутящих моментов, передаваемых исследуемыми видами механизмов, наблюдается соотношение:

$$M_{\text{крКШМ}} = 0{,}58 M_{\text{крРШМ}}$$

Выводы

Используя автомобильные двигатели с реечно-шестеренчатым механизмом трансформации линейного движения поршня во вращательное движение вала и с пружинным возвратом поршня в верхнюю мертвую точку, можно на 42% увеличить индикаторную мощность двигателя и, соответственно, сократить на такую же величину индикаторный расход топлива.

Применение реечно-шестеренчатого механизма позволяет улучшить динамические характеристики и уравновешенность двигателя.

Список литературы

1. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. школа, 1980.— 400 с.

2. Чернышев С.А., Петров А.В. Методические указания к выполнению лабораторной работы «Изучение механизмов трансформации возвратно-поступательного движения во вращательное».— Донецк: ДААТ, 2009.— 20 с.

Анотація. *Представлений порівняльний аналіз рейково-шестеренчастого та кривошипно-шатунного механізмів перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертальний рух ведучого валу двигуна внутрішнього згорання.*

Abstract. *The comparative analysis of rail-cog-wheel and crank mechanisms of transformation of back forward motion of a piston is presented in rotatory motion of an input shaft of the internal combustion engine.*

Стаття надійшла до редакції 11.01.2010 р.

УДК 621.332.3

БАРАНОВСЬКИЙ Д.М., к. т. н.,
Кременчуцький державний університет ім. М. Остроградського

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗНИЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗНОШУВАННЯ ТРИБОСИСТЕМ ДИЗЕЛІВ

На основі теорій термодинаміки та еволюції систем теоретично показано, що для зниження інтенсивності зношування трибосистем дизелів необхідно забезпечити на їх контактуючих поверхнях тертя проходження процесу енергомасопереносу за рахунок створення градієнтів хімічних потенціалів та густини дислокацій матеріалів.

Вступ

Самоорганізація є фундаментальним явищем природи і полягає в тому, що під дією зовнішнього збурення будь-яка термодинамічно-відкрита нелінійна система перебудовується

таким чином, що її реакція максимально компенсує причину, що викликала таку внутрішню зміну [1]. У живій природі процеси самоорганізації — це пристосування й еволюція біологічних об'єктів відповідно до змін зовнішніх умов. У техніці, процеси самоорганізації найяскравіше проявляються в трибосистемах (ТС) з формуванням вторинних структур при терті та зношуванні.

Процеси тертя і зношування реалізуються через наявність градієнтів температури, напружень, концентрації хімічних елементів і густини дислокацій. Тертя і зношування виступають у якості неврівноважених термодинамічних процесів, тому протікання реакцій самоорганізації в них, є неминуче. До внутрішнього прояву самоорганізації в ТС можна віднести наступні процеси:

– формування вторинних структур для запобігання процесу зношування;
– утворення врівноваженої шорсткості для зменшення зносу;
– збільшення фактичної площі контакту для зниження величини зношування;
– реалізація ефекту вибіркового переносу для беззношувального стану.

Зовнішнім проявом самоорганізації є зниження і стабілізація практично всіх енергетичних, силових і триботехнічних параметрів процесу тертя і зношування. Як наслідок, зниження коефіцієнту тертя, температури в зоні тертя, інтенсивності зношування тощо. Загальні закономірності прояву самоорганізації можна аналізувати з позицій системного підходу [2].

Аналіз досліджень взаємодії поверхонь ТС дизелів

ТС дизелів — це сукупність фізичних об'єктів, що взаємодіють контактно-механічним способом між собою, а в точках контакту відбувається розрив лінійних швидкостей взаємодіючих об'єктів, де і відбувається взаємний енергомасоперенос.

Прості ТС дизелів складаються з двох об'єктів, що працюють без взаємодії поверхні з сухою абразивною масою. Складні ТС доповнюються активним зовнішнім середовищем, мастильно-охолоджуючими речовинами і штучно введеними джерелами енергій.

Будь-яку систему розбивають на підсистеми вищого порядку.

Функціонування підсистеми дизелів будь-якого рівня можна описати рівнянням енергобалансу і кінетики компонентів, що входять в дану підсистему і визначають характер взаємодії, внутрішній структурно-енергетичний стан. В результаті взаємодії компонентів підсистеми дизелів між собою, їх енергія витрачається на зміну характеру поведінки, а інша — на зміну їх внутрішнього стану. Остання являє собою енергію, для зміни кінетики взаємодії компонентів підсистеми дизелів між собою, вона є основною складовою енергобалансу підсистеми наступного вищого рівня. Підсистеми кожного рівня характеризуються своїми найбільш інформативними енергетичними параметрами в абсолютних, питомих, градієнтних і інших співвідношеннях, які використовуються для опису енергетичних балансних і кінетичних рівнянь, що відображають перший і другий початок термодинаміки [1]. Об'єднання енергетичних співвідношень функціонування підсистем різних рівнів, можливе, але не доцільне через наявність в одному рівнянні величин різних порядків. Тому кожну підсистему незалежно від її рівня слід описувати своїм термодинамічним рівнянням. Підсистеми низького рівня описуються рівнянням енергобалансу в абсолютних величинах або їх потоках. Підсистеми високих рівнів доцільно описувати щільністю енергетичних потоків, а підсистеми вищих порядків — питомими енергетичними параметрами або їх градієнтними виразами.

При розгляді процесів тертя і зношування, що відбуваються в дизелях, до підсистем першого рівня можна віднести взаємодію сполучених деталей з ідентифікованими геометричними межами, однорідними фізико-механічними властивостями, з відомими законами зовнішнього вантаження і руху кожної точки, й заданим розривом швидкостей у ТС.

До підсистем другого рівня можна віднести зони фрикційних взаємодій на реальних ділянках контакту. Число підсистем другого рівня відповідає кількості плям фактичного контакту. Геометричні межі взаємодіючих об'єктів даних підсистем визначаються зоною, в якій спостерігається структурно-енергетичні зміни.

До підсистеми третього рівня можна віднести мікрооб'єм контактної і приконтактної зони, охопленої структурно-енергетичними змінами трибопроцесу. На відміну від підсистем першого і другого рівнів, що передбачають взаємодію як мінімум двох твердофазних об'єктів, компонентами підсистеми третього порядку є одне твердофазне утворення, еволюція структури якого відбувається за рахунок пронизуючих його потоків енергії і речовини [3].

Еволюція самоорганізуючих систем визначається критерієм Пригожина-Гленсдорфа [1].

Згідно цього критерію в будь-якій неврівноваженій системі швидкість зміни виробництва ентропії зменшується. Стаціонарні або стійкі термодинамічні процеси характеризуються мінімальним виробництвом ентропії.

Рівняння енергетичного балансу для підсистеми першого рівня подається в абсолютних енергетичних величинах або їх потоках [2]:

$$\overline{F} \cdot \overline{V}_к = \frac{d}{dt}(Q + W_м) = \dot{Q} + \dot{E}_м, \qquad (1)$$

де $\overline{F}$ — середнє зусилля контактної взаємодії; $\overline{V}_к$ — середня швидкість ковзання; Q — кількість тепла, що виділилося в процесі контактної взаємодії; $E_м$ — механічна складова енергобалансу ТС; $\dot{Q}$ — тепловий потік; $\dot{E}_м$ — потік механічної енергії.

Механічна складова енергобалансу ТС характеризує енергетичні витрати на поверхневі структурні зміни і їх зношування. Її частка не перевищує 1,5…3,0% від роботи тертя, тому:

$$\overline{F} \cdot \overline{V}_к \approx \dot{Q} \qquad . (2)$$

Одержане рівняння відображає баланс між роботою тертя і виділеною тепловою енергією або процес дисипації механічної енергії, що підводиться.

Приріст виробленої ентропії ΔS визначає режим функціонування ТС дизелів. Період припрацювання характеризується зниженням ΔS, усталений — її стабілізацією, а катастрофічне зношування — її різким зростанням.

Термодинаміка підсистем другого рівня розглядає балансні співвідношення, що відображають трансформацію недисипативного потоку механічної енергії, яку подають у вигляді [2]:

$$\frac{\partial^2 E_м}{\partial m \partial t} = \frac{\partial^2 U}{\partial m \partial t} + \frac{\partial^2 A_{зн}}{\partial m \partial t} + \frac{\partial^2 Q}{\partial m \partial t}, \qquad (3)$$

де: U — внутрішня енергія; $A_{зн}$ — робота зносу; m — маса взаємодіючих об'єктів контактної взаємодії.

Метою роботи є зниження інтенсивності зношування ТС дизелів при проходженні процесів самоорганізації з термодинамічної точки зору.

Теоретичне обґрунтування зниження інтенсивності зношування

Процес поглинання пружної внутрішньої енергії контактними шарами ТС дизелів відбувається в початковий момент фрикційної взаємодії або в період припрацювання. По завершенню цього процесу його інтенсивність падає до нуля, періодично поновлюючись у міру розкриття нових контактних шарів за рахунок зношування.

Отже, в усталеному процесі тертя енергетичні витрати на формування вторинних структур стають величинами нижчого порядку в порівнянні з рештою доданків рівняння (3). Тоді рівняння енергетичного балансу підсистеми другого рівня при усталеному процесі зношування матиме вигляд:

$$\frac{\partial^2 E_м}{\partial m \partial t} = \frac{\partial^2 U}{\partial m \partial t} + \frac{\partial^2 Q}{\partial m \partial t}. \tag{4}$$

Якщо у виразі (3) врахувати ентропію, точніше другу варіацію ентропії (надмірне виробництво ентропії) згідно роботи [3], то отримаємо вираз, який буде критерієм можливості проходження процесів самоорганізації підсистем другого рівня:

$$\frac{\partial^2 E_м}{\partial m \partial t} = 2\frac{\partial^2 A_{зн}}{\partial m \partial t} - \left(\frac{\partial I}{\partial V}V + I\right)^2 (\delta V)^2 \frac{n^2}{D^* T} + \frac{p^2}{T^2 B\lambda}\left(\frac{\partial \mu}{\partial v}v + \mu\right)^2 (\delta V)^2 -$$

$$-Tgrad\frac{\rho}{T}\left(\left(\frac{\partial}{\partial t}\left(\delta\rho_g + \delta V_{gs}\right)\right)^2 + \rho_g V_{gs}\right). \tag{5}$$

Зовнішнім проявом самоорганізації в підсистемах другого рівня є стабілізація інтенсивності зношування, яка встановлюється в останню чергу після повної стабілізації всіх силових, теплових і мікрогеометричних параметрів ТС дизелів.

Термодинаміка підсистеми третього рівня відображає процес трансформації нетеплової складової зовнішнього потоку механічної енергії в незворотні енергетичні втрати і внутрішні структурно-енергетичні перетворення, що відбуваються в контактних шарах при терті.

Вся підведена механічна енергія поглинається поверхневими шарами тіл тертя у вигляді пружної енергії деформації. В результаті, контактні структури переходять в неврівноважений стан.

Всі можливі енергетичні форми можна розділити на два види: оборотні і необоротні. Необоротні - це такі види форм енергій, які в своєму розвитку досягли стану, при якому потенційно неможлива їх подальша трансформація в інші форми. Вони не можуть бути задіяні в процесах перетворення структур і безповоротно покидають підсистему, розсіюючись в навколишньому середовищі. До таких видів, можна віднести теплову, акустичну і світлову енергії. Необоротні енергетичні форми є домінуючими у всіх триботехнічних і деформаційних процесах.

Енергомасоперенос, що відбувається в рамках підсистеми третього рівня, стимулюється градієнтами температур, напружень, хімічного потенціалу і густини дислокацій. Напрям енергомасопереносу протилежний вектору градієнта хімічного потенціалу, тому по ходу розвитку процесу відбувається зниження його інтенсивності.

Енергомасоперенос, що реалізовується в підсистемі третього рівня, являє одну із форм дисипації поглинутої механічної енергії. Спад маси за рахунок мікроруйнування (зносу) відноситься також до дисипативного явища, оскільки внутрішня енергія, що уноситься частинками зносу і енергетичні витрати на здійснення роботи зношування необоротно покидають підсистему третього рівня.

Рівняння, що описує процес дисипації внутрішньої енергії (5) з фізичної точки зору — це рівняння переносу, в якому перший та другий доданки описують процеси поверхневого руйнування (конвективний масоперенос), а два останні — процеси енергомасопереносу, реалізовані за рахунок градієнтних співвідношень.

Висновки

Виходячи з теорій термодинаміки та еволюції систем Пригожина-Гленсдорфа теоретично встановлено, що для зменшення інтенсивності зношування ТС дизелів необхідно забезпечити на їх контактуючих поверхнях тертя протікання процесу енергомасопереносу за рахунок градієнтів хімічних потенціалів та густини дислокацій взаємодіючих матеріалів.

Список літератури

1. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М.: Мир, 1973.— 280с.

2. Якубов Ф.Я., Ким В.А. Энергетика процесса самоорганизации при трении и износе // Высокие технологии в машиностроении/Сб. науч. трудов НТУ «ХПИ».— Харьков.— Вып. 1 (4).— 2001.— С. 14–22.

3. Барановський Д.М. Самоорганізація структур в процесі дисипації // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.— 2009.— № 3/8 (39).— С. 28–30.

Аннотация. *На основе теорий термодинамики и эволюции систем теоретически показано, что для снижения интенсивности изнашивания трибосистем дизелей необходимо обеспечить на их контактирующих поверхностях трения прохождение процесса энергомассопереноса за счет создания градиентов химических потенциалов и плотности дислокаций материалов.*

Annotation. *On the basis of theories of thermodynamics and evolution of the systems it is shown in a theory, that for the decline of intensity of wear of tribosystem diesels it is necessary to provide on their contacting surfaces of friction passing of process of energy mass transfer due to creation of gradients of chemical potentials and closeness of distributions of materials.*

Стаття надійшла до редакції 14.12.2009 р.

УДК 629.114.5.011.5.071. 53.24

ГОРБАЙ О.З., к. т. н.; ГОЛЕНКО К.Е., аспірант; КРАЙНИК Л. В., д. т. н., професор,
Національний університет «Львівська політехніка»

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ АВТОБУСІВ ТИПУ LOW-ENTRY

На основі проведеного порівняльного аналізу ефективності використання на маршруті автобусів типу low-entry національного й закордонних виробників визначено продуктивність їх експлуатації в залежності від пасажиромісткості, спорядженої та повної мас, корисного навантаження і габаритних розмірів досліджуваних моделей. Розглянуто особливості застосування модульних систем каркасу в межах одного сімейства автобусів.

Постановка проблеми

Раціональний вибір компонувальної схеми при проектуванні автобуса продиктований в першу чергу показниками ефективності його експлуатації та продуктивністю роботи транспортного засобу для перевезення пасажирів на маршруті. Конкуренція на ринку низькопідлогових автобусів на сьогоднішній день загострюється із наступним виходом нової моделі, кожна із яких несе у собі характерні особливості. Для отримання об'єктивних результатів порівняльного аналізу в рамках роботи проаналізовано компонувальні схеми моделей виробників автобусів з різних країн.

Основний розділ

Специфічні умови перевезень пасажиропотоків, особливо в час пік, викликало в останнє десятиліття суттєве пожвавлення конкуренції серед виготовлювачів автобусів. На сьогоднішній день в містах все чіткіше визначається тенденція до збільшення частки автобусного парку з низькопідлоговими моделями автобусів, кожна із яких несе у собі характерні особливості, визначені різними школами автобусобудування. При виборі компонувальної

схеми при проектуванні автобуса поруч із врахуванням собівартості виготовлення виробу, технологічності виробництва і т. п., в першу чергу прогнозуються показники ефективності експлуатації та продуктивність роботи моделі на маршруті. З метою отримання об'єктивних результатів порівняльного аналізу запропоновано розглянути моделі автобусів виробників, представлених різними країнами.

Для визначення оцінки ефективності експлуатації автобусів порівняльний аналіз проводиться за декількома показниками. Так, його значення, виходячи із середньорічної продуктивності експлуатації [1], вираховується за наступною формулою:

$$W_r = 365 \cdot \alpha_И q_H \gamma T_H \eta_H \beta V_E \text{, пас·км/рік,} \quad (1)$$

де $\alpha_И$ — коефіцієнт використання автобуса; q_H — номінальна місткість автобуса, пас; γ — коефіцієнт використання місткості; T_H — середній час наряду, год; η_H — коефіцієнт використання наряду; β — коефіцієнт використання пробігу; V_E — експлуатаційна швидкість руху, км/год.

Для подальшого аналізу рекомендується прийняти наступні значення параметрів:

Таблиця 1

Прийняті для розрахунку параметри

Параметр	Чисельне значення
Коефіцієнт використання автобуса — $\alpha_И$	0,79
Середній час наряду — T_H, год	12,5
Коефіцієнт використання наряду — η_H	0,9
Коефіцієнт використання пробігу — β	0,96

Номінальну місткість автобуса пропонується визначити, виходячи із наступного виразу:

$$q_H = \frac{k_B \cdot G_{СП} - 70}{70} \text{, пас} \quad (2)$$

де k_B — коефіцієнт вантажопідйомності (відношення корисного навантаження з врахуванням ваги водія до спорядженої маси автобуса)

$G_{СП}$ — споряджена вага автобуса, кг

Значення коефіцієнта k_B для автобусів із низькопідлоговою компоновкою має наближатись до одиниці за рахунок специфіки організації внутрішнього об'єму салону при зниженому рівні підлоги в порівнянні з традиційними схемами [2].

У табл. 2 приведені значення номінальної місткості автобуса q_H^l, визначеної компоновкою та значення q_H, отримані за допомогою виразу 2. Номінальна місткість автобуса q_H визначається з умови повного використання вантажопідйомності шин. Найбільш вдалим вважається компонувальне рішення, що характеризується мінімальним значенням розбіжності між дійсною пасажиромісткістю та розрахунковою, виходячи із максимального використання вантажопідйомності шин. Згідно із приведеними в таблиці 2 значеннями, відсоток розбіжності для моделі МАЗ 226 прямує до нуля, що підкреслює високий рівень оптимізації компоновки даного автобуса. З мінімальним відривом слідом йде досліджувана у роботі модель автобуса А101 із значенням відхилення, рівним 3%, що доводить високий рівень пропрацювання компонувальної

схеми ще на стадії проектування. Найменш оптимізованою з точки зору компоновки є модель SOR BN із величиною відставання у 30,2% дійсної від розрахункової пасажиромісткості, що пояснюється необхідністю встановлення виробником максимальної кількості сидячих місць. Модель автобуса ПАЗ-3237 характерна дійсною пасажиромісткістю, більшою на 26,9% від визначеної за умовами максимального навантаження на шини. Зазначена різниця позитивно впливає на економічні показники експлуатації автобуса в умовах густозаселеного міста при невеликих за тривалістю маршрутів по причині наявності значних накопичувальних площадок. Якісна оцінка оптимальності компонувальних схем для різних моделей автобусів представлена на рис. 1.

Таблиця 2

Значення дійсної і розрахункової пасажиромісткості та величин розбіжності

$q_н$, пас	Марка автобуса						
	Autosan H7–20	Autosan A0808MN	ПАЗ–3237	МАЗ 226	SOR BN	А 102	А 101
Дійсна q_H^l	50	46	54	59	76	56	60
Розрахункова q_H	51,8	50,4	39,4	59,2	99	61,8	61,8
Розбіжність Δq_H, %	3,7	9,6	–26,9	0,48	30,2	10,4	3,0

Наведена у формулі (1) залежність містить постійні значення ряду параметрів ($\alpha_И, T_Н, \eta_Н, \beta, V$), спільні для досліджуваних моделей автобусів, тому значення ефективності експлуатації автобусів, виходячи із їх середньорічної продуктивності, залежить в першу чергу від величини q_H — номінальної місткісті автобуса. Значення коефіцієнта використання місткості пропонується прийняти однаковим ($\gamma = 0{,}464$) для описуваних в аналізі автобусів, виходячи із рекомендацій, зазначених у роботі [1]. При таких початкових умовах кінцеве значення W залежить у першу чергу від розрахункового значення пасажиромісткості q_H, а відтак модель автобуса SOR BN виступає лідером.

Закономірно, що оціночний параметр W збільшується із зростанням класу автобуса, а тому він найбільший для моделі SOR BN, яка знаходиться у перехідному класі [3]. Оскільки вдалість компоновульної схеми на стадії проектування оцінюється за критерієм розбіжності дійсної та розрахункової пасажиромісткості Δq_H (згідно значень табл. 2), то запропоновано провести оцінку ефективності експлуатації автобуса за різницею між дійсним її значенням та оптимальним, отриманим по розрахунках. Для цього введено відносний параметр ΔW, що дозволить оцінити успішність попередніх конструкторських розрахунків на стадії проектування, порівнявши їх із еталонними згідно із наведених вище умов:

$$\Delta W = 365 \cdot \alpha_И \Delta q_H \gamma T_Н \eta_Н \beta V_E, \text{ пас·км/рік} \qquad (3)$$

По такому оціночному критерію модель автобуса МАЗ 226 займає першу позицію, оскільки значення розбіжності Δq_H у ході попередніх розрахунків для неї є найменшим. З мінімальним відставанням за нею слідує досліджувана модель А101, для котрої різниця між дійсною та еталонною середньорічною продуктивністю експлуатації складає лише 3%, що можна назвати ідеальним результатом. Зазначена оцінка дозволяє вже на ранньому етапі аналізу судити про глибоке професійне пропрацювання моделі А101 розробки ВАТ «УкрАвтобусПром».

Оцінка досконалості спроектованої конструкції автобуса, а відповідно його комерційна ефективність експлуатації додатково визначається з умов використання матеріалів, навантаження на роботу двигуна, інших вузлів та агрегатів. Оцінку загальної ваги необхідно проводити не тільки з умов максимально допустимого навантаження, що залежить від застосування шин, але й від значення максимальної ваги, що складається з можливої корисної ваги й власної ваги автобуса із заданою габаритною довжиною [4]. Значення повної та спорядженої маси для досліджуваних моделей автобусів представлені на рис. 2.

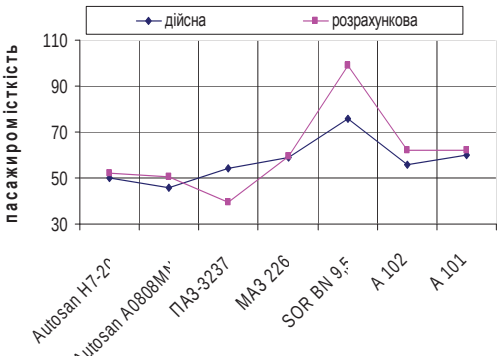


Рис. 1. Пасажиромісткість досліджуваних моделей автобусів

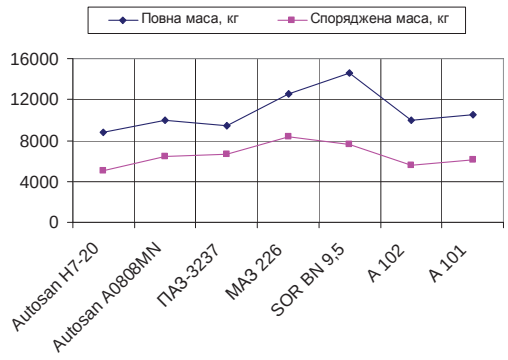


Рис. 2. Споряджена і повна маси досліджуваних моделей автобусів

Важливий показник — корисне навантаження, являє собою різницю між повною та спорядженою масою автобуса і представлене для різних моделей автобусів на рис. 3.

По представлених на рис. 3 значеннях простежується очевидна тенденція отримання вищих значень корисного навантаження для автобусів із більшою повною масою. Так, модель SOR BN із повною масою 14 600 кг характеризується найбільшою величиною корисного навантаження серед представлених у дослідженні автобусів. Описувана модель автобуса А101 за вказаним показником посідає друге місце із величиною корисного навантаження 4400 кг при повній вазі 10 500 кг, що є надзвичайно високим показником. При сучасних технологічних можливостях виробництва, а також високому рівні оптимізації компонувальної схеми автобусів на стадії проектування, коефіцієнт навантаження для даного класу машин прямує до одиниці, тобто корисне навантаження близьке за своїм значенням до спорядженої маси. Якщо проаналізувати коефіцієнт відношення корисного навантаження до спорядженої маси, отримаємо наступні результати, представлені на рис. 4.

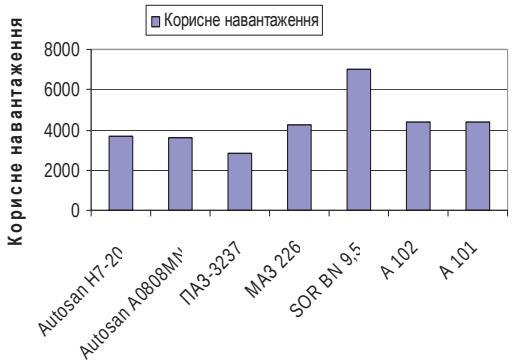


Рис. 3. Корисне навантаження в досліджуваних моделей автобусів

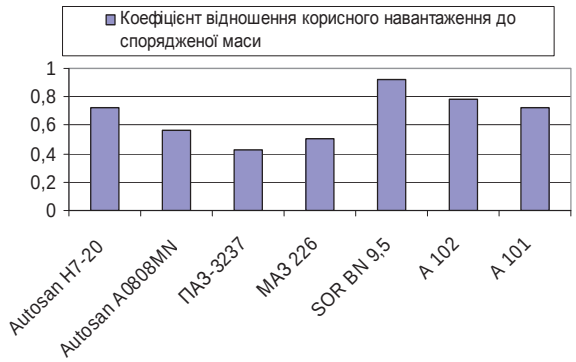


Рис. 4. Коефіцієнт відношення корисного навантаження до спорядженої маси досліджуваних моделей

У ході дослідження, показаного на рис. 4, лідерство зберігається за моделлю SOR BN із значенням коефіцієнта відношення корисного навантаження до спорядженої маси Km = 0,92. Досліджувана у роботі модель автобуса А101 розділяє другу позицію із розробкою А102 та модифікацією Н7–20 виробництва Autosan.

Сімейство автобусів, з урахуванням можливості їх експорту, необхідно спроектувати так, щоб забезпечити отримання найвищих показників місткості в рамках даного класу із його максимальними обмеженнями по довжині. Оскільки розбіжність по значенню габаритної ширини є значно меншою, ніж по довжині при порівнянні автобусів одного класу, то основні компонувальні маніпуляції по заповненню місцями внутрішнього простору салону під час проектування можливі тільки по його поздовжній осі. Беручи до уваги такі особливості, єдиним суттєвим способом зростання пасажиромісткості автобуса є його збільшення за габаритною довжиною. І тільки в окремих випадках, на стадії проектування, завдяки компонувальним компромісам та вдалій організації розміщення вузлів і агрегатів у просторовій конструкції автобуса, вдається локально виграти одне або декілька додаткових пасажирських місць. Габаритна довжина автобусів, що розглядаються у роботі, змінюється від 7353 мм (модель Autosan H7-20) до 9580 мм — для моделі SOR BN 9,5, і представлена на рис. 5.

Очевидно, що значення спорядженої маси автобуса зростає при збільшенні його габаритної довжини, котра повинна залишатись у межах, визначених класом. Для оцінки спорядженої маси автобуса на даний час існує декілька питомих показників, одним із котрих є відношення спорядженої маси $G_{сп}$ до погонного метру довжини автобуса: $\frac{G_{сп}}{L_{габ}}$

Додатковим підтвердження існуючої залежні власної ваги автобуса від габаритної довжини може бути наступний вираз, представлений у першому наближенні:

$$G_O = G_f + L\gamma \qquad (4)$$

де G_f — вага вузлів та агрегатів, γ — питома вага кузова, приведена до 1 пог. м.

Для автобусів, що виробляються на даний час, величина питомого показника змінюється в межах 380–500 кг/м, а для сімейства сучасних низькопідлогових автобусів midi-класу його значення може бути зниженим до 350 кг/м.

Оскільки ефективність експлуатації автобуса, його комерційна прибутковість у першу чергу визначається значенням корисного навантаження (для міського автобуса при розрахунках приймається величина 68 кг/пас відповідно до кількості місць) [5], то доцільно провести аналіз коефіцієнта відношення корисного навантаження до габаритної довжини автобуса. Запропонована оціночна методика подана на рис. 6 і дозволяє судити наскільки вдалим було нарощування габаритної довжини автобуса для збільшення корисного навантаження, адже для певних моделей автобусів таке видовження стало загрозою можливої конкуренції у вищому класі машин.

Модель SOR BN отримала найвищу оцінку в даній дисципліні, адже зазначений коефіцієнт для неї становить 0.73, що дозволяє судити про виправданий ризик збільшення габаритної довжини зі сторони виробника в умовах конкуренції в класі midi. Проте, виходячи із ряду оціночних критеріїв і суттєво вищої кінцевої вартості продукту, модель SOR BN не може претендувати на звання чесного гравця у середньому класі автобусів, а тому вона аналізується відсторонено від інших учасників дослідження. При такій ситуації, перше місце між собою розділяють дві розробки ВАТ «УкрАвтобусПром»: моделі А101 та А102 із майже однаковим коефіцієнтом, рівним 0.53, що дозволяє судити про високу економічну ефективність їх експлуатації.

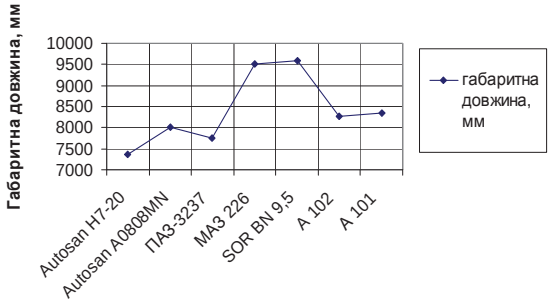


Рис. 5. Співвідношення габаритної довжини і повної маси досліджуваних моделей

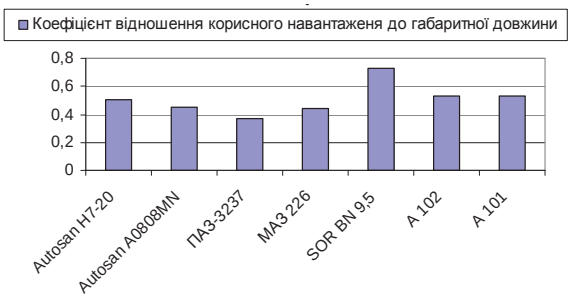


Рис. 6. Відношення корисного навантаження до габаритної довжини моделей автобусів

Однією з найефективніших методик оцінювання ефективності експлуатації автобуса, його комерційної успішності та максимальної прибутковості для перевізників, є аналіз ряду співвідношень між пасажиромісткістю, габаритною довжиною та повною масою. Запропоновані залежності також дозволяють максимально відчути вдалість компонувальної схеми автобуса, визначити ефективність використання корисного об'єму його салону [6]. Для отримання якісних показників пропонується провести дослідження за наступними етапами:

– розрахунок коефіцієнта відношення повної маси до пасажиромісткості, К1
– розрахунок коефіцієнта відношення габаритної довжини до пасажиромісткості, К2.

На рис. 7 подана якісна картина аналізу досліджуваних автобусів у відповідності до коефіцієнта К1. Згідно із отриманими результатами, розробка ВАТ «УкрАвтобусПром», модель А101, характеризується як найбільш вдало спроектована з точки зору максимальної пасажиромісткості у залежності від повної маси, тобто, на одиницю повної ваги автобуса припадає максимальне значення кількості пасажирів серед проаналізованих моделей [7]. Такий результат вигідно виділяє модель А101 у середньому класі машин, безпосередньо впливаючи на показники паливної економічності, матеріаломісткості, кінцевої прибутковості для автобусних парків.

При дослідженні наступного параметру К2, що являє собою відношення габаритної довжини до пасажиромісткості, приймалося до розгляду також дійсне значення кількості пасажирів, виходячи із компоновки автобусів. Рис. 8 дає змогу дійти висновків про доцільність нарощування габаритної довжини для отримання більшої пасажиромісткості.



Рис. 7. Співвідношення повної маси і пасажи ромісткості досліджуваних моделей

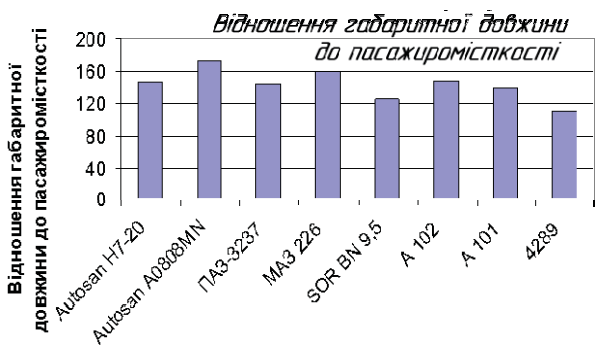


Рис. 8. Співвідношення габаритної довжини і пасажиромісткості досліджуваних моделей

Модель автобуса SOR BN, що займає місце перехідного класу, визначається найменшим коефіцієнтом відношення К2, а отже використовувати габаритну довжину найбільш доцільно з точки зору розміщення пасажирів. Така особливість частково пов'язана із характерною східчастою структурою кузова у середній частині, де наявний перехід на вищий рівень габаритної висоти автобуса. Слід прийняти до уваги розглянуту у графіку 1 величину відставання у 30,2% дійсної від розрахункової пасажиромісткості у моделі SOR BN. При спробі оцінити параметр К2 із точки зору розрахункової пасажиромісткості, визначеної із максимального використання вантажопідйомності шин, модель SOR BN суттєво поступається конкурентам. Виходячи з такої позиції, досліджувана у роботі розробка А101 займає впевнене лідерство з максимально низьким у класі midi відносним коефіцієнтом К2, рівним 138,9.

В залежності від поставлених експлуатаційних завдань, проектування прототипу автобуса може розвиватись у напрямку покращення одних показників за рахунок зменшення значення інших. Очевидно, що встановити пріоритети важливості між коефіцієнтами К1 та К2 на ранніх етапах розробки автобуса класу midi неможливо, тому пропонується ввести приведений коефіцієнт К3. Значення коефіцієнту К3 відповідає середньому арифметичному між коефіцієнтом відношення повної маси до пасажиромісткості (К1) та коефіцієнтом відношення габаритної довжини до пасажиромісткості (К2). Оцінка досліджуваних моделей автобусів за вказаним показником представлена на рис. 9, а фактичні значення абсолютних і розрахункових величин подано у табл. 3.

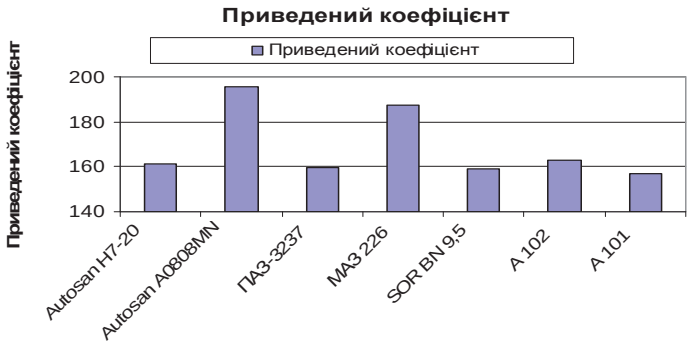


Рис. 9. Приведений коефіцієнт оцінки експлуатаційної ефективності компонувальних схем міських автобусів

Узагальнений коефіцієнт К3 для моделі А101 розробки ВАТ «УкрАвтобусПром» має найнижче значення серед розглянутих автобусів, що дозволяє однозначно стверджувати про лідерські якості даної розробки. Отримане значення коефіцієнту К3 = 156,95 означає найефективніший компонувальний компроміс між основними параметрами автобуса: пасажиромісткістю, габаритною довжиною та повною масою. По даному критерію модель А101 може бути визначена, як економічно перспективна машина класу midi із високим показником середньорічної продуктивності експлуатації.

Особливості модульної системи каркасу автобусів в межах сімейства

Одним із визначальних факторів при розробці нової моделі автобуса є дотримання поняття «Сімейства». Під даним терміном розуміють сукупність типових пар міських та приміських автобусів із різними габаритними довжинами, які спроектовані з використанням ідентичних конструктивних принципів, і задовольняють сучасним вимогам щодо експлуатації транспорту у міській та приміській зоні. Конструктивними та технологічними принципами сімейства є:

Таблиця 3

Абсолютні та відносні параметри автобусів, значення розрахункових коефіцієнтів

Параметри	Autosan H7-20	Autosan A0808MN	ПАЗ–3237	МАЗ 226	SOR BN 9,5	А 102	А 101
Повна маса, кг	8800	10 000	9500	12 600	14 600	10 000	10 500
Споряджена маса, кг	5100	6400	6670	8380	7600	5600	6100
Номінальна місткість q, пас:							
дійсна	50	46	54	59	76	56	60
розрахункова	51,85	50,42	39,42	59,28	99	61,85	61,85 714
розбіжність, %	3,71	9,62	–26,98	0,48	30,26	10,45	3,095 238
Корисне навантаження	3700	3600	2830	4220	7000	4400	4400
К-т відношення корисного навантаження до спорядженої маси	0,72	0,56	0,42	0,50 358	0,92	0,78	0,72
К-т відношення корисного навантаженя до габаритної довжини	0,5	0,45	0,36	0,44	0,73	0,53	0,52
Габаритна довжина, мм	7353	8000	7755	9500	9580	8260	8335
К-т відношення повної маси до пасажиромісткості	176	217,39	175,92	213,55	192,1	178,57	175
К-т відношення габарит ної довжини до пасажиромісткості	147,06	173,91	143,61	161,01	126,05	147,5	138,91
Приведений коефіцієнт	161,53	195,65	159,76	187,28	159,07	163,03	156,95

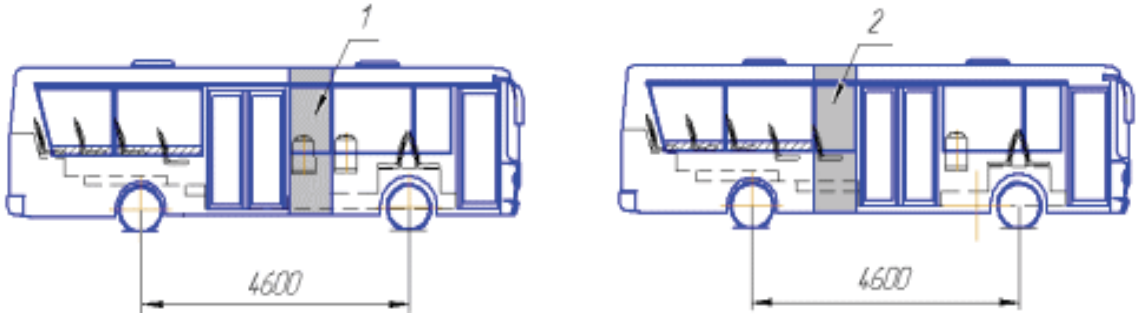
– єдиний закон побудови форм, застосування однакових вікон, штампованих кузовних панелей, місць розташування органів керування та інших елементів конструкції;

– застосування спільного сортаменту труб, типів арматури в просторовій конструкції сімейства автобусів;

– ідентична інсталяція уніфікованих вузлів та агрегатів в межах сімейства автобусів;

– дотримання спільної технології виготовлення автобуса шляхом застосування єдиного виробничого цеху, кондукторних плит та іншого оснащення, спільних ліній зборки та фарбування.

Виходячи із тенденції максимальної економії при виробництві автобусів в умовах ринкової конкуренції, принцип уніфікації сімейства автобусів з різними габаритними довжинами використовується переважною більшістю виробників [8]. Поставлене завдання вирішується за допомогою методу модульної системи, котра являє собою наперед задану періодичність розташування кузовних секцій автобуса, визначених поперечинами, боковими та підвіконними стійками, також рамою даху. Сімейство автобуса, як правило, характеризується використанням двох або трьох секцій із заданими довжинами. Місце розташування основного модуля завжди визначається розміщенням двостулкових дверей, які забезпечують прохід шириною не менше 1200 мм. В результаті оцінки рівноміцності конструкції, виконання вимог щодо осьового навантаження від агрегатної та вузлової бази, технологічності та легкості виготовлення, виділяються оптимальні формули модульної системи компоновки автобусів у сімействі. У випадку міського та приміського типу міді-автобусів типу «Low-entry» можна відзначити наступні компонувальні схеми:



а) *б)*

Рис. 10. Компонувальна схема автобуса А101 з додатковим модулем 1 (а) і 2 (б)

Компонувальна схема базової версії автобуса сімейства А101 з міжколісною базою 4000 мм, що являє собою початкову формулу для інших модифікацій. Компонувальна схема, зображена на рис. 10 а)., характеризується наявністю додаткового модуля 1, розташованого між передньою віссю та двостулковими дверима. При такім варіанті виконання компоновки вдається досягти максимальної місткості накопичувальної площадки при низькопідлоговій схемі автобуса, що дозволяє отримати вищі показники ефективності експлуатації в міських умовах. В запропонованій компонувальній схемі на рис. 10 б)., додатковий модуль 2 розміщений між задньою віссю та центральними двостулковими дверима, що в кінцевому результаті збільшує об'єм задньої частини, дозволяючи встановлення додаткового ряду пасажирських крісел, підвищуючи ефективність експлуатації даної версії автобуса на міжміських рейсах. Така формула виконання компоновки автобуса технологічно є більш складною, оскільки додатковий модуль 2 продовжує структуру задньої частини автобуса, пов'язаної із моторним відсіком та каркасом кріплення задньої підвіски, потребує введення додаткових підсилювальних елементів (поперечних труб) у модуль 2 з метою компенсації втрати міцності центральної міжосьової частини при видовженні її приблизно на 600–1000 мм. Виходячи із вищезазначених особливостей, видовжена міська модифікація, характеризується вищою технологічністю, ступенем уніфікації та нижчою вартістю кінцевого виробу.

Кузов сучасного автобуса характеризується конструктивною складністю, надійністю та міцністю, котрі на практиці визначають його довговічність, тому на стадіях проектування автобуса особлива увага приділяється статичній та втомлюваній міцності несучої системи. Враховуючи специфіку низькопідлогової компоновки, додаткові підсилювальні елементи особливо актуальні у верхній частині боковин автобуса та формі даху для зменшення концентрації напружень. За попереднім аналізом, несиметричність просторової конструкції рами автобуса вздовж поздовжньої осьової, потребує додаткового введення поперечин у верхню зону бокових дверей та в оточуючу їх область даху.

В обох випадках необхідно врахувати додатковий приріст власної ваги, максимальне значення котрої базується в загальному на двох принципах. Значення допустимого навантаження автобуса визначається обраними шинами, а також загальною вагою, що складається із максимального корисного навантаження та власної ваги автобуса із заданою габаритною довжиною. Очевидно, що при застосуванні модульної формули у компонувальній схемі автобуса габаритна довжина при загальній базі та заданій колісній формулі не може бути визначена довільно, а тому міжколісна база автобуса на рис. 10 *а)* та рис. 10 *б)* буде різною за означенням. Проте, видовжена модифікація моделі А101 обходить по конкурентоспроможності розглянуту в поданому вище аналізі модель SOR BN, оскільки концептуально розробка ВАТ «УкрАвтобусПром» все ще залишається у середньому класі автобусів за своїми показниками і кінцевій вартості, але при цьому створює значний тиск на представників машин вищого класу. Таким чином, можна

впевнено стверджувати, що модифікація А101 із збільшеною габаритною довжиною наслідує тенденцію популярних нині, так званих «maxi» автобусів середнього класу.

Висновки

За результатами проведених досліджень встановлені: тенденція зростання ефективності використання внутрішнього простору салону при переході до низькопідлогових схем автобусів; збільшення значень відносних коефіцієнтів пасажиромісткості по мірі подовження бази та звисів машин і їх переходу у вищий клас; майже подвійна перевага типу «Low-entry» перед класичною компоновкою по коефіцієнту відношення корисного навантаження до спорядженої маси; досягнення високих показників зведеного коефіцієнту ефективності у малому та середньому класі автобусів виконується значно складніше порівняно до великогабаритних машин з точки зору контруктивних та технологічних заходів.

Список літератури

1. Вильковский Е.К. Оценка эффективности использования городских автобусов средней вместимости с различными компоновочными схемами/Е.К. Вильковский, А.В. Чанков.— Львов: Труды ВКЭИавтобуспрома, 1975.

2. Осепчугов В.В. Методика выбора конструктивных схем автобусов/В.В. Осепчугов, А.В. Чанков.— Вип. 11.— Львов: Автомобильная промышленность, 1973.

3. Кокеш Ш. Основные конструкторские вопросы создания городских автобусов большой вместимости/Ш. Кокеш.— Дьер, ВНР, 1972.— (Доклад на Конференции экспертов по автобусостороению).

4. Чанков А.В. Основы системного метода оценки и выбора конструкции шасси и кузова городских автобусов/ А.В. Чанков.— Львов: Труды ВКЭИавтобуспрома, 1979.

5. Чанков А.В. Оптимизация материалоемкости автобусов и пути экономии материалов./А.В. Чанков. — Львов: Труды ВКЭИавтобуспрома, 1979.

5. F. Lan. Comparative analysis for bus side structures and lightweight optimization./F. Lan, J. Chen, J. Lin.— Proc. Instn. Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 2004,— 1067–1075.— (Vol. 218, pp).

6. Peter Eriksson. Optimisation of a bus body structure International Journal of Heavy Vehicle Systems/Peter Eriksson. Issue: Volume 8, 2001.— 1–16pp. (Number 1/2001).

7. P. Eriksson. Ride comfort optimization of a city bus Structural and Multidisciplinary Optimization./P. Eriksson, O. Friberg.— Volume 20, Number 1/August, 2000.

8. F Lan. Comparative analysis for bus side structures and lightweight optimization./F Lan, J Chen, J Lin Proc.— Instn Mech. Engrs Vol. 218 Part D: J. Automobile Engineering.

Аннотация. *На основании проведенного сравнительного анализа эффективности использования на маршруте автобусов типа low-entry украинского и зарубежных производителей определена производительность их эксплуатации в зависимости от пассажировместимости, снаряженого и полного веса, полезной нагрузки и габаритных размеров исследуемых моделей. Рассмотрено особенности использования модульных систем каркаса кузова в рамках семейства автобусов.*

Abstract. *The results of calculated investigations show the tendencies and specifications of different class and types of bus component schemes, therefore it enables to determine the weak and strong sides in the suggested for the observation models. The paper suggests different analysis variants with the help of the coefficients of accordance between the length, weight and passengers seats capacity. «Low-entry» type bus body shows the highest efficiency among the tested models and can be named the leader scheme.*

Стаття надійшла до редакції 02.11.2009 р.

АВТОРИ НОМЕРА

1. Баранова Н.І., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
2. Барановський Д.М., Кременчуцький державний університет ім. М. Остроградського
3. Бондаренко А.Є., Донецька академія автомобільного транспорту
4. Вербицький В.Г., Донецька академія автомобільного транспорту
5. Воропай Н.А., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
6. Голенко К.Е., Національний університет «Львівська політехніка»
7. Горбай О.З., Національний університет «Львівська політехніка»
8. Денищенко І.Я., Донецька академія автомобільного транспорту
9. Енглезі І.П., Донецька академія автомобільного транспорту
10. Жилінков О.О., Приазовський державний технічний університет
11. Калюжний М.В., Донецька академія автомобільного транспорту
12. Крайник Л.В., Національний університет «Львівська політехніка»
13. Куплінов А.В., Донецька академія автомобільного транспорту
14. Лобашов О.О., Харківська національна академія міського господарства
15. Макійов М.М., Донецька академія автомобільного транспорту
16. Максимов Д.В., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
17. Мойся Д.Л., Донецька академія автомобільного транспорту
13. Момот В.М., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
14. Петров О.В., Донецька академія автомобільного транспорту
15. Попруга Ж.С., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
16. Рейцен Є.О., Київський національний університет будівництва і архітектури
17. Стрільник Ю.М., Донецька академія автомобільного транспорту
18. Ткаченко В.П., Донецька академія автомобільного транспорту
19. Федоренко М.М., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
20. Федоров Є.Є., Донецька академія автомобільного транспорту
21. Чернишев С.О., Донецька академія автомобільного 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 ГОСТ 7.1-84 «Бібліографічний опис документа. Загальні вимоги й правила укладання» 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.