Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту

№ 1
травень
2007

Науковий журнал

Засновник:
Донецький інститут
автомобільного транспорту

Видавець:
ТОВ «Дончанка-інформ»
Адреса: 83000, м. Донецьк,
вул. Горького, 146.

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

В журнал увійшли статті співробітників, аспірантів та докторантів Донецького інституту 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) 345-29-49
E-mail: donak@etel.dn.ua

Рекомендовано до друку вченою радою Донецького інституту автомобільного транспорту.
Протокол № 7 від 04.04.2007 р.

Редакційна колегія:

Головний редактор
М.І. Міщенко, *д-р техн. наук, професор*

Члени редколегії:
І.О. Аліпова, *канд. екон. наук. доцент*
Ю.В. Бєлов*, канд. техн. наук, доцент*
В.В. Бєлоусов*, д-р техн. наук, професор*
В.І. Вербицький*, д-р фіз.-мат. наук, професор*
Л.П. Вовк*, д-р техн. наук, професор*
І.П. Головченко*, канд. техн. наук, доцент*
В.К. Доля*, д-р техн. наук, професор*
І.П. Енглезі, *канд. техн. наук*
А.А. Жирнов*, канд. техн. наук, доцент*
В.Г. Заренбін*, д-р техн. наук, професор*
Є.І. Казанцев*, д-р техн. наук, професор*
О.О. Криводубський, *канд. техн. наук. доцент*
Н.Д. Лук'янченко*, д-р екон. наук, професор*
В.А. Макаров*, канд. техн. наук, доцент*
Н.Є. Муромець*, канд. екон. наук, доцент*
В.П. Поліщук*, д-р техн. наук, професор*
В.П. Сахно*, д-р техн. наук, професор*
В.Я. Спорихін*, д-р техн. наук, професор*
М.В. Сунцов*, д-р хім. наук, професор*
С.О. Тернов*, канд. техн. наук, с.н.с.*

Відповідальний секретар
А.А. Омельченко, *канд. техн. наук*

Коректор
О.В. Задунайська

Технічний редактор
О.Є. Пахно

ВІСНИК ДОНЕЦЬКОГО ІНСТИТУТУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ
Науковий журнал

Відповідальний за випуск Пахно О.Є.

Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ №7148 від 01.04.2003 р.,
видане Держкомітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України

Журнал включено до **Переліку №16 наукових фахових видань України**, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Бюл. ВАК України, №9, 2005)

Підписано до друку Формат 60x84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 7 Наклад 300 прим.
Замовлення №

Віддруковано у друкарні «ЮрСервіс»
83000, м. Донецьк, вул. Артема, 97
Тел.: (062) 387-20-31.

© **Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту, 2007**

Зміст

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

В.А. Макаров, Е.Г. Буланцева **О подходе к оценке социально-экологической эффективности устойчивости движения автомобилей** **4**

В.Г. Вербицкий, М.И. Загороднов **Определение и анализ устойчивости круговых стационарных режимов движения модели седельного автопоезда** **10**

И.Б. Фролова, Т.И. Швецова, Е.Л. Сокуренко, Н.В. Сунцов **Альтернативные источники моторных топлив** **19**

Транспортні технології

Р.В. Лихошерст **Визначення факторів технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом з урахуванням стану організму водія** **26**

К.В. Доля **Винаходження тарифів на перевезення пасажирів, орієнтованих на забезпечення вимог пасажирів та перевізників** **30**

І.П. Енглезі, О.Є. Пахно **До питання визначення маршруту руху автомобільного транспортного засобу з небезпечним вантажем** **36**

Надійність і довговічність механізмів і машин

Д.А. Баранов **Деформированный высокопрочный чугун – новый материал в автомобилестроении** **42**

Економіка транспорту

В.К. Доля, М.А. Григоров, Т.О. Савченко **Прогнозування загальної потреби інженерних кадрів у дорожній галузі України** **46**

А. М. Сумец **Экономическое обоснование выбора альтернативных вариантов новой техники** **51**

Автори номеру **57**

УДК 629.113.004

В.А. МАКАРОВ, к.т.н., доц., Е.Г. БУЛАНЦЕВА, асс.,
Донецкий институт автомобильного транспорта

О ПОДХОДЕ К ОЦЕНКЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Рассматривается вопрос улучшения показателей экологичности транспортных автомобильных потоков с учетом влияния устойчивости движения автомобилей. Разработана классификация видов отрицательных воздействий неудовлетворительной курсовой устойчивости движения автомобилей на экологию и общество

Введение

Возрастание интенсивности движения автомобилей выдвигает ряд проблем, связанных с разработкой мероприятий по обеспечению максимальной производительности и безопасности дорожного движения, которые напрямую зависят от устойчивости движения автомобиля. На сегодня в процессе принятия инженерных решений, становится очевидной необходимость учета всей совокупности факторов эксплуатации автотранспорта (в том числе экологических и социальных).

Анализ последних исследований и публикаций

От курсовой устойчивости движения (КУД) отдельных автомобилей будет зависеть степень нестационарности общего транспортного потока, величина возмущений в нем, а, следовательно, также интенсивность отрицательного влияния указанного потока на окружающую среду и население. В работе [1] приводится изучение влияния различных факторов на КУД, например, исследуются фазовые портреты в зависимости от свойств шин.

Вариант прямолинейного движения автомобиля со скоростью 15 м/с рассмотрен в [2]. При этом, возмущающие воздействия обусловили боковую составляющую скорости центра масс АТС равную 0,01 м/с, а шины имеют определённый «пяточный» момент. Зависимость угловой скорости Θ от величины угла поворота Θ управляемого модуля приведена на рис. 1.

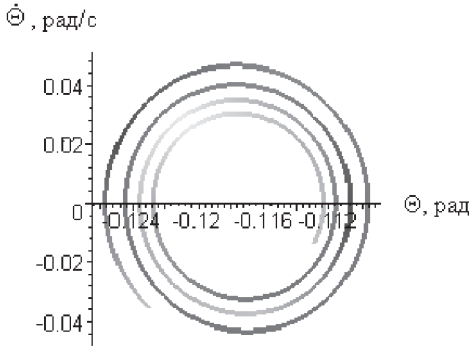


Рис. 1. Зависимость угловой скорости Θ от величины угла поворота управляемого модуля Θ для автомобиля, оснащенного шинами, имеющими определённый «пяточный» момент [2]

Анализ графика позволяет сделать вывод о том, что наличие «пяточного» момента обусловливает стремление АТС к устойчивому движению.

Колесное транспортное средство может в других условиях двигаться хаотически, с колебаниями колес и вращением автомобиля вокруг центра его масс и, тем самым, вносить значимые и опасные возмущения в транспортный поток.

Кроме того, транспорт создает основной вклад в концентрацию тонкой пыли на сильно нагруженных дорогах (улицах). Решающую роль при этом играет неудовлетворительная КУД автомобилей.

Если оценить пылевую нагрузку на улицах с интенсивным движением транспорта, то более 30% составляет «тонкая пыль», в которой есть продукты изнашивания шин и тормозных колодок, а также «завихренная уличная пыль». Дни с наибольшим содержанием пыли совпадают с метеорологическими условиями безветрия [3].

Анализ исследований и публикаций свидетельствует о том, что во многих странах мира в последние годы большое внимание уделяется проблеме повышения КУД, обеспечивающей безопасность движения дорожных транспортных средств и экологическую безопасность транспортных потоков.

Цель статьи

Выбор критерия оценки социально-экологической эффективности устойчивого движения автомобилей в транспортных потоках.

Для достижения цели необходимо выполнить анализ видов отрицательных воздействий неудовлетворительной курсовой устойчивости движения автомобилей на человека и окружающую среду, с разработкой классификации этих воздействий и обоснованием количественной оценки социально-экологической эффективности КУД.

Основной раздел

Безусловно, автомобильный транспорт имеет массу положительных свойств, однако и ряд недостатков, к которым относится его отрицательное воздействие на окружающую среду и население (рис. 2).

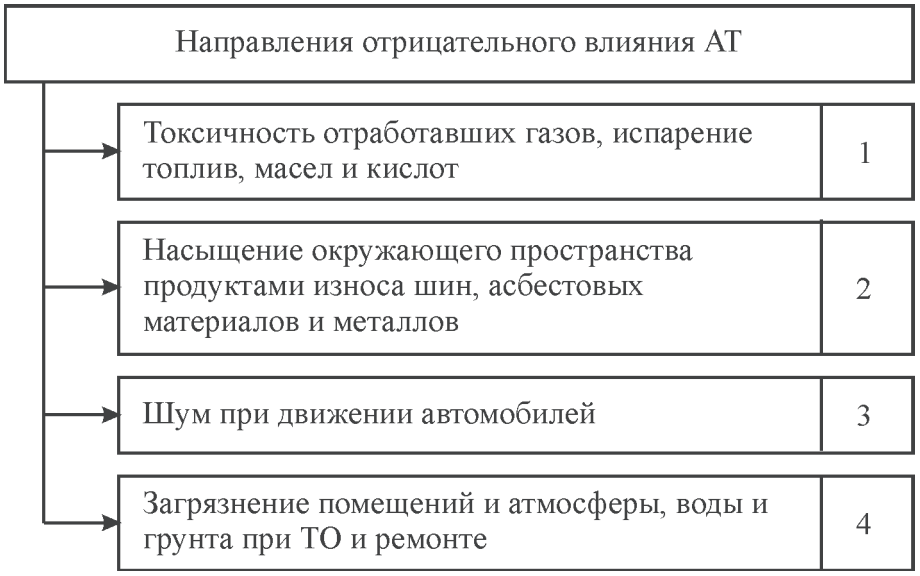


Рис. 2. Основные направления отрицательного влияния АТ на человека и окружающую среду

С увеличением интенсивности использования автотранспорта его негативное влияние на окружающую среду увеличивается. Для Украины характерна эксплуатация большого парка автомобилей со значительным пробегом, которым необходимо перманентное техническое обслуживание и, зачастую, ремонт. К тому же, даже новые и современные автомобили движутся по плохим дорогам и не всегда управляются опытными водителями. Следовательно, для условий Украины также актуальна необходимость применения интенсивных методов предотвращения негативных воздействий на человека и окружающую среду неудовлетворительной курсовой устойчивости движения автомобиля [4].

Отрицательные последствия неудовлетворительной КУД автомобиля на здоровье человека и окружающую среду могут проявляться по следующим направлениям (рис. 3).



Рис. 3. Виды отрицательных воздействий неудовлетворительной курсовой устойчивости движения автомобиля на экологию и общество

Вредная для здоровья пыль представляет собой частицы материала дорожного покрытия, а также продукты изнашивания шин, тормозных колодок и дисков сцепления. Их поступление в окружающую среду возрастает при эксплуатации технически неисправного под-вижного состава: пыль (особенно шин) выделяется в значительном количестве, оказывает на организм человека неблагоприятное воздействие, что может привести к профессиональным заболеваниям. Специфика воздействия пыли заключается в том, что пыль попадает в организм в основном через дыхательные пути, поэтому поражает, прежде всего, органы дыхания.

Ухудшение технического состояния автомобиля и дороги из-за снижения КУД приводит к возрастанию уровня транспортного шума и вибрации, что оказывает вредное воздействие на здоровье людей и может вызвать серьезные расстройства сердечно-сосудистой системы (в больших городах доля транспортных шумов, воздействующих на человека, составляет до 80% всех шумов). Подсчитано, что в условиях систематического шума производительность труда снижается на 30-40%; вибрация вызывает многочисленные изменения в организме человека. Вследствие влияния вибрации увеличивается утомляемость, время реакции, нарушается координация движений, снижается производительность труда и качество работы; при длительном воздействии вибрации нарушается деятельность организма человека.

Дорожно-транспортные происшествия (ДТП), могут повлечь за собой гибель людей, а также прямые и косвенные материальные потери из-за повреждения и выхода из эксплуата-ции дорожно-транспортных средств (ДТС).

Неудовлетворительная КУД приводит к заметному потреблению дополнительного количества горюче-смазочных материалов [5].

Непрерывный рост интенсивности движения на автомобильных дорогах приводит к ускорению процесса изнашивания дорожных покрытий и вызывает необходимость постоянного поддержания и повышения их эксплуатационного состояния. Интенсивность процесса разрушения дорожного покрытия значительно увеличивается, если при движении автомобиля наблюдается неудовлетворительная курсовая устойчивость, при которой может возникнуть боковое скольжение передней или задней оси, нарушая, таким образом, управляемость автомобиля и ускоряя процесс разрушения дорожного покрытия. Кроме того, большое воздействие на дорожное покрытие оказывает давление воздуха в шине, с увеличением которого площадь контакта колеса с дорогой уменьшается, то есть нагрузка на покрытие становится более концентрированной. В результате увеличивается напряжение в дорожном покрытии. К тому же, разрушающее воздействие на дорогу увеличивается, если эксплуатируется шина с жёсткостной неоднородностью, так как в этом случае наблюдается неравномерное распределение нагрузки в зоне контакта колеса с дорогой [5].

Анализ негативного воздействия неудовлетворительной курсовой устойчивости движения автотранспортного средства на экологическую систему позволяет уточнить спектр факторов отрицательного воздействия. Эти данные позволяют судить о масштабах и сложностях проблем охраны окружающей среды и человека от растущего использования автомобилей и необходимости принятия мер, направленных на управление устойчивостью движения транспортного средства. Охрана окружающей среды при решении экологических проблем развитой автомобилизации должна начинаться с ликвидации источников загрязнения или с уменьшения их негативного воздействия на природу. В этом смысле на первый план выступают проблемы управления техническим состоянием автомобиля и в частности управление устойчивостью движения транспортного средства.

Имеющиеся в этой области идеи и решения можно объединить в пять направлений (рис.4) [6, 7].

Первое направление включает в себя мероприятия по снижению выбросов CO, CH, NOx и т.д. за счет совершенствования конструкции автомобиля и его двигателя, повышению качества топлива и масел, замена традиционных двигателей малотоксичными, применение альтернативных видов топлива, более широкое применение электромобилей, очистка выбросов отработавших газов и т.д.

Ко второму направлению относят вопросы рациональной организации перевозок и движения, обеспечивающие снижение выброса вредных веществ на единицу транспортной работы или перевозку одного пассажира, повышение профессионального мастерства водителя, коэффициентов использования пробега и грузоподъемности подвижного состава, перераспределение транспортных потоков в пространстве и времени и др.

Третье направление включает мероприятия по улучшению технического состояния автотранспортных средств, совершенствованию планово-предупредительной системы ТО и ТР подвижного состава, разработку и внедрение прогрессивных технологических методов.

Четвертое направление – ограничение распространения загрязнителей от источника к человеку: рациональная планировка города, защитные сооружения, защитные экраны из зеленых насаждений, перепланировка территорий, прилегающих к транспортной магистрали и др.

Пятое направление включает организацию систематического обучения на всех уровнях основам экологии и обязательно воспитание всех участников дорожного движения.

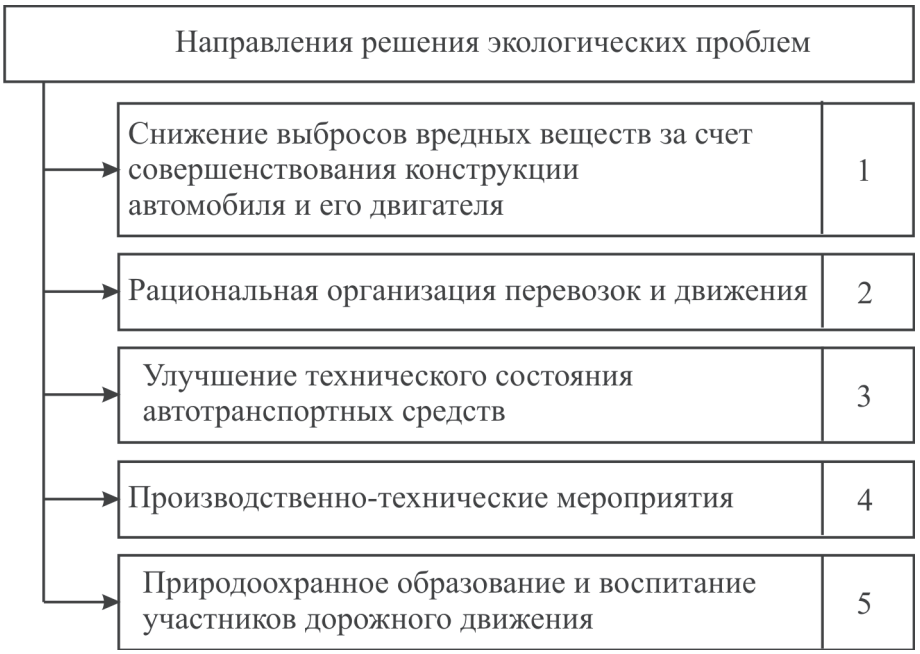


Рис. 4. Основные направления решения экологических проблем развитой автомобилизации

Можно считать, что улучшение технического состояния автомобилей является одним из основных направлений по обеспечению улучшения работы автотранспорта с учетом экологических и социальных аспектов, а эффективное управление КУД – важная составляющая указанного направления. При осуществлении всесторонней интенсификации автотранспортного производства необходимо всегда помнить, что чисто технические и технологические аспекты производства должны все в большей мере отвечать социально-экономическим и экологическим требованиям [8].

Проектирование и создание новой техники и технологических процессов не всегда учитывают экологические стороны жизнедеятельности человека. Вместе с тем, экологические и социальные цели общества органически связаны друг с другом, и один без другого не могут быть правильно раскрыты. Единство экологической и социальной сторон в категории социально-экологической эффективности – важнейшее условие при выборе рациональных путей развития автомобильного транспорта.

Единственной универсальной оценкой эффективности при создании новой техники и технологических процессов, проявлений научно-технического прогресса в целом, является денежная оценка. При всех известных ее недостатках, только на ее основе возможно соизмерить различные результаты: экономические, экологические, социальные. Взаимосвязь научно-технических нововведений с экономической, социальной и экологической структурами обеспечивает комплексный социально-экономический эффект от внедрения научно-технических

разработок. Затраты на внедрение мероприятий по оптимизации КУД автомобилей должны сопоставляться с достигнутыми социально-экономическими и экологическими результатами. Только при этом можно обеспечить всестороннее обоснование принимаемого решения [9].

В итоге, внедрение мероприятий (см. рис. 4) может обусловить следующие результаты:

- экологические – предотвращение или снижение отрицательного воздействия на окружающую среду и улучшение ее состояния за счет уменьшения объемов загрязнения;
- социальные – улучшение развития условий труда и отдыха, повышение благосостояния населения и т.д.
- экономические – предотвращение или сокращение потерь природных ресурсов и излишних затрат труда в производственной и непроизводственной сферах народного хозяйства и в сфере личного потребления.

Таким образом, под социально-экологическим понимается экономический критерий, который одновременно отражает экологические, социальные и экономические результаты проводимого мероприятия.

Следует получить больше знаний об отрицательном влиянии неустойчивого движения автомобилей на окружающую среду и население, что позволит численно определить величину социально-экологического ущерба.

Вывод

В данной статье рассмотрены и классифицированы основные направления отрицательного влияния АТ и неудовлетворительной КУД автомобиля на человека и окружающую среду. Выполнен анализ последствий неудовлетворительной КУД автомобиля на экологию и общество. Предложены пути решения экологических проблем, которые могут обусловить экологические, социальные и экономические результаты.

Список литературы

1. V.G. Verbitskii, V.A. Makarov, V.P. Sakhno, «Influence of the asymmetry of cornering forces on the static stability of two-axle vehicle», International Applied Mechanics, 40, № 11, 1304-1309 (2004).

2. Макаров В.А. Забезпечення курсової стійності руху легкового автомобіля шляхом регулювання кута розвалу керованих коліс // Вісник ПНЦ ТАУ. – 2003. - №6. – С.121-124.

3. Trechorv P.»Luft war nie so sauber wie heute». VDI nachrichten 8 april 2005. № 14 – S.11.

4. Reckter B. Eine grose Gesundheitsgefahr. VDI nachrichten 8 april 2005. № 14 – S.11.

5. 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.

6. Иванов В.Н., Лялин В.А. Пассивная безопасность автомобиля. – М.:Транспорт, 1979 –304 с.

7. Имайкин Г .А. Автомобильные дороги: (Охрана труда в строительстве). Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1985. –207 с.

8. Ковальчук В.П. Эксплуатация и ремонт автомобильных шин. – М.: Транспорт, 1972. – 256 с.

9. М.Н. Гаврилов, В.К. Захаров. Защита от шума и вибрации на судах. – М.: Транспорт, 1979. – 120 с.

10. Проблемы эксплуатации автомобильных дорог: Сборник научных трудов. – Харьков: Знание, 1998. –130 с.

Стаття надійшла до редакції 19.03.2007 р.

УДК 629.113

В.Г. ВЕРБИЦКИЙ, проф., д.ф.-м.н., М.И. ЗАГОРОДНОВ, к.т.н.,
Донецкий институт автомобильного транспорта

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ КРУГОВЫХ СТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ МОДЕЛИ СЕДЕЛЬНОГО АВТОПОЕЗДА

Решена задача анализа множества стационарных состояний двухзвенного автопоезда, состоящего из двухосного тягача и одноосного полуприцепа. Численно построено одно-параметрическое семейство стационарных режимов на основе дифференциально-геометрического метода продолжения по параметру.

Введение

Математическая модель автопоезда была объектом исследования многих авторов (для нее характерны как колебательная неустойчивость, так и «складывание»); анализ устойчивости прямолинейного движения как линейной, так и нелинейной модели достаточно полно отражен в работах [4, 6]. Вопросы устойчивости круговых стационарных режимов движения автопоезда изучены менее полно – обычно рассматривались случаи движения по траекториям достаточно большого радиуса [6]. В данной работе развивается программно-вычислительная база, позволяющая исследовать все многообразие стационарных состояний модели автопоезда при изменении управляемых параметров системы: продольной скорости движения (дискретный параметр); угла поворота колес переднего ряда (непрерывный параметр).

Постановка задачи

Для системы нелинейных конечных уравнений, определяющих равновесные состояния, может быть получена вспомогательная система дифференциальных уравнений, позволяющая получить численно интегральные кривые $u = u(\theta)$, $\omega = (\theta)$, $\phi = (\theta)$, т.е. однопараметрическое семейство стационарных состояний. Кроме формальной вычислительной стороны в методе продолжения по параметру имеются важные моменты, связанные с анализом «геометрии» кривой стационарных состояний. В первую очередь нужно упомянуть о дивергентной потере устойчивости стационарных режимов при прохождении точек поворота [5]. В точках «поворота» происходит исчезновение устойчивого стационарного состояния через бифуркацию складки (потеря устойчивости и возникновение потенциальной возможности заноса). Соответствующие значения управляющих параметров определяют границы области управляемости автопоезда.

Основная часть

На рис. 1 показан вид в плане сочлененного автопоезда с жестким рулевым управлением, состоящего из ведущего звена (тягача) и одноосного ведомого звена (полуприцепа). Упругое колесо обладает свойством увода – вектор скорости может не лежать в продольной плоскости симметрии колеса (т.е. направление качения не совпадает с плоскостью колеса), при этом возникает поперечная составляющая реакции опорной поверхности (сила увода). Упругие свойства катящихся колес (свойства увода) описаны феноменологической гипотезой бокового увода [1].

Пусть m, m_2 и I, I_2 – массы и центральные моменты инерции относительно вертикальных осей корпуса и полуприцепа соответственно, M_{O1} – упруговязкий момент, возникающий на оси сцепки (в цилиндрическом шарнире) с полуприцепом. В линейном приближении

$$M_{O1} = k_p \phi + h_p \dot{\Phi},$$

где k_p - коэффициент жесткости;
ϕ - угол складывания;
h_p - коэффициент демпфирования;
$\dot{\Phi}$ - производная скорости складывания угла.

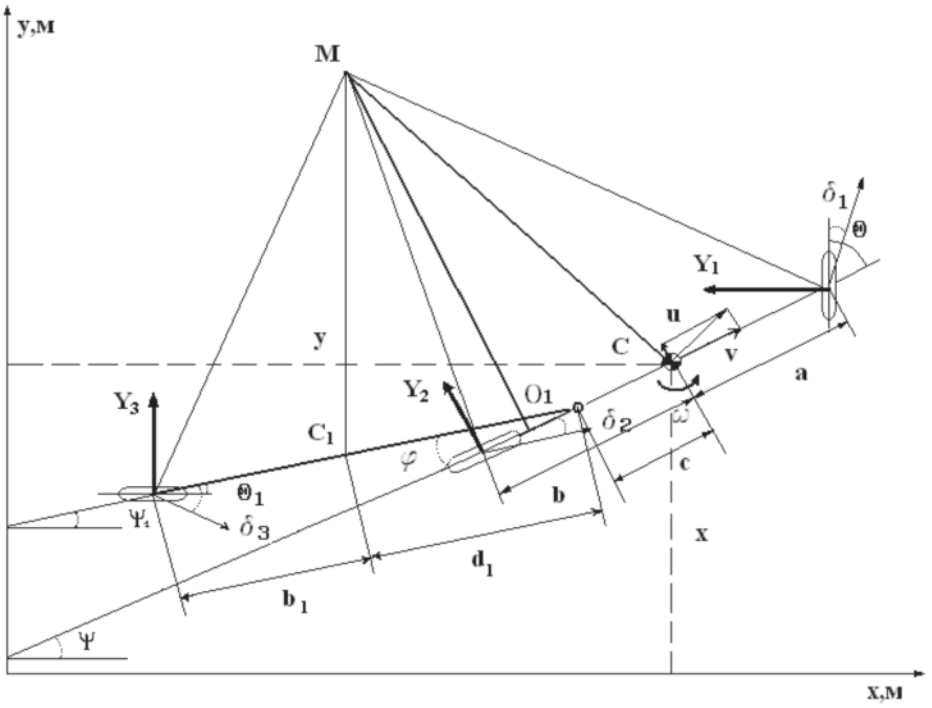


Рис.1. Схема двухзвенного седельного автопоезда

Параметры системы: v – продольная составляющая скорости центра масс тягача; a; b – расстояние от центра масс тягача до точек крепления передней и задней оси тягача; c – расстояние от центра масс тягача до точки сцепки с задним звеном; d_1 – расстояние от центра масс заднего звена до точки сцепки; k_f - коэффициент трения; k_1, k_2, k_3 – коэффициенты увода на осях; χ_1, χ_2, χ_3 – коэффициенты сцепления при определении боковых сил увода; θ - устанавливаемый угол поворота колес управляемого модуля; θ_1 - устанавливаемый угол поворота колес заднего ряда.

Система дифференциальных уравнений движения автопоезда описывает изменение фазовых переменных (u, ω, φ, Φ): u – поперечная составляющая скорости центра масс тягача (квазискорость), U – ее производная в подвижной системе координат; Ω – угловое ускорение относительно вертикальной оси; Φ – скорость складывания угла φ; PP – угловое ускорение заднего звена относительно вертикальной оси.

Применяя метод сечений, получим следующие уравнения плоскопараллельного движения для тягача и полуприцепа соответственно

$$
\begin{aligned}
&m(\dot v - \omega u) = X_2 + X_1\sin(\theta) + X_{O1};\\
&m(\dot u + \omega v) = Y_2 + Y_1\cos(\theta) + Y_{O1};\\
&I\dot\omega = -bY_2 - cY_{O1} - aY_1\cos(\theta);\\
&m_2(\dot v_2 - \omega_2 u_2) = X_3 - X_{O1}\cos(\phi) + Y_{O1}\sin(\phi);\\
&m_2(\dot u_2 + \omega_2 v_2) = Y_3 - X_{O1}\sin(\phi) - Y_{O1}\cos(\phi);\\
&I_2\dot\omega_2 = -Y_3 b_1 - d_1 Y_A\cos(\phi) - d_1 X_{O1}\sin(\phi).
\end{aligned}
\tag{1}
$$

Исключая из (1) внутренние силы X_{O1} и Y_{O1} взаимодействия подсистем, получим систему нелинейных дифференциальных уравнений

$$
\begin{aligned}
&m(U + \omega v) = \cos(\theta)Y_1 + \cos(\phi + \theta_1)Y_3 - 2m_2\sin(\phi)\omega d_1\Phi + m_2\sin(\phi)d_1\Phi^2 +\\
&+m_2\cos(\phi)d_1\Omega - m_2\cos(\phi)\omega d_1 PP + m_2\sin(\phi)d_1\omega^2 + Y_2 - m_2 U + m_2 c\Omega -\\
&-m_2\omega v;\\
&J\Omega = 2cm_2\sin(\phi)\omega d_1\Phi - cm_2\sin(\phi)d_1\Phi^2 - cm_2\cos(\phi)d_1\Omega + cm_2\cos(\phi)d_1 PP -\\
&-cm_2\sin(\phi)d_1\omega^2 + a\cos(\phi)Y_1 - c\cos(\phi + \theta_1)Y_3 + cm_2 U - m_2 c^2\Omega - bY_2 + cm_2\omega v,\\
&J_2(\Omega - PP) = -L_1 Y_3\cos(\theta_1) + d_1\cos(\phi)m_2 U + d_1\cos(\phi)m_2\omega v - d_1\sin(\phi)m_2\omega U -\\
&-d_1^2 m_2 PP - cm_2\cos(\phi)d_1\Omega + cm_2\sin(\phi)d_1\omega^2.
\end{aligned}
\tag{2}
$$

Силы взаимодействия между звеньями определяются соотношениями

$$
\begin{aligned}
&X_{O1} = -m_2\left[\dot v - \omega u - (\dot\omega - \ddot\phi)d_1\sin\phi + \omega^2 c + (\omega - \dot\phi)^2 d_1\cos\phi\right] +\\
&+X_3\cos\phi + Y_3\sin\phi;\\
&Y_{O1} = -m_2\left[\dot v - \omega u - (\dot\omega - \ddot\phi)d_1\cos\phi - \dot\omega c - (\omega - \dot\phi)^2 d_1\sin\phi\right] -\\
&-X_3\sin\phi + Y_3\cos\phi.
\end{aligned}
\tag{3}
$$

Приведенные углы бокового увода колесных осей определяются выражениями

$$
\begin{aligned}
&\delta_1 = \theta - arctg\ \frac{(u + a\omega)}{v};\\
&\delta_2 = arctg\ \frac{-u + b\omega}{v};\\
&\delta_3 = -\theta_1 - arctg\ \frac{-u_1 + b_1\omega_1}{v_1};\\
&v_1 = v\cos(\phi) - (u - \omega c)\sin(\phi);\\
&u_1 = v\sin(\phi) + (u - \omega c)\cos(\phi) - \omega_1 d_1;\quad \omega_1 = \omega - \dot\phi.
\end{aligned}
\tag{4}
$$

Зависимости сил бокового увода, имеющие эмпирическое происхождение, можно аппроксимировать выражением (монотонно возрастающая функция, имеющая характер кривой насыщения)

$$Y_i = k_i\delta_i / \sqrt{(1 + (k_i\delta_i/\chi_i Z_i)^2},$$

где Z_i – реакции опорной поверхности на осях:

$$Z_1 = \frac{1}{l}\left[mgb - m_2 g \frac{b_1}{L_1}(c - b)\right];$$

$$Z_2 = \frac{1}{l}\left[mga - m_2 g \frac{b_1}{L_1}(c + a)\right];$$

$$Z_3 = m_2 g \frac{d_1}{L_1}; \quad l = a + b; \quad L_1 = d_1 + b_1 .$$

Разрешив систему (2) относительно старших производных, можно применить численные методы интегрирования. Если при заданных управляющих параметрах ($v = const$, $\theta = const$) система имеет хотя бы один устойчивый стационарный режим, то на основе численного построения фазового портрета может быть найден соответствующий устойчивый режим движения и оценена его область притяжения. Для определения координат неустойчивого стационарного режима этот приближенный метод может не сработать, даже в случае обращения времени. В работе [7] приведен метод продолжения по параметру, который успешно может быть применен для определения всего множества стационарных режимов.

Система (2) при уравновешенных продольных силах ($X_1 = 0$, $X_2 = 0$, $X_3 = 0$) допускает очевидное решение $\{v = const, u = 0, \omega = 0, \theta = 0, \phi = 0, \dot{\phi} = 0\}$, которое соответствует равномерному прямолинейному движению автопоезда (стационарный прямолинейный режим). Этот заведомо известный стационарный режим может служить стартовой точкой для метода продолжения по параметру θ. Очевидно, все множество стационарных режимов определяется системой (2), в которой нужно принять $U = 0$; $\Omega = 0$; $\Phi = 0$; $PP = 0$, тогда

$$\begin{aligned} &-m\omega v + \cos(\theta) Y_1 + \cos(\phi) Y_3 + m_2 \sin(\phi) d_1 \omega^2 + Y_2 - m_2 \omega v = 0; \\ &-c\cos(\phi) Y_3 + a\cos(\theta) Y_1 + cm_2 \omega v - bY_2 - cm_2 \sin(\phi) d_1 \omega^2 = 0; \\ &-L_1 Y_3 + d_1 \cos(\phi) m_2 \omega u + cm_2 \sin(\phi) d_1 \omega^2 = 0. \end{aligned} \qquad (5)$$

Уравнения (5) являются условиями равновесия рассматриваемой двухзвенной шарнирно соединенной системы: первое уравнение представляет условие равенства нулю проекции главного вектора сил на поперечную ось тягача; второе – условие равенства нулю главного момента сил (полюс приведения – центр масс тягача); третье – условие равенства нулю главного момента сил, действующих на полуприцеп (полюс приведения - точка сцепки с тягачом).

Задача качественного анализа стационарных режимов системы (2) и оценка их максимально возможного числа зависят от принятых предположений о характере сил увода. Даже в случае простейшей нелинейной монотонной зависимости сил увода от угла увода отсутствуют сколько-нибудь удовлетворительные подходы к ее решению. В этом случае подсистема, соответствующая тягачу, может иметь, как минимум, пять стационарных режимов (устойчивыми могут быть три из них). Полуприцеп в ведомом режиме может иметь от одного до трех стационарных состояний. Таким образом, общее количество стационарных режимов системы может достигнуть девяти.

Бифуркационное множество, построенное численным методом в [3], указывает на наличие семи стационарных режимов в малой окрестности критической скорости $v^{+}_{кр}$ прямолинейного движения автопоезда. Это обстоятельство указывает на принципиальную возможность непредсказуемого поведения системы.

Для системы нелинейных конечных уравнений (5) может быть получена вспомогательная система дифференциальных уравнений, позволяющая получить численно интегральные кривые $u = u(\theta)$, $\omega = (\theta)$, $\phi = (\theta)$, т.е. однопараметрическое семейство стационарных состояний.

Действительно, предположим, что имеется ветвь стационарных состояний, выходящая из некоторой (стартовой) точки четырехмерного евклидова пространства (u, ω, ϕ, θ). Тогда все фазовые переменные, отвечающие стационарным режимам (вместе с дополнительной переменной θ), являются координатами точек этой кривой. Параметризуем ее длиной дуги s ($ds = \sqrt{(du)^2 + (d\omega)^2 + (d\phi)^2 + (d\theta)^2}$). При изменении натурального параметра s (т.е. при движении вдоль кривой стационарных режимов) будет выполняться следующее условие: модуль скорости изображающей точки тождественно равен единице

$$1 = \sqrt{(du/ds)^2 + (d\omega/ds)^2 + (d\phi/ds)^2 + (d\theta/ds)^2}. \qquad (6)$$

При движении изображающей точки вдоль кривой стационарных состояний, наряду с последним условием (6), выполняются еще три соотношения (по количеству уравнений первоначальной системы (5)) – дифференциалы правых частей системы (5) остаются равными нулю.

Таким образом, имеем четыре соотношения, которые связывают между собой скорости изменения фазовых переменных и скорость изменения параметра [2].

В точках «поворота» кривой стационарных состояний происходит исчезновение устойчивого стационарного состояния через бифуркацию складки (потенциальная возможность заноса), «каспу» («точке возврата») отвечает смена устойчивости стационарного режима (в модели с симметрией этому случаю соответствует потеря устойчивости прямолинейного режима движения).

Последний случай связан с появлением положительных действительных корней характеристического уравнения, однако точка возврата теряет всякий содержательный характер, если в системе уже имела место колебательная неустойчивость (имелись комплексно сопряженные корни с положительными действительными частями).

Построим множество стационарных состояний для следующего набора числовых значений параметров системы: m=16000 *кг*; m_2=9900 *кг*; a=3,4 *м*; b=2 *м*; c=4,39 *м*; b_1=2,085 *м*; d_1=2 *м*; kp=0; hp=0; v=5 *м/с*; k_1=160000 *Н*; k_2=326000 *Н*; k_3=165000 *Н*; J=0,35mab *кгм*^{2}; J_2=0,8$m_2 d_1 b_1$ *кгм*^{2}; χ_i =0,8.

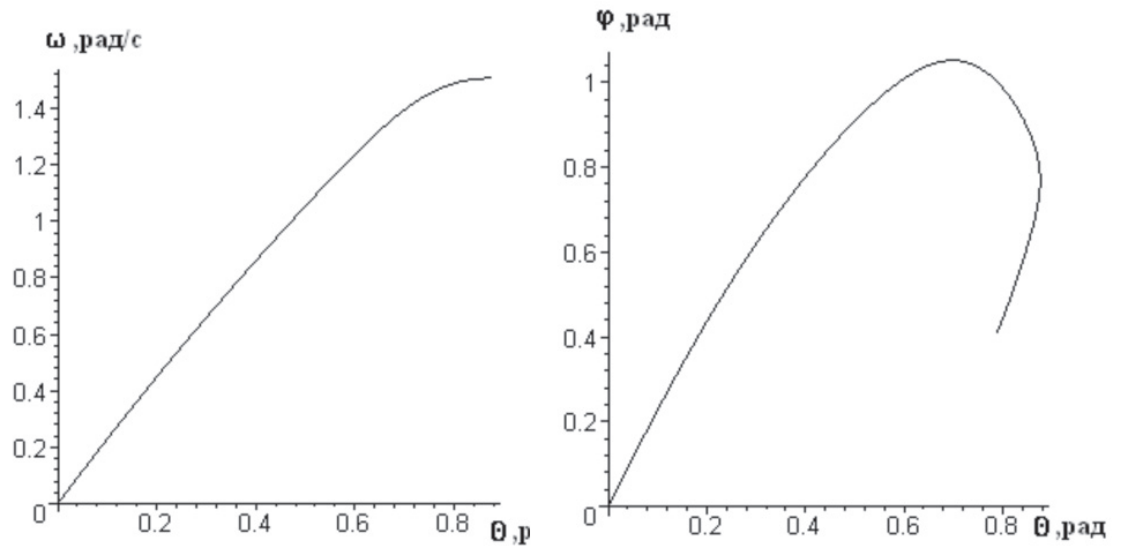
Параметр продольной скорости центра масс и угол поворота оси полуприцепа являются свободными параметрами (пусть v = 5м/с; θ_1={-0,2 рад; 0; 0,2 рад}). На рис. 2 представлены интегральные кривые: $\omega = \omega(\theta)$ и $\varphi = \varphi(\theta)$. В случае $\theta_1 = 0$ система обладает центральной симметрией.

В случае $\theta_1 = \pm const$ система также обладает симметрией: правый поворот в одном случае и левый – в другом случае эквивалентны.

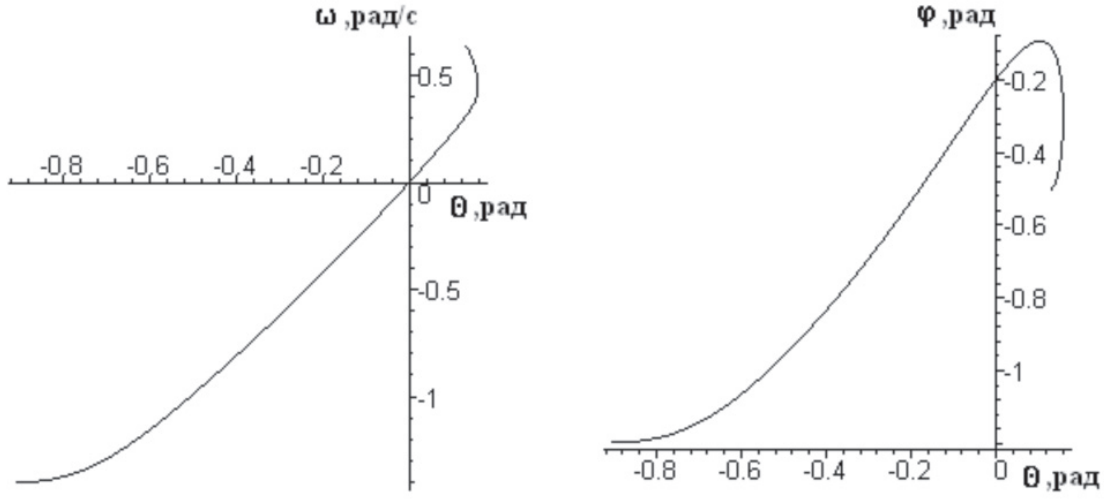
Рассмотрим устойчивые стационарные режимы движения при различных значениях параметра θ_1={-0,2 *рад*; 0; 0,2 *рад*}.

Стационарный режим при v = 5 *м/с*; θ =0,4 *рад*; θ_1 = 0 (рис. 3)

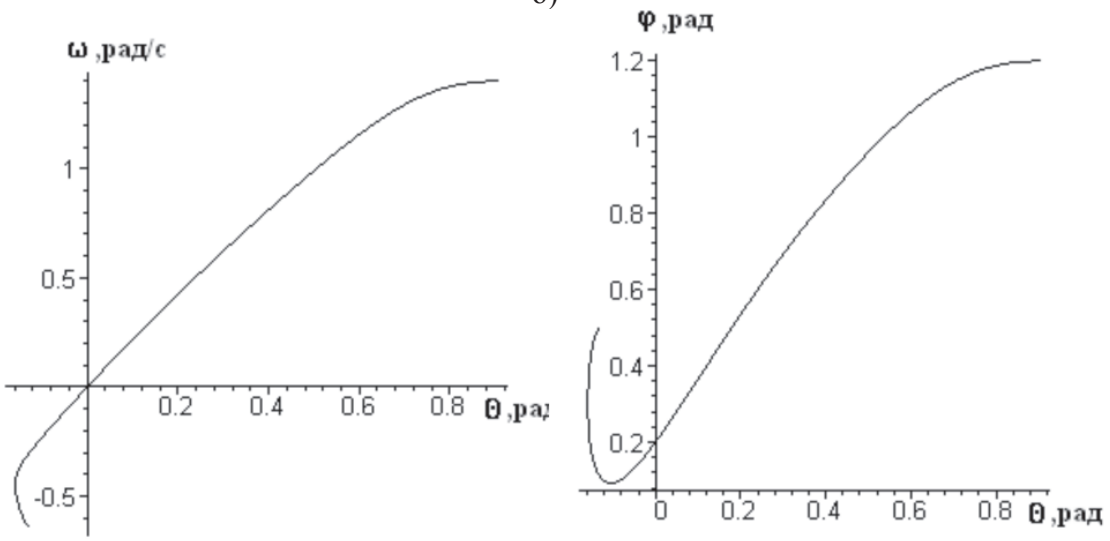
$$ss = \{u = 0{,}277\ м/с,\ \omega = 0{,}44\ рад/с,\ \varphi = 0{,}598\ рад\}.$$



а)



б)



в)

Рис. 2. Интегральные кривые $\omega = \omega(\theta)$ и $\varphi = \varphi(\theta)$ при различных углах θ_1: *а* – $\theta_1 = 0$; *б* – $\theta_1 = 0{,}2$ *рад*; *в* – $\theta_1 = -0{,}2$ *рад*

Набор собственных значений

$$eigv = \{-5{,}84;\ -5{,}01;\ -1{,}73 - 0{,}504I,\ -1{,}73 + 0{,}504I\}$$

отвечает устойчивому стационарному режиму.

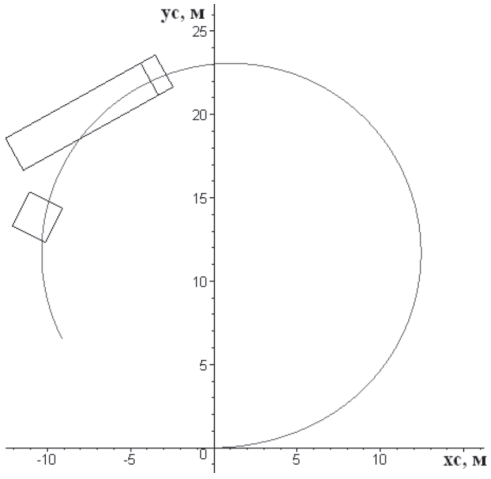


Рис. 3. Конфигурация автопоезда в круговом стационарном режиме: $v = 5$ *м/с*; $\theta = 0{,}4$ рад; $\theta_1 = 0$

Стационарный режим при $v = 5$ *м/с*; $\theta = 0{,}4$ *рад*; $\theta_1 = 0{,}2$ *рад* (рис. 4)

$$ss = \{u = 0{,}275\ м/с,\ \omega = 0{,}441\ рад/с,\ \varphi = 0{,}383\ рад\}.$$

Набор собственных значений

$$eigv = \{-5{,}86;\ -3{,}5;\ -2{,}86;\ -1{,}67\}$$

отвечает устойчивому стационарному режиму.

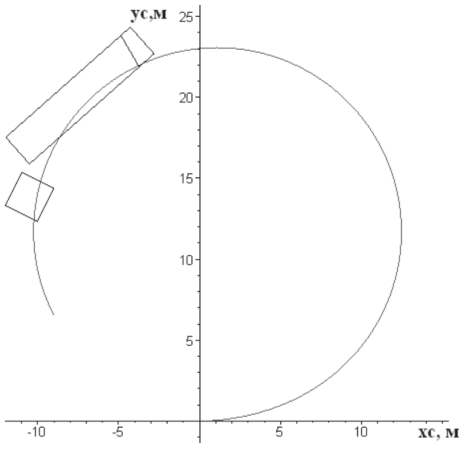


Рис.4. Конфигурация автопоезда в круговом стационарном режиме: $v = 5$ *м/с*; $\theta = 0{,}4$ *рад*; $\theta_1 = 0{,}2$ – угол складывания уменьшился

Стационарный режим при v =5 *м/с*; θ = 0,4 *рад*; θ_1 = –0,2 *рад* (рис. 5)

$$ss = \{u = 0{,}278\ м/с;\ \omega = 0{,}439\ рад/с;\ \varphi = 0{,}799\ рад\}.$$

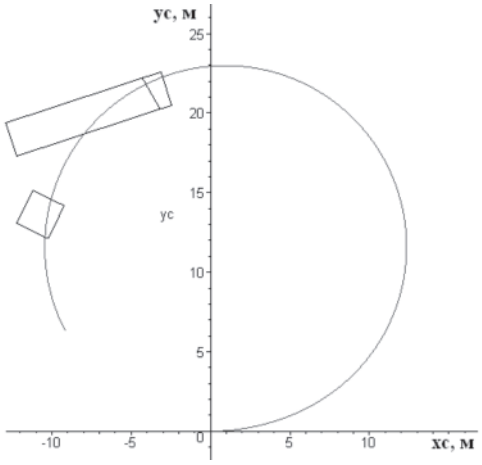


Рис.5. Конфигурация автопоезда в круговом стационарном режиме: v = 5 *м/с*; θ = 0,4 *рад*; θ_1 = - 0,2 – угол складывания увеличился

Набор собственных значений

$$eigv = \{-5{,}89;\ -5{,}55;\ -1{,}45 - 0{,}77I;\ -1{,}45 + 0{,}77I\}$$

отвечает устойчивому стационарному режиму.

Стационарный режим с минимальным радиусом поворота (v = 5 *м/с*; θ = 0,7 *рад*; θ_1 = 0,2*рад*) (рис. 6)

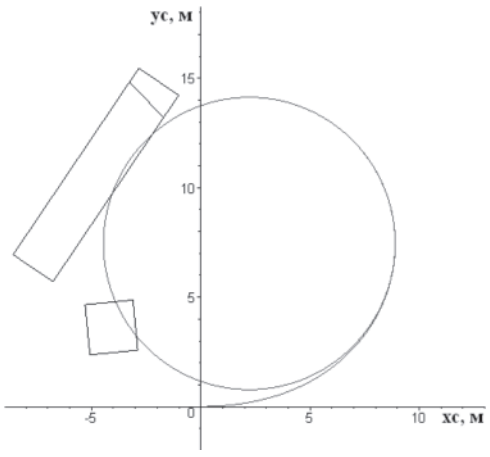


Рис.6. Конфигурация автопоезда в круговом стационарном режиме минимального радиуса: v = 5 *м/с*; θ = 0,7 *рад*; θ_1 = 0,2

$$ss = \{u = 0{,}417\ м/с;\ \omega = 0{,}752\ рад/с;\ \varphi = 0{,}691\ рад\}.$$

Набор собственных значений

$$eigv = \{-2.53;\ -1{,}6;\ -1{,}46 - 1{,}479I;\ -1{,}46 + 1{,}479I\}.$$

отвечает устойчивому стационарному режиму.

Потеря устойчивости кругового стационарного режима при v =10 *м/с*; $\theta = 0{,}5$ *рад*; $\theta_1 = 0{,}2$*рад*

$$ss = \{u = -\ 2{,}87\ м/с,\ \omega = 0{,}583\ рад/с,\ \varphi = 0{,}11\ рад\}.$$

Набор собственных значений

$$eigv = \{-0{,}65 - 0{,}64I;\ -0{,}65 + 0{,}64I;\ 0{,}044 - 1{,}39I;\ 0{,}044 + 1{,}39I\}$$

отвечает неустойчивому стационарному режиму (имеются положительные действительные части).

Рис. 7, 8 иллюстрируют процесс потери устойчивости стационарного режима: фазовая траектория в плоскости (ϕ, $\dot{\phi}$) стремится к предельному циклу (координата и ее скорость изменяются по периодическому закону); полуприцеп совершает заметные колебания относительно точки сцепки.

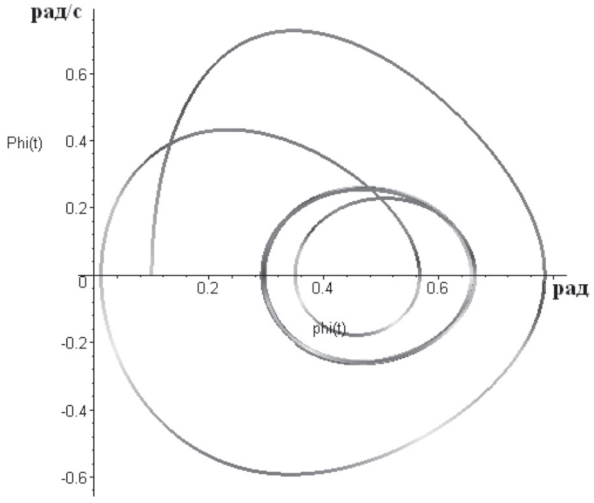
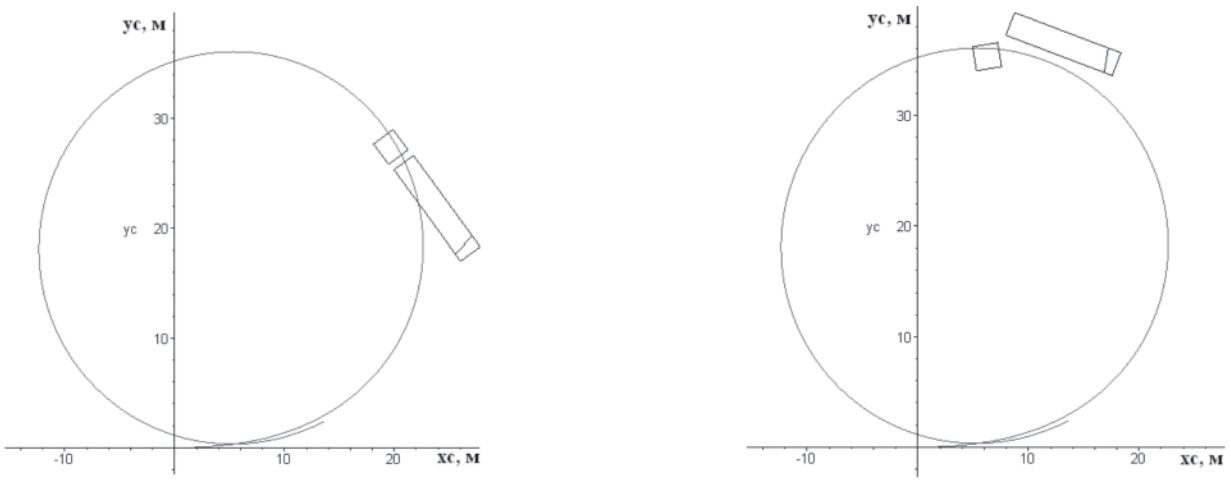


Рис. 7. Процесс автоколебаний

Выводы

На основе дифференциально-геометрического метода продолжения по параметру дана оценка маневренности автопоезда (определен минимальный радиус кругового режима движения при фиксированной продольной скорости движения тягача); определена конфигурация автопоезда в различных круговых режимах и влияние на устойчивость статического управления колесной осью полуприцепа.



а) *б)*

Рис. 8. Траектория движения автопоезда:
***а* - угол складывания примерно равен нулю;**
***б* - угол складывания меняется в процессе движения**

Список литературы

1 Рокар И. Неустойчивость в механике. – М.: Изд-во иностр. ит., 1959. – 317с.

2 Вербицкий В.Г., Лобас Л.Г. Бифуркации и устойчивость стационарных состояний связки катящихся упруго-деформированных тел // Прикл. механика. – 1987. – 23, № 8. – С. 101–106.

3 Вербицкий В.Г., Лобас Л.Г. Вещественные бифуркации двухзвенных систем с качением// Прикл. математика и механика. – 1996. – 60, №3. – С. 418–425.

4 Лобас Л.Г., Вербицкий В.Г. Качественные и аналитические методы в динамике колесных машин. - Киев: Наук. думка, 1990. – 232 с.

5 Холодниок М., Клич А., Кубичек М., Марек М. Методы анализа нелинейных математических моделей. – М.: Мир, 1991. – 368с.

6 Эллис Д.Р. Управляемость автомобиля. – М.: Машиностроение, 1975. – 216с.

7 Shinohara Y. A geometric method for the numerical solution of non-linear equations and its application to non-linear oscillations // Publ. Res. Inst. Math. Sci., Kyoto Univ. 1972. V. 8, № 1. P. 13–42.

Стаття надійшла до редакції 11.04.2007 р.

УДК 662.753.1:662.73:662.74

И.Б. ФРОЛОВА, к.х.н. Т.И. ШВЕЦОВА, Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко НАН Украины, Е.Л. СОКУРЕНКО, асс., Н.В. СУНЦОВ, д.х.н., проф., Донецкий институт автомобильного транспорта

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ

Представлены альтернативные источники получения моторных топлив. В качестве таковых рассмотрены уголь и природный газ. Показаны возможные пути их переработки с целью получения моторных топлив, а также тенденции развития этого направления.

В настоящее время нефть является основным источником получения моторных топлив и сырья для промышленности органического синтеза. Рост мировых цен на сырую нефть в связи

с увеличением затрат на ее добычу, переработку и транспортировку является мощным стимулом к внедрению энергосберегающих технологий, использованию альтернативных источников энергии, и в частности, альтернативных источников моторных топлив.

По мнению ряда специалистов [1, 2] в долгосрочной перспективе природный газ будет вытеснять нефть с рынка моторных топлив. Этому способствует введенный в 2005 году в действие Киотский протокол, согласно которому строго регламентируются выбросы в атмосферу вредных газообразных веществ. Как известно, такими веществами являются окись углерода CO, окислы азота N_xO_y, углеводороды и в случае применения этилированных бензинов соединения свинца. Окислы азота являются наиболее токсичными компонентами отработавших газов. Их максимальное содержание для газового двигателя примерно в 2 раза меньше, чем для бензинового. Уровни выбросов углеводородов примерно одинаковы, однако их состав принципиально отличен.

В результате сгорания нефтяных топлив образуются углеводороды, вредное воздействие которых связано с образованием смога. При работе на природном газе, углеводородная часть отработавших газов состоит в основном из метана, обладающего высокой устойчивостью к образованию смога [3, 4, 5].

Топливо для автомобилей из природного газа может быть получено тремя различными способами: *сжатием газа, сжижением газа и конверсией газа с последующим синтезом углеводородов*. Простейшим способом является сжатие газа до давления 20÷25 МПа. Сжатие природного газа осуществляется с помощью стационарных или передвижных компрессорных станций. При использовании сжатого природного газа в качестве моторного топлива положительными сторонами являются не только его лучшие экологические свойства, о которых уже сказано выше, но и изменение эксплуатационных характеристик: увеличение моторесурса двигателя и уменьшение расхода моторного масла. Но вместе с тем есть и отрицательные стороны, такие как снижение мощности двигателя и максимальной скорости [5].

Природный газ может использоваться и в жидком виде. В практике сжиженными углеводородными газами называют углеводороды, которые в чистом виде или в виде смесей при небольшом повышении давления и температуре окружающей среды переходят в жидкое состояние. К таким углеводородам относятся пропан ~ C_3H_8, бутан ~ C_4H_{10}, пропилен ~ C_3H_6, бутилен ~ C_4H_8. Иногда эти газы называют «жидкими». За последние годы резко увеличилось применение сжиженных углеводородных газов в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания, например, пропан~бутановый газ. Это топливо получают выделением смеси пропана и бутана из попутного нефтяного, природного и нефтезаводского газов с помощью методов умеренного охлаждения и газофракционирования.

В последнее время стали сжижать метан, этан и этилен. Сжижение, хранение и транспортировка метана, этана и этилена осуществляется обычно под давлением, близким к атмосферному, но при отрицательных температурах (от ~ 161 до ~ 90°C). Быстрый рост производства и потребления сжиженных газов обусловлен их свойствами. Во-первых, в жидком состоянии их можно транспортировать в железнодорожных и автомобильных цистернах, в танкерах, в баллонах. При больших объемах перевозки иногда оказывается выгоднее транспортировать их по трубопроводам. В жидком состоянии пропан уменьшает свой объем в 290 раз, бутан в 222 раза. Во-вторых, сжиженные газы по сравнению с природным газом, имеют теплоту сгорания почти в три раза большую. И в-третьих, отсутствие серы в сжиженных газах приводит к снижению содержания вредных примесей в воздухе при сгорании газа [6].

Конверсия газа – третий способ получения синтетического моторного топлива. Он включает три основные стадии: производство синтез-газа, далее синтез на его основе

жидких углеводородов (синтез Фишера-Тропша) и облагораживание произведенных жидких углеводородов с получением целевых продуктов.

Синтезом Фишера-Тропша называют совокупность реакций прямого превращения смеси газов CO и H_2 в смесь алифатических углеводородов и кислородсодержащих соединений с числом углеродных атомов в молекуле от двух и выше. Эти реакции протекают в присутствии катализатора. Типичными катализаторами являются никель, кобальт, железо – элементы семейства железа, обладающие сходными свойствами [7, 8]. Основными продуктами являются парафины, преимущественно нормального строения, олефины. Исследования последнего десятилетия привели к разработке новых катализаторов, в присутствии которых из CO и H_2 образуются циклоалканы и ароматические углеводороды. Товарными продуктами синтеза Фишера-Тропша являются бензин, газойль, дизельное топливо, парафин и остаточный газ, который состоит в основном из CO, H_2, CH_4. Содержание азота и углекислого газа в нем незначительно, а потому он используется в качестве отопительного газа и для парокислородной конверсии с получением синтез–газа с высоким содержанием водорода.

В настоящее время осуществлено радикальное изменение процесса производства синтез-газа из природного или попутного газа за счет применения мембранных каталитических реакторов с долговечными композитными мембранами высокой производительности, а также модификация процесса Фишера-Тропша за счет применения новых многофункциональных катализаторов и новых методов организации тепломассопереноса в реакторе, что привело к созданию абсолютно новых технологий мембранно-каталитической конверсии, которые являются технологиями будущего [9].

Особенно большой интерес в качестве сырьевой базы производства синтетического жидкого топлива представляют каменные и бурые угли, запасы которых многократно превышают запасы нефти. Уголь является единственным энергоносителем, разведанные запасы которого могут обеспечить потребность энергетики и промышленности Украины в ближайшие три сотни лет. При этом, если в структурах мировых запасов топлива уголь составляет 67%, нефть – 18%, газ – 15%, то в Украине соответственно: уголь – 94,5%, нефть – 2% и газ – 3,6%. Приведенные цифры красноречиво говорят о перспективности развития в Украине процессов газификации и гидрогенизации углей. Развитие этого направления особенно важно для Донецкого региона. И здесь не придется «изобретать велосипед».

Производство жидких топлив из угля имеет длительную историю, еще в 30-х и 40-х годах на многих заводах в Германии получали моторное топливо из угля и продуктов его переработки [10]. После окончания Второй мировой войны они были закрыты как не рентабельные или переведены на переработку другого вида сырья, однако ЮАР, попавшая в свое время в экономическую блокаду из-за апартеида, полностью обеспечивает себя синтетическими аналогами нефтепродуктов из каменного угля. Там уже длительное время (с 1967 года) эксплуатируется завод по производству жидких продуктов из угля. В основу технологии положена парокислородная газификация угля с последующим синтезом жидких продуктов [11].

В годы первых пятилеток и до 1960 г газификация твердого топлива была широко развита в СССР: в 1958 году работало свыше 350 газогенераторных станций на которых в 2500 генераторах вырабатывалось около 35 млрд. $м^3$ в год энергетических и технологических газов, однако рост добычи нефти и природного газа резко сократил данное производство.

Краткая характеристика процесса газификации сводится к следующему:

Газификация – это высокотемпературный процесс взаимодействия углерода с окислителями, проводимый с целью получения смеси горючих газов (CO, H_2, CH_4).

В качестве окислителей или газифицирующих агентов применяют кислород, водяной пар, воздух, обогащенный кислородом или смеси перечисленных веществ. Одним из

важнейших достоинств газификации является универсальность этого метода. **Газификации можно подвергать практически любой уголь**. Полученный газ может использоваться и как высококачественное топливо в энергетических установках, и для дальнейшей переработки в водород, жидкое топливо (синтез Фишера-Тропша), метанол и другие химические продукты [7].

Осуществляют газификацию в газогенераторах. Простейший слоевой газогенератор представляет собой вертикальную шахту, в верхней части которой имеется загрузочный люк с затвором. В нижней части газогенератора установлена колосниковая решетка, через которую в шахту подают газифицирующий агент. Сверху поступает твердое топливо. При подаче в газогенератор кислорода в зоне, расположенной непосредственно у колосниковой решетки (зона горения или окислительная зона) происходит горение твердого горючего ископаемого:

$$2C + O_2 = 2CO + 218{,}8\ МДж/(кмоль\ °C), \quad (1)$$

$$C + O_2 = CO_2 + 394{,}4\ МДж/(кмоль\ °C). \quad (2)$$

Образующаяся двуокись углерода восстанавливается в восстановительной зоне новыми порциями углерода:

$$CO_2 + C = 2CO - 175{,}6\ МДж/(кмоль\ °C). \quad (3)$$

Если вместе с кислородом в генератор подают водяной пар, то в восстановительной зоне протекают реакции:

$$C + H_2O = CO + H_2 - 132{,}6\ МДж/(кмоль\ °C), \quad (4)$$

$$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2 - 89{,}5\ МДж/(кмоль\ °C). \quad (5)$$

В этом случае образующийся газ содержит два горючих компонента: окись углерода и водород, которые образовались за счет гетерогенных реакций.

Кроме того, в газовой фазе могут протекать гомогенные реакции между газообразными продуктами:

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2 + 43{,}1\ МДж/(кмоль\ °C), \quad (6)$$

$$CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O + 203{,}7\ МДж/(кмоль\ °C). \quad (7)$$

Метан в условиях процесса подвержен термическому распаду.

$$CH_4 = C + 2H_2 - 71{,}1\ МДж/(кмоль\ °C). \quad (8)$$

Существующие и разрабатываемые способы газификации позволяют превратить в горючие газы 60–70 % углерода органической массы угля. Остальное количество расходуется в процессе горения для получения тепла, необходимого для осуществления эндотермических реакций газификации. При этом можно получить газ заданного состава или заданной теплоты сгорания, так как эти показатели в значительной степени определяются температурой, давлением и составом газифицирующих агентов [6].

Как уже было сказано выше, другим путем получения жидких моторных топлив является *гидрогенизация угля.*

Гидрогенизация угля – это сочетание реакций термической деструкции с гидрированием. Этот процесс является универсальным методом переработки твердого топлива в жидкие продукты и газ. При гидрогенизации угля под давлением водорода наиболее эффективно решается основная задача превращения твердого топлива в жидкие продукты, заключающаяся в уменьшении средней молекулярной массы и увеличении содержания водорода в продуктах переработки угля, а также достигается максимальный выход жидких продуктов по сравнению с другими методами. Технология гидрогенизации выгодно отличается от других методов меньшим числом операций и меньшим количеством отходов, а также может быть осуществлена с использованием аппаратуры, освоенной и широко применяемой в различных отраслях топливоперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Термический КПД гидрогенизации угля существенно выше других методов переработки и достигает 56% по сравнению с 40–45 % при газификации угля и синтезе из газа моторного топлива.

Над проблемой гидрогенизации угля ученые работают уже около 80 лет. В настоящее время совершенствование технологий продолжается. Их цель – снизить давление водорода и интенсифицировать процесс. Институтом горючих ископаемых выполнен комплекс исследований по разработке научных основ и технологии производства моторного топлива и химических продуктов гидрогенизационной переработкой бурых и каменных углей. В основу этой технологии положено применение инициирующих добавок и активного катализатора. При этом превращение органической массы угля достигает 90%, а выход жидких продуктов 93–95 %. Технологическая схема процесса ориентирована в основном на получение высококачественных многотоннажных продуктов – высокооктанового бензина АИ–93, дизельного топлива зимних сортов с содержанием серы до 0,1% и газотурбинного топлива [12, 13]

Производство синтетических жидких топлив из угля является процессом более капиталоемким по сравнению с переработкой нефти, поэтому может быть экономически целесообразным лишь при осуществлении его в крупных промышленных масштабах. По оценкам специалистов объективно нет препятствий для создания весьма мощных предприятий синтетического жидкого топлива, так как дефицит нефти на перспективу исчисляется десятками миллионов тонн в год. За рубежом в качестве промышленного модуля ожижения угля определена установка производительностью в 1 млн. тонн жидких продуктов в год [12]. Есть и другая точка зрения: В.М. Батенин и сотр. [14] считают, что необходимо создавать малогабаритные установки для автономного обеспечения моторным топливом небольших рассредоточенных потребителей. Этой цели может отвечать технология, имеющая минимальное число стадий с высокими степенями конверсий и выходами целевых продуктов. Авторами предложен двухстадийный процесс с применением высокоэффективных катализаторов.

В настоящее время многие страны мира (США, Англия, Япония, Германия и другие) занимаются разработкой эффективных процессов ожижения угля. Особенно широко это поставлено в США, где над этим вопросом работают специально созданные правительственные организации, объединенные в министерстве энергетики, а также десятки частных фирм и институтов. Согласно докладам международной конференции по энергетике, окружающей среде и катастрофам (США, Северная Каролина, 24-30 июля 2005 г.) и 18-го Международного нефтяного конгресса (ЮАР, Йоханнесбург, 25–29 сентября 2005 г.) стратегическими задачами США в сфере обеспечения энергоресурсами являются: снижение импортных поставок сырой нефти на 10–20% и их диверсификация из различных регионов мира; увеличение импорта высококачественных бензинов из Европы; строительство новых терминалов для регазификации импортных поставок СПГ из стран Персидского залива и России; увеличение доли каталитических процессов по переработке гудроновых фракций НПЗ и, соответственно, развитие процессов, направленных на получение энергии и моторных топлив из альтернативных источников сырья (природного

газа, угля), а также использование солнечной, ветровой, волновой и других видов энергии [3].

В странах западной Европы экономические условия для организации промышленного производства синтетического жидкого топлива из угля оцениваются менее благоприятно из-за высокой стоимости угля.

Структура потребления основных энергетических ресурсов (нефти, природного газа, угля и др.) значительно различается в различных регионах мира. Для США, России и стран Западной Европы таковыми являются нефть и природный газ, однако для Китая таковыми выступают уголь и нефть [15]:



Рис. 1. Структура потребления энергоносителей в различных регионах мира

Получение моторных топлив из угля является процессом, осуществление которого будет оставаться актуальным в ближайшие десятилетия не только для Украины. Это обусловлено, прежде всего тем, что на протяжении следующих 20-25 лет не произойдет кардинальной смены основного типа двигателя внутреннего сгорания и по-прежнему бензиновые и дизельные двигатели будут определять спрос на моторные топлива (рис. 2 [3]). Именно поэтому в мировой структуре использования нефтепродуктов наблюдается тенденция роста их потребления в качестве транспортных топлив.



Рис. 2. Использование различных типов двигателей внутреннего сгорания в 2003 году

Кроме того, исходя из реальных ресурсов природных энергоносителей альтернативы твердым горючим ископаемым нет, так как запасов нефти, согласно прогнозам, хватит всего

лишь на 35–40 лет, газа – на 50 лет, а угля – на 300 лет. К такому же выводу приходят и авторы краткого обзора [16], включающего материалы международной научно-технической конференции «Проблемы химмотологии», которая состоялась в Киеве 15–19 мая 2006 года.

В Украине, и в частности в Донбассе, есть все предпосылки для продолжения и развития работ, направленных на получение моторных топлив из угля. Развитие этого направления является одной из важных народнохозяйственных задач в плане создания альтернативных технологий, особенно, если учесть, что согласно существующим прогнозам, к 2010 году добыча угля достигнет 6 млрд., а добыча нефти и газа останется на прежнем уровне [17].

Список литературы

1. Фролов А. Газ не топливо? // Нефтегазовая вертикаль. 2004. № 10. – С. 48-49.

2. Милов В. Иллюзорное благополучие // Нефтегазовая вертикаль. – 2004. № 8-9. – С. 10-12.

3. Левинбук М.И. О некоторых стратегических проблемах развития российского нефтегазового комплекса / М.И. Левинбук, С.Д. Нетесанов, А.А. Лебедев, А.В. Бородачева, Е.В. Сизова // Материалы конф. «Перспективы развития химической переработки горючих ископаемых», С.-Пб. (Россия), 12-15 сентября 2006 г. С.-Пб.: Химиздат. 2006. С. 11-23.

4. Масино М.А. Автомобильные материалы. Справочник инженера-механика / М.А. Масино, В.Н. Алексеев, Г.В. Мотовилин. М.: Транспорт, 1979. – 288 с.

5. Манусаджянц О.И. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебник для техникумов / О.И. Манусаджянц, Ф.В. Смаль. – М: Транспорт, 1989. 271 с.

6. Саранчук В.И. Физико-химические основы переработки горючих ископаемых / В.И. Саранчук, В.В. Ошовский, Г.А. Власов. Донецк: «Східний видавничий дім», 2001. – 304 с.

7. Камнева А.И. Теоретические основы химической технологии горючих ископаемых / А.И. Камнева, В.В. Платонов. М: Химия,1990. – 288 с.

8. Лапидус А.Л. Получение компонентов моторных топлив из синтез-газа продукта переработки горючих ископаемых / Материалы конф. «Перспективы развития химической переработки горючих ископаемых», С.-Пб. (Россия), 12-15 сентября 2006 г. С.-Пб.: Химиздат, – 2006. – С. 10.

9. Мордкович В.З. Перспективные технологии производства синтетического жидкого топлива / В.З. Мордкович, Э.Б. Митберг, Д.Н. Харитонов, И.А. Маслов, А.А. Каменев // Материалы конф. «Перспективы развития химической переработки горючих ископаемых», С.-Пб. (Россия), 12-15 сентября 2006 г. С.-Пб.: Химиздат, 2006. – С. 57.

10. Уайтхерст Д.Д. Ожижение угля / Д.Д. Уайтхерст Т.О. Митчел, М. Фаркаши М: Химия, 1986. – 256 с.

11. Шульга И.В. Комплексная химико-технологическая переработка угля на предприятиях корпорации «Сасол» (ЮАР). Перспективы реализации подобных процессов в Украине / И.В. Шульга, М.Г. Скляр, В.Е. Кувшинов // Кокс и химия. − 1997. − № 6. − С. 23-28.

12. Давыдов В.П. Экономические показатели производства жидких топлив из угля / В.П. Давыдов, Э.С. Слипченко // Труды ИГИ: Теория и технология получения газообразных и твердых синтетических топлив и сырьевая база для их производства. Москва: 1981. – 176 с.

13. Кричко А.А. Прогресс в области получения жидкого топлива гидрогенизацией углей / А.А. Кричко, А.С. Малолетнев, В.В. Заманов // Химия тверд.топл. − 2004. − № 6. − С.32-42.

14. Химические продукты и жидкие моторные топлива из углей и синтез-газа / В.М. Батенин, В.С. Будцов, Д.Н. Каган, А.Ю. Крылова, А.Л. Лапидус, Ф.Н. Пехота, М.Н. Радченко, А.Д. Седых, Э.Э. Шпильрайн // Материалы конф. «Химия и природосберегающие технологии использования угля», Звенигород (Россия), 15-17 февраля 1999 г. М.: Изд-во МГУ, – 1999. – С. 36-40.

15. Левинбук М.И. Нефтепереработка новые вызовы времени // Нефтегазовая вертикаль. 2001. – №17.– С. 21-26.

16. Слободской С.А. К вопросу использования альтернативных видов топлива / С.А. Слободской, С.В. Иванов // Углехим. журн. – 2006. -- № 5-6. – С. 75-78.

17. Рудыка В.И. Роль и значение технологической базы на нынешнем этапе развития металлургического и коксового производства // Углехим. журн. – 2006. -- № 5-6. – С. 3 - 8.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2007 р.

УДК 656.13+612.821

Р.В.ЛИХОШЕРСТ, ас.,
Донецький інститут автомобільного транспорту

ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ З УРАХУВАННЯМ СТАНУ ОРГАНІЗМУ ВОДІЯ

Розглянута організація технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом. Для урахування стану організму водія під час перевезення небезпечних вантажів запропоновано використання методу математичного аналізу ритму серця шляхом реєстрації електрокардіограми

Постановка проблеми

З метою застосування Європейської угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (надалі - ДОПНВ) до небезпечних вантажів відносять речовини і вироби, які не допускаються до перевезення згідно ДОПНВ або допускаються до нього тільки з дотриманням вимог ДОПНВ.

Численні аварії під час перевезення небезпечних вантажів різними видами транспорту часто з дуже важкими наслідками спонукали міжнародне співтовариство і національні органи влади в окремих країнах розробити нормативно-правові акти, що регулюють перевезення небезпечних вантажів.

Перевезення небезпечних вантажів з мінімальним ризиком можливо лише за умови дотримання встановлених вимог. Але автомобілі виконують свої функції під керуванням водія, від рішень якого залежить безпека. Нервова система водія здебільшого знаходиться постійно в напруженому стані, тому стан організму водіїв повною мірою повинно враховувати під час проектування даного процесу.

Таким чином, проблемою є забезпечення захисту та охорони людей та тварин від небезпеки і також захисту навколишнього середовища та матеріальних цінностей за маршрутами перевезення небезпечних вантажів.

Аналіз останніх досліджень

Проблема забезпечення безпеки руху є гострою через зростання інтенсивності руху на дорогах і збільшення у транспортному потоці частки легкових автомобілів, що значно ускладнюють процес руху змішаного транспортного потоку на дорогах.

Дослідження показують, що працездатність водія можна підвищити як за рахунок кращої організації робочого дня, чергування праці і відпочинку, так і вдосконаленням дорожніх умов [1].

На підставі інформації про серцевий ритм можливо досить чітко розрізнити стадії робочого напруження і розвитку стомлення. Р.М. Баєвським [2] запропоновано інтегральний критерій оцінки функціонального стану людини - показник активності регуляторних систем (ПАРС), що відображає загальну реакцію організму на вплив факторів навколишнього середовища. Залежно від його кількісної оцінки визначається, у якому стані перебуває організм людини. Раніше проведені вченими дослідження показали, що стан організму людини при будь-якій діяльності не повинен переходити на рівень різко вираженого функціонального напруження, що відповідає 5 балам ПАРС його організму.

Мета статті

Метою роботи є визначення факторів технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом з урахуванням стану організму водія.

Завдання дослідження:

- провести аналіз властивостей факторів технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів;
- провести аналіз факторів, що впливають на психофізичний стан організму водія, який перевозить небезпечні вантажі;
- визначити взаємозв'язок факторів технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів і стану організму водія.

Об'єктом дослідження є технологічний процес перевезення небезпечних вантажів.

Предмет дослідження - взаємозв'язок параметрів технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів і стану організму водія.

Методи дослідження: апаратні методи реєстрації фізіологічних параметрів, статистичні методи аналізу даних - кореляційний і регресійний аналіз.

Основний розділ

Аналізуючи властивості факторів технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів, визначено, що перевезення небезпечних вантажів - це діяльність, пов'язана з переміщенням небезпечних вантажів від місця їх виготовлення чи зберігання до місця призначення з підготовкою вантажу, тари, транспортних засобів та екіпажу, прийманням вантажу, здійсненням вантажних операцій та короткостроковим зберіганням вантажів на всіх етапах переміщення.

До небезпечних вантажів належать речовини, матеріали, вироби, відходи виробничої та іншої діяльності, які внаслідок притаманних їм властивостей за наявності певних факторів можуть під час перевезення спричинити вибух, пожежу, пошкодження технічних засобів, пристроїв, споруд та інших об'єктів, заподіяти матеріальні збитки та шкоду довкіллю, а також призвести до загибелі, травмування, отруєння людей, тварин. Небезпечні вантажі за міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, або за результатами випробувань в установленому порядку залежно від ступеня їх впливу на довкілля або людину, віднесено до одного з класів небезпечних речовин.

До факторів технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів належать групи факторів, що характеризують маршрут перевезення, дорожні умови, інтенсивність руху на маршруті, транспортні засоби і водіїв. У якості показника, що характеризує небезпечність вантажу, використовуємо ступінь небезпеки вантажу.

Факторами ($\overline{X}_1 = \{x_i\}$, $(i = \overline{1,3})$), що характеризують технологічність процесу перевезення небезпечних вантажів є:

x_1 – довжина транспортного засобу, *м*;

x_2 – питома потужність транспортного засобу, *кВт/г*;

x_3 – ступінь небезпеки вантажу;

Технологія перевезень небезпечних вантажів автомобільним транспортом передбачає раціональну організацію його руху на основі виявлення і застосування закономірностей перевізного процесу. Реалізація технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів відбувається на спеціально призначених маршрутах.

Факторами ($\overline{X}_2 = \{x_j\}$, $(j = \overline{4,6})$), що характеризують дорожні умови маршруту перевезення небезпечних вантажів, є:

x_4 – час руху на маршруті, *хв.*;

x_5 – інтенсивність транспортного потоку на маршруті, *авт./год*;

x_6 – коефіцієнт аварійності маршруту.

Факторами ($\overline{X_3}=\{x_k\}$, $(k=\overline{7,8})$), що характеризують водія є:

x_7 - вік водія;

x_8 - стаж роботи по перевезенню небезпечних вантажів.

При проектуванні процесу перевезення небезпечних вантажів не повною мірою враховуються психофізіологічні якості водія і залежність стану його організму від умов роботи.

Відомості про психофізіологічні можливості водія вже тривалий час випробовуються при нормуванні параметрів елементів і проектуванні автомобільних доріг. З розвитком технічних можливостей дорожніх досліджень ці відомості поповнювалися, але рівень автомобілізації, що постійно підвищується у всьому світі, ставить нові завдання в частині організації і підвищення безпеки руху [3].

Основними факторами, які мають вплив на надійність працездатності водія (НП), це працездатність ($\overline{Y_1}=\{y_i\}$, $(i=\overline{1,3})$), перешкодостійкість ($\overline{Y_2}=\{y_j\}$, $(j=4)$) і стомлення ($\overline{Y_3}=\{y_k\}$, $(k=5)$).

Працездатність - величина функціональних можливостей організму (фізіологічної системи, органу), що характеризується кількістю і якістю роботи при напрузі максимальної інтенсивності або діяльності.

За активністю діяльності і продуктивності роботи виділяють зазвичай три фази працездатності оператора:

- входження в роботу (наростання працездатності) – y_1;
- працездатність у процесі і спад активності – y_2;
- кінець процесу – y_3.

Різні фази працездатності є в роботі водія. Як показують дослідження, тривалість кожної з них можна регулювати, але для цього, крім наявності технічних можливостей, необхідно знати психологічні і фізіологічні можливості водія. Вивчення цих можливостей інтенсивно ведеться в нашій країні і за кордоном, і в даний час виявлені закономірності зміни основних психофізіологічних характеристик діяльності водія під впливом розвитку стомлення. Найбільш істотне стомлення відбивається на часі реакції водія і на стійкості уваги, тобто на основних психофізіологічних характеристиках водія, що визначають безпеку руху.

У психологічних дослідженнях найчастіше як показник загального стану організму людини або відповіді його на яку-небудь зовнішню дію використовується показник активності регуляторних систем (ПАРС), який вимірюється шляхом реєстрації електрокардіограми.

Зі всіх психофізіологічних показників ЕКГ найбільш вивчена і методика її вимірювання і аналізу найбільш здійснена - це пояснюється тим, що ЕКГ широко використовується в клінічній практиці як інструмент вивчення серцево-судинної системи.

Визначення взаємозв'язку факторів технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів і стану організму водія здійснено у вигляді залежностей у пропонованій багатофакторній регресійній моделі зміни факторів процесу. І тому три фази працездатності при процесі перевезення небезпечних вантажів виражаємо через такі залежності:

- входження в роботу (отримання завдання на перевезення):

$$y_1 = f_1(x_2, x_3, x_6), \tag{1}$$

- працездатність в процесі (на маршруті):

$$y_2 = f_2(x_1 \dots x_8), \tag{2}$$

- кінець процесу (маршруту):

$$y_3 = f_3(x_4, x_5, x_7, x_8). \quad (3)$$

Перешкодостійкість (y_4) - дуже важливий чинник, що визначає силу і стійкість нервової системи водія. Цим поняттям позначають зазвичай здатність людини виконувати поставлене завдання при дії активних перешкод, причому найбільшої цінності ця якість набуває при дії смислових перешкод або сигналів, близьких за виглядом і змістом до корисних. Як перешкода може бути і зайве дублювання сигналу [1].

У дорожніх дослідженнях зниження перешкодостійкості використовується зазвичай як показник стомлення водія. Кількісні характеристики її визначаються за допомогою тестів і завдань зорового пошуку на тлі смислових перешкод - звуковий запис і читання тестових таблиць (візуалізацію на моніторі).

Перешкодостійкість залежить від таких факторів:

$$y_4 = f_4(x_3, x_5, x_6, x_8). \quad (4)$$

Стомлення (y_5) - це тимчасове зниження працездатності, викликане інтенсивною або тривалою роботою [4].

Стомлення при перевезенні небезпечних вантажів:

$$y_5 = f_5(x_2, x_4, x_5, x_7). \quad (5)$$

І остаточний вигляд модель зміни факторів процесу набуває ось такий:

$$y_j = b_0 + \sum_{i=1}^{N} b_i x_i, \quad j = \overline{1,5}. \quad (6)$$

Для визначення усіх коефіцієнтів і взаємозв'язків факторів технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів і стану організму водія в подальшому буде отримана вихідна інформація на основі натурних досліджень на транспортних засобах для перевезення небезпечних вантажів різних видів.

Подальша розробка моделі технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів з урахуванням стану організму водія та уточненням впливу всіх характеристик дає можливість розробки рекомендацій з питань проектування технологічного процесу.

Висновки

Наукова новизна результатів полягає у формалізації моделі впливу технології перевезення небезпечних вантажів на водія і розробка методу складання графіку виконання технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів.

Практичне значення полягає в можливості розробки рекомендацій з питань проектування технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів з урахуванням стану організму водія.

Список літератури

1. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. - М.: Транспорт, – 1980. – 312с.

2. Баевский Р.М., Кириллов О.Н., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. - Наука, – 1984. – 222с.

3. Медико-биологические проблемы на автотранспорте. Сб. научн. трудов. - М: НИИ гигиены. 1982 - 128с.

4. Физиологическое нормирование в трудовой деятельности, - Ленинград: Наука, – 1988. – 228с.

Стаття надійшла до редакції 02.04.2007 р.

УДК 629.113.004.67:38

К.В. ДОЛЯ, інж.

ВИНАХОДЖЕННЯ ТАРИФІВ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ, ОРІЄНТОВАНИХ НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМОГ ПАСАЖИРІВ ТА ПЕРЕВІЗНИКІВ

Однією з проблем сучасних автомобільних перевезень пасажирів автомобільним транспортом на маршрутах загального користування є неузгодженість тарифів між інтересами замовника перевезень, пасажирів та перевізника, що призводить до розширення сегменту незадоволених сучасним станом системи встановлення тарифів міських перевезень.

Постановка проблеми

Соціально орієнтований тариф є найважливішою складовою затверджуваного тарифу на перевезення пасажирів, тому що він визначається таким чином, щоб задовольнити соціально обумовлені потреби більшості мешканців [1]. Однак повномірне задоволення вимог мешканців у корегуванні вартості проїзду не можливо за підстав протилежних вимог перевізників.

Мета статті

Метою роботи є проведення аналізу можливих шляхів винаходження тарифів на перевезення пасажирів, максимально враховуючих потреби мешканців, враховуючи середні доходи громадян регіону, їх можливостей та потреб у здійсненні затрат на пересування.

Водночас, винайдені шляхи побудови тарифів повинні відповідати таким вимогам перевізників, які дозволяють отримувати доходи від перевезень достатні для здійснення перевезень, оновлення рухомого складу, підвищення заробітної платні, розвиток матеріально з виробничої бази.

Вирішення даної проблеми й розглянеться у даній роботі.

Основний розділ

Для визначення тарифу необхідно спочатку розрахувати економічно обумовлений тариф, що враховує норми й нормативи витрати палива, енергії, матеріалів, вузлів. Інших витрат, включаючи амортизаційні [2, 3]. З урахуванням вказівок нормативних документів використовують поправочні коефіцієнти, що відображають конкретні умови роботи підприємств-перевізників

і зональні особливості території такі, як кліматичні й дорожні умови, структура, склад і стан парку транспортних засобів і виробничо-технічної бази.

Економічно обумовлена величина тарифу розраховується на підставі розкладу руху транспортних засобів з урахуванням індивідуальностей, а також пробігів транспортних засобів різних типів на маршрутах. Крім того, при розрахунку даного тарифу визначають по елементний склад витрат, у які входять: матеріальні витрати, витрати на оплату праці, відрахування на соціальні потреби, амортизація, інші витрати. При розподілі витрат на різні види діяльності. Які здійснюються підприємством, не допускається віднесення на пасажирські перевезення по регульованих тарифах витрат, пов'язаних зі здійсненням іншої діяльності, у тому числі не пов'язаної з одержанням прибутку [4].

На наступному етапі визначення економічно обумовленого тарифу розраховують необхідні витрати на інвестиційні потреби – придбання транспортних засобів, розвиток інфраструктури пасажирського транспорту, модернізацію виробничої бази й т.д. Муніципальні й державні підприємства в складі цих витрат враховують тільки ті кошти, які необхідні для виконання даного виду пасажирських перевезень [4]. Інвестиційні кошти на розвиток інших видів діяльності перевізника враховують за узгодженням із власником.

За даними, які отримані під час обстеження пасажиропотоків або за результатами дослідження середнього наповнення транспортних засобів за попередній період, складають прогнози пасажирообороту й обсягів перевезень пасажирів, групуючи пасажирів по наступних категоріях:

- які користуються місячними проїзними квітками;
- які користуються разовими квитками на оплату проїзду;
- пасажири пільгових категорій, які не оплачують проїзд (у випадку, якщо на території муніципального утворення збережені натуральні пільги).

Наступним етапом є розрахунок економічно обумовленої величини тарифу на міські перевезення за формулою:

$$T_e = [P - (1 + H_n / 100) + И - Д_{пб}] / Q_n, \quad (1)$$

де P – величина економічно обґрунтованих витрат на експлуатаційну діяльність підприємства, отримана в результаті розрахунку бізнес-планів, *грн*.; H_n – середня економічно обґрунтована норма валового прибутку перевізників, *%*; $И$ – необхідні обсяги витрат на інвестиційні потреби (для муніципальних підприємств можуть включатися в прибуток, для недержавних підприємств – не виділяються), *грн*.; $Д_{пб}$ – плановані доходи перевізників від реалізації місячних проїзних квитків, *грн*.; Q_n – планований обсяг перевезень пасажирів, що користуються разовими квитками на оплату проїзду, *пас*.

Після розрахунку економічно обумовленої величини тарифу можливий перехід до соціально орієнтованого, в основі якого повинні бути використані наступні принципи:

1. Захист і максимально можливе задоволення інтересів як населення, так і більшості перевізників.

2. Захист інтересів більшості мешканців, що полягає в тому, щоб для найменш забезпеченої їхньої частини частка від розподілу різниці між їх середньодушовим доходом і прожитковим мінімумом не перевищувала транспортні витрати, обумовлені мінімальною кількістю життєво необхідних транспортних пересувань.

Із цих принципів випливає, що максимальна величина соціально орієнтованого тарифу не повинна перевищувати певного рівня, обумовленого душовими доходами, прожитковим мінімумом і нормативами або стандартами рухливості, встановленими або сформованими у муніципальному утворенні.

Крім того, існують різні варіанти рішень у підходах до тарифоутворення. Можна встановлювати величину тарифу виходячи із принципу захисту інтересів більшої частини населення. У цьому випадку різниця між економічно обумовленим і соціально орієнтованим буде найбільшою й, отже, для захисту інтересів перевізників будуть потрібні більші асигнування [3, 4].

Встановлення величини тарифу вище соціально орієнтованого спричинить зниження дотацій перевізникам, підвищення невдоволення населення й соціальної напруженості.

За умови встановлення соціально орієнтованого тарифу, рівного економічно обумовленому, можливий ріст собівартості перевезення внаслідок зниження пасажиропотоків.

При виборі того або іншого варіанту рішення рекомендується враховувати наступне:

- чим більше частка настелення із середньодушовими доходами нижче прожиткового мінімуму, тим менше можливостей підвищення соціально орієнтованого тарифу, що спричинить збільшення величини асигнувань, зниження обсягів перевезень і ріст економічно обумовленого тарифу;

- при великому коефіцієнті пересадженості витрат громадян на поїздки зростають, що обмежує ріст величини соціально орієнтованого тарифу;

- чим вище середня дальність поїздки, тим менше число громадян буде переходити на піше пересування й, отже, величина тарифу буде торкатися більшого числа населення;

- збільшення числа легкових автомобілів мало впливає на величину граничного соціально орієнтованого тарифу, але погіршує екологію й збільшує на громадському транспорті частку неплатоспроможних пасажирів.

Соціально орієнтований тариф розраховується за наступною формулою:

$$T_{со} = T_{ео} / (K_{б} * КД_{ср} * K_{п} * K_{ла} * K_{пер} * KL_{се} * K_{р}), \quad (2)$$

де $T_{ео}$ – величина економічно обґрунтованого нормами й нормативами розрахункового тарифу, *грн.*; $K_{б}$ – коригувальний коефіцієнт, що вказує на частку мешканців і середньодушові грошові доходи, які нижчі або дорівнюють величині прожиткового мінімуму; $КД_{ср}$ – коригувальний коефіцієнт, що вказує на співвідношення середньодушових грошових доходів населення стосовно величини прожиткового мінімуму; $K_{п}$ - коригувальний коефіцієнт, що вказує на частку серед населення пенсіонерів і непрацюючого населення, у відсотках від усього наслення; $K_{ла}$ - коригувальний коефіцієнт, що вказує на частку населення, що володіють особистими легковими автомобілями, у відсотках від усього населення; $K_{пер}$ - коригувальний коефіцієнт, що вказує на необхідну середню величину коефіцієнта пересадженості;. $KL_{се}$ - коригувальний коефіцієнт, що вказує на середню дальність поїздки на міських маршрутах; $K_{р}$ - коригувальний коефіцієнт, що вказує на рівень конкуренції на ринку пасажирських транспортних послуг.

Також можна використовувати спрощений підхід до визначення величини соціально орієнтованого тарифу:

$$T_{со} = (Р + П_{р} + И – C_{суб}) / Q, \quad (3)$$

де $Р$ – нормативно-обумовлені витрати перевізника, *грн.*; $П_{р}$ – прибуток, *грн.*; $И$ – інвестиційні витрати, грн.; $C_{суб}$ – бюджетні субсидії, грн.

Одним з орієнтирів при встановленні соціально обумовлених цін на пасажирські транспортні послуги повинен стати рівень зниження тарифів стосовно розрахункових, враховуючи можливу величину бюджетних субсидій:

$$Р \le Д + C_{суб}, \quad (4)$$

де P – витрати пасажирського транспорту, *грн*.;

$Д$ – доходи пасажирського транспорту ві збору плати за проїзд, продажі проїзних квитків, *грн*.;

$С_{суб}$ – гранична, виходячи з можливостей бюджету величини субсидій, *грн*.

Якщо гранична величина середньодушових транспортних витрат адміністрацією встановлена, то для розрахунку соціально орієнтованої величини тарифу рекомендуються наступні формули:

$$T_{со} = C_т / n, \quad (5)$$

$$C_т < Д_{ср} – ПМ, \quad (6)$$

де $C_т$ – гранична середньомісячна величина витрат одного жителя на транспортні потреби, установлювана адміністрацією, *грн*.; $Д_{ср}$ – величина середньодушових доходів у муніципальному утворенні, за винятком населення, що володіють найвищими, а також певні групи мешканців з доходами нижче прожиткового мінімуму, *грн*.; *ПМ* – величина прожиткового мінімуму в муніципальному утворенні, *грн*.; n – середня місячна кількість поїздок, необхідна одному мешканцеві міста для задоволення своїх соціально обумовлених потреб у переміщенні в конкретних місцевих умовах.

У залежності від того, яку частину в загальному обсязі перевезених пасажирів складають пільговики, розглянуто три випадки:

- проїзд оплачують всі перевезені пасажири;
- 50% пасажирів оплачують проїзд, іншу частину становить пільговий контингент, витрати на перевезення якого компенсуються за рахунок бюджетних коштів;
- 50% пасажирів оплачують проїзд, іншу частину витрат погашає перевізник.

Для даних випадків розраховувалася величина економічно обумовленого й соціально орієнтованого тарифів.

Оскільки найбільш значимим фактором, що визначає економічні показники роботи маршруту, є його довжина, то внаслідок цього була розглянута залежність величини тарифу від даного фактора. Розрахунки проводилися для автобуса середньої пасажировмісності ПАЗ 32054 (табл. 1).

Таблиця 1

Вихідні дані по марці рухомого складу, що використовувались

Показник		Значення
Вартість, *у.о*.		20804
Пасажиромісткість, *пас*	повна, місць для сидіння	42/ 23
Максимальна швидкість, км/год		90
Контрольна витрата палива при 60 *км/год*, *л/100 км*		20,5
Технічне обслуговування на 1000 км пробігу, *грн.*		22,8

Як показали результати розрахунків для першого та другого випадків, величина економічно обумовленого та соціально орієнтованого тарифів буде мати однакові значення (табл. 2). Це пояснюється тим, що на величину тарифу не впливає те, за рахунок яких коштів (пасажирів або бюджетних асигнувань) компенсуються витрати на перевізну діяльність.

Таблиця 2

Результати розрахунку тарифів для випадків, коли всі перевезені пасажири оплачують проїзд або витрати на перевезення 50% пасажирів компенсується за рахунок асигнувань бюджетних коштів

№ п/п	Показник	Довжина маршруту, *км*		
		5	10	15
1.	Необхідні фонди заробітної плати водіїв, *грн*.	36960	58080	84480
2.	Необхідні витрати на придбання палива, *грн*.	314417,8	377274	565001,18
3.	Необхідні витрати на придбання мастильних матеріалів, *грн*.	8303,07	9962,96	14920,42
4.	Необхідні витрати на технічне обслуговування й ремонт автобусів, *грн*.	6550,01	7859,44	11770,2
5.	Необхідні витрати на придбання шин, *грн*.	9135,54	10961,85	16416,34
6.	Необхідний фонд заробітної плати інженерно-технічних робітників, *грн*.	16368	19536	23232
7.	Відрахування на амортизацію автобусів, *грн*.	86151,37	135380,73	196917,4
8.	Сумарна величина змінних витрат, *грн*.	477885,8	619055	912737,5
9.	Обсяг перевезень пасажирів за рік, *пас*.	2048995,94	2048995,94	2048995,94
10.	У т.ч.: по разових квитках	2048996	2048996	2048996
11.	Норматив постійних загальногосподарських витрат, %	30	30	30
12.	Норматив прибутку, %	30	30	30
13.	Загальна величина витрат на перевезення (експлуатаційних витрат), *грн*.	621251,54	804771,5	1186558,8
14.	Загальна величина витрат на перевезення з урахуванням прибутку й інвестиційної складової, *грн*.	807627,00	1046202,95	1542526,4
15.	Величина собівартості перевезення в розрахунку на 1 пасажира, *грн*.	0,3	0,39	0,58
16.	Загальна величина витрат на перевезення в розрахунку на 1 пасажира з урахуванням прибутку й інвестиційної складової, *грн*.	0,39	0,51	0,75
17.	Сумарна величина витрат на перевезення, *грн*	807627,00	1046202,95	1542526,4
18.	Економічно обумовлена величина тарифу, *грн*.	0,5	0,7	1,0
19.	Величина соціально орієнтованого тарифу, *грн*.	0,40	0,55	0,75

У випадку, коли 50% перевезених пасажирів оплачують проїзд, а іншу частку складають пільговики, витрати на перевезення яких погашає перевізник, величина тарифу становить максимальне значення (табл. 3).

Результати розрахунків показали, що поза залежністю від того, за рахунок яких коштів буде компенсуватися проїзд пасажирів, що користуються пільгами на проїзд, величина тарифу як економічно обумовленого, так і соціально орієнтованого, буде однаковою.

Таблиця 3

Результати розрахунку тарифів у випадку, якщо частка пільгового контингенту в загальному обсязі перевезень пасажирів становить 50%, витрати на перевезення яких погашає перевізник

№ п/п	Показник	Довжина маршруту, *км*		
		5	10	15
1.	Необхідні фонди заробітної плати водіїв, *грн*.	36960	58080	84480
2.	Необхідні витрати на придбання палива, *грн*.	314417,8	377274	565001,18
3.	Необхідні витрати на придбання мастильних матеріалів, *грн*.	8303,07	9962,96	14920,42
4.	Необхідні витрати на технічне обслуговування й ремонт автобусів, *грн*.	6550,01	7859,44	11770,2
5.	Необхідні витрати на придбання шин, *грн*.	9135,54	10961,85	16416,34
6.	Необхідний фонд заробітної плати інженерно-технічних робітників, *грн*.	16368	19536	23232
7.	Відрахування на амортизацію автобусів, *грн*.	86151,37	135380,73	196917,4
8.	Сумарна величина змінних витрат, *грн*.	477885,8	619055	912737,5
9.	Обсяг перевезень пасажирів за рік, *пас*.	2048995,94	2048995,94	2048995,94
10.	У т.ч.: по разових квитках	1024498	1024498	1024498
11.	Пільговики (50%)	1024498	1024498	1024498
12.	Норматив постійних загальногосподарських витрат, %	30	30	30
13.	Норматив прибутку, %	30	30	30
14.	Загальна величина витрат на перевезення (експлуатаційних витрат), *грн*.	621251,54	804771,5	1186558,8
15.	Загальна величина витрат на перевезення з урахуванням прибутку й інвестиційної складової, *грн*.	807627,00	1046202,95	1542526,4
16.	Величина собівартості перевезення в розрахунку на 1 пасажира, *грн*.	0,3	0,37	0,58
17.	Загальна величина витрат на перевезення в розрахунку на 1 пасажира з урахуванням прибутку й інвестиційної складової, *грн*.	0,39	0,51	0,75
18.	Сумарна величина витрат на перевезення, *грн*	1114976,4	1425267,1	2136734,8
19.	Економічно обумовлена величина тарифу, *грн*.	1,1	1,5	2,0
20.	Величина соціально орієнтованого тарифу, *грн*.	0,80	1,10	1,50

Висновок

Величина тарифу встановлюється з урахуванням техніко-економічних показників роботи маршруту, соціальних умов життя населення, а також кількості й співвідношення пасажирів, що мають пільги, на оплату проїзду пільгового контингенту в загальній чисельності перевезених пасажирів.

Збільшення величини соціально орієнтованого тарифу може негативно відобразитися на стабільності суспільства, що може виразитися в підвищенні невдоволення населення й соціальної напруженості. Тому визначення соціально орієнтованого тарифу повинне мати обґрунтований і зважений підхід.

Список літератури

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. Балтанов М.Д. Пассажирские автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1981. – 222 с.

3. Пассажирские автомобильные перевозки // В.А.Гудков, Л.Б. Миротин, А.В.Вельможин, С.А.Ширяев / Под ред. В.А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с.

4. Сирин И.В. Организация и управление автомобильными перевозками. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2007 р.

УДК 656.13.073.436

І.П. ЕНГЛЕЗІ, к.т.н., О.Є. ПАХНО, ст. викладач,
Донецький інститут автомобільного транспорту

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ МАРШРУТУ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ З НЕБЕЗПЕЧНИМ ВАНТАЖЕМ

Визначені основні фактори, що впливають на безпеку дорожнього перевезення небезпечних вантажів. Для визначення маршруту руху транспортного засобу з небезпечним вантажем запропонована багатофакторна регресійна модель реалізація якої дозволить обрати із загальної кількості маршрутів вулично-дорожньої мережі найбільш безпечний.

Постановка проблеми

Небезпечні речовини (небезпечні вантажі) для нашого технічно орієнтованого суспільства мають дуже важливе значення. Вони присутні у всіх областях життєдіяльності, використовуються як в особистих цілях, так і в промисловому виробництві.

Бензин та дизельне паливо використовуються для забезпечення тяги транспортних засобів, мазут і газ - для опалення, розчинники - для фарб, хлор - для дезінфекції, мінеральні добрива - для саду й городу, органічні пероксиди - для клеїв, пестициди для сільського господарства тощо. Небезпечні вантажі є предметами повсякденної необхідності в домашньому господарстві чи засобами виробництва в промисловому виробництві.

Однак слід зазначити, що до небезпечних вантажів відносяться речовини і вироби, які внаслідок притаманних їм властивостей, за наявності певних факторів можуть під час перевезення спричинити вибух, пожежу, пошкодження технічних засобів, пристроїв, споруд та інших об’єктів, заподіяти матеріальні збитки та шкоду довкіллю, а також призвести до загибелі, травмування, отруєння людей, тварин.

Ураховуючи велику небезпеку, що виходить від небезпечних вантажів під час їхнього дорожнього перевезення, існує необхідність у встановленні додаткових вимог до забезпечення

безпеки дорожнього перевезення небезпечних вантажів та обмежень на рух транспортних засобів із такими вантажами.

Відповідно до вимог пункту 1.9.3 b) додатка А Європейської угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (надалі ДОПНВ), ратифікованої Україною 2 березня 2000 р., кожна країна – учасниця ДОПНВ зберігає за собою право застосовувати до транспортних засобів з небезпечними вантажами додаткові вимоги щодо їх руху по встановленим маршрутам. Ці додаткові вимоги мають виключити рух транспортних засобів із небезпечними вантажами через комерційні, ділові або екологічно чутливі райони, промислові зони з небезпечними об'єктами, або по дорогах, що становлять серйозну фізичну небезпеку.

Через необхідність доставки небезпечних вантажів до АЗС, магазинів, складів тощо, що знаходяться в населених пунктах, промислових зонах із небезпечними об'єктами, поруч із діловими та житловими районами, повністю виключити можливість проїзду транспортних засобів із небезпечними вантажами через такі райони та зони неможливо.

Тому, з метою забезпечення безпеки людей, майна та навколишнього середовища під час дорожнього перевезення небезпечних вантажів, особливу увагу необхідно приділити визначенню безпечних умов та безпечного маршруту перевезення небезпечних вантажів.

Оцінка ступеня безпеки руху по дорозі має основне значення при виявленні небезпечних ділянок.

У різний час були запропоновані такі методи виявлення небезпечних ділянок автомобільних доріг та вулиць, що ґрунтуються на даних статистики дорожньо-транспортних пригод (надалі – ДТП) [1]: 1 - оцінка доріг за балами; 2 – аналіз статистичних даних методами теорії ймовірностей; 3 – використання факторів багатофакторного кореляційного аналізу; 4 – аналіз епюри швидкостей руху (метод коефіцієнтів безпеки та «шуму прискорення»); 5 – аналіз за допомогою коефіцієнтів відносного впливу окремих елементів дороги (метод коефіцієнтів аварійності); 6 – метод конфліктних ситуацій.

Однак усі ці методи направлені на виявлення конкретних небезпечних ділянок на дорозі й визначення ступеня їхньої небезпеки, та на сьогодні відсутній метод визначення маршруту руху транспортного засобу з небезпечним вантажем, що є найбільш безпечним, тобто характеризується найменшою ймовірністю виникнення ДТП.

Мета дослідження

Метою даної роботи є визначення та аналіз факторів, що впливають на безпеку дорожнього перевезення небезпечних вантажів. Побудова моделі для визначення взаємозв'язку факторів, що впливають на безпеку дорожнього перевезення небезпечних вантажів, і ймовірності виникнення ДТП, ризику загибелі, і поранення людей, нанесення значних матеріальних збитків та забруднення навколишнього природного середовища.

Аналіз останніх досліджень

В [1] розглянуті та проаналізовані різні методи виявлення небезпечних ділянок автомобільних доріг та вулиць, що можуть бути застосовані для визначення ступеня небезпеки окремих ділянок маршруту руху транспортного засобу з небезпечним вантажем. Також визначено вплив дорожніх умов на безпеку дорожнього руху. В [2] розглянуті фактори, що впливають на ризик виникнення ДТП у дорожньому русі. Метод визначення ступеню небезпеки перехресть надано в [3]. При цьому не розглядається ймовірність виникнення ДТП під час проїзду транспортного засобу з небезпечним вантажем через перехрестя. В [4] наданий перелік небезпечних вантажів, визначена необхідність установлення додаткових вимог щодо руху автомобільних транспортних засобів із небезпечними вантажами по встановленим маршрутам. Однак відсутні чіткі критерії визначення ділянок доріг по яких слід забороняти або обмежувати рух транспортних засобів

із небезпечними вантажами. Також не вказано для яких небезпечних вантажів та в якому разі повинні застосовуватись ці обмеження.

Основний розділ

Відповідно до Закону України «Про перевезення небезпечних вантажів» до небезпечних вантажів відносяться речовини, матеріали, вироби, відходи виробничої та іншої діяльності, які внаслідок притаманних їм властивостей за наявності певних факторів можуть під час перевезення спричинити вибух, пожежу, пошкодження технічних засобів, пристроїв, споруд та інших об'єктів, заподіяти матеріальні збитки та шкоду довкіллю, а також призвести до загибелі, травмування, отруєння людей, тварин і які за міжнародними договорами, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, або за результатами випробувань в установленому порядку залежно від ступеня їх впливу на довкілля або людину віднесено до одного з класів небезпечних речовин. Так до небезпечних вантажів відносяться вибухові речовини та вироби, гази, легкозаймисті рідини, токсичні речовини тощо.

Для цілей проведення дослідження не враховуються небезпечні вантажі, на перевезення яких поширюються звільнення визначені в підрозділах 1.1.3.1 – 1.1.3.6 додатка А ДОПНВ у разі міжнародних перевезень, та в пунктах 1.7 і 1.8 Правил дорожнього перевезення небезпечних вантажів, затверджених наказом МВС України від 26.07.2004 № 822, – у разі внутрішніх перевезень.

Фактори, що впливають на безпеку дорожнього перевезення небезпечних вантажів

Дорожні умови та організація дорожнього руху непов'язані з питаннями забезпечення безпеки перевезень небезпечних вантажів безпосередньо. Однак, сприятливі дорожні умови та заходи організації дорожнього руху мають забезпечити загальну безпеку перевезень небезпечних вантажів по автомобільних дорогах та вулицях.

Метою впровадження обмежень на рух транспортних засобів із небезпечними вантажами по вулично-дорожній мережі є забезпечення захисту життя й здоров'я фізичних осіб, навколишнього природного середовища, майна фізичних та юридичних осіб під час перевезення небезпечних вантажів.

З метою визначення більш безпечного маршруту перевезення небезпечних вантажів по ділянках інфраструктури автомобільних доріг, рух по яких транспортних засобів із небезпечними вантажами дозволено, необхідно враховувати ймовірність виникнення ДТП під час перевезення.

Кількість ДТП та ступінь їхньої важкості під час дорожнього перевезення небезпечних вантажів визначається двома основними групами факторів:

1. Ризик поранення, нанесення значних матеріальних збитків та забруднення навколишнього середовища, тобто відповідно ймовірність отримання поранення, нанесення значних матеріальних збитків та забруднення навколишнього середовища при участі в ДТП;

2. Ризик пригоди, тобто ймовірність бути утягнутим у ДТП на кілометр дороги, що проїжджається транспортним засобом.

На ризик загибелі й поранення, нанесення значних матеріальних збитків та забруднення навколишнього природного середовища під час перевезення небезпечних вантажів впливають такі фактори ($\overline{X}_1 = \{x_i\}$, $(i = \overline{1,3})$):

x_1 – фізико-хімічні властивості небезпечного вантажу та ступінь небезпеки;

x_2 – спосіб перевезення та кількість небезпечного вантажу;

x_3 – тип засобу утримання вантажу.

При цьому на ризик виникнення ДТП у дорожньому русі, тобто на кількість ДТП на авт-км пробігу автомобіля, впливає цілий ряд факторів ризику. Під факторами ризику розуміються

всі фактори, які (за інших рівних умов) сприяють збільшенню ризику виникнення ДТП. Такі фактори можуть бути пов'язані зі способом водіння, навколишнім середовищем, учасниками дорожнього руху та транспортним засобом [2].

Таким чином, фактори ризику, що визначають ризик виникнення ДТП у дорожньому русі можна розділити на фактори ризику, пов'язані з:

1. Дорожніми умовами;
2. Навколишнім середовищем;
3. Способом водіння або типом транспортного засобу;
4. Іншими учасниками дорожнього руху, у тому числі їхнім поводженням на дорозі.

Ризик виникнення ДТП істотно змінюється в залежності від типів доріг та дорожньої середи. Зазвичай ризик на різних типах доріг та для різних елементів доріг описують за допомогою зареєстрованих відповідним компетентним органом (для України Державтоінспекцією МВС України) ДТП на 1 мільйон авт-км [1].

Факторами ризику ($\overline{X}_2 = \{x_i\}$, $(i = \overline{4,31})$), пов'язаними з дорожніми умовами, є:

x_4 – ширина проїзної частини;

x_5 – кількість ділянок дороги, що мають ширину проїжджої частини відповідного класу;

x_6 – клас узбіччя;

x_7 – ширина узбіччя;

x_8 – кількість ділянок дороги, що мають узбіччя відповідного класу;

x_9 – повздовжній ухил;

x_{10} – кількість ділянок дороги, що мають ухил відповідного класу;

x_{11} – радіус кривих у плані;

x_{12} – кількість ділянок дороги, що мають радіуси кривих у плані відповідного класу;

x_{13} – видимість;

x_{14} –кількість ділянок дороги, що мають значення видимості відповідного класу;

x_{15} – ширина проїзної частини мостів;

x_{16} – кількість мостів, що мають ширину проїжджої частини відповідного класу;

x_{17} – довжина прямих ділянок дороги;

x_{18} –кількість прямих ділянок дороги даного класу;

x_{19} – тип перехресть;

x_{20} – кількість перехресть даного класу;

x_{21} – число основних смуг на проїзній частині для прямих напрямків руху;

x_{22} – кількість ділянок дороги даного класу;

x_{23} – відстань проїзної частини від забудови;

x_{24} – кількість ділянок дороги, що мають відстань проїзної частини від забудови даного класу;

x_{25} – довжина ділянок на підходах до населеного пункту;

x_{26} – кількість ділянок дороги на підходах до населеного пункту даного класу;

x_{27} – клас розділювальної смуги;

x_{28} – ширина розділювальної смуги;

x_{29} – кількість ділянок дороги, що мають розділювальну смугу даного класу та ширини;

x_{30} – відстань від кромки проїзної частини до обриву;

x_{31} – кількість ділянок дороги, що розташовані поряд з обривами;

Факторами ризику ($\overline{X}_3 = \{x_i\}$, $(i = \overline{32,34})$), пов'язаними з навколишнім середовищем, є:

x_{32} – освітленість;

x_{33} – стан покриття;

x_{34} – видимість.

Фактори ризику пов'язані зі способом водіння або типом транспортного засобу.

Через те що до керування транспортними засобами з небезпечними вантажами допускаються

лише водії, які мають стаж керування транспортним засобом не менше трьох років, можна не враховувати фактори ризику, пов'язані зі способом водіння

Для різних типів транспортних засобів, що перевозять небезпечні вантажів ризик бути залученим до ДТП буде різним (табл. 1)[2].

Таблиця 1

Ризик в цілому участі у ДТП для різних транспортних засобів

№ п/п	Тип транспортного засобу	Всього ДТП на млн. авт-км
1.	Легковий автомобіль	7,39
2.	Вантажний автомобіль	10,93
3.	Автобус	8,274
4.	Мопед	7,214
5.	Легкий мотоцикл	6,118
6.	Важкий мотоцикл	6,441

Для інших типів транспортних засобів відповідні статистичні дані відсутні, тому для типу транспортних засобів можна виділити такі фактори ($\overline{X}_4 = \{x_i\}$, $(i = \overline{35,36})$):

x_{35} – тип транспортного засобу;

x_{36} – дозволена максимальна вага транспортного засобу.

Фактори ризику пов'язані з іншими учасниками дорожнього руху, у тому числі їх поводженням на дорозі.

Індивідуальні особливості та поведінка учасників дорожнього руху сильно впливають на число ДТП. Однак значення людського фактору у виникненні ДТП із багатьох причин важко вивчати та підкріплювати конкретними цифрами. По-перше, існує багато особливостей людського фактору, які впливають на ризик ДТП. Ці особливості можуть мати складний взаємозв'язок один з одним. По-друге, багато особливостей людського фактору важко виміряти досить надійним способом. У першу чергу, це відноситься до абстрактних індивідуальних рис людини, як манера триматися й спосіб мислення й, у відомій мері, форми поводження, наприклад, на рівні уважності. По-третє, на окремі особливості людського фактору може вплинути те, що їх намагаються вимірювати. По-четверте, на постійній основі збираються відомості про занадто невелику кількість особливостей людського фактору. Відомості про стать, вік та стан здоров'я (алкогольне сп'яніння) - єдині фактори, що є наявними в картках обліку ДТП.

Тому варто сказати, що на сьогодні ми не зможемо врахувати фактори ризику, пов'язані з учасниками дорожнього руху і їхньою поведінкою.

На перехрестях в одному рівні безпека руху залежить від напрямку та інтенсивності пересічних потоків, числа точок перетинання, розподілу й злиття потоків руху - конфліктних точок, а також від відстані між цими точками. Чим більше автомобілів проходить через конфліктну точку, тим більше ймовірність виникнення в ній ДТП.

Факторами ($\overline{X}_5 = \{x_i\}$, $(i = \overline{37,40})$), що є визначальними для ризику ДТП на перехрестях в одному рівні є:

x_{37}, x_{38} – інтенсивності руху пересічних у даній конфліктній точці потоків, авт/добу;

x_{39} – кількість конфліктних точок, що перетинаються транспортним засобом при проїзді через перехрестя;

x_{40} – тип конфліктної точки.

Визначення взаємозв'язку факторів, що впливають на безпеку дорожнього перевезення

небезпечних вантажів, і ймовірності виникнення ДТП, ризику загибелі й поранення людей, нанесення значних матеріальних збитків та забруднення навколишнього природного середовища здійснюється у вигляді залежностей у пропонованій багатофакторній регресійній моделі зміни факторів процесу.

Ризик загибелі й поранення людей, нанесення значних матеріальних збитків та забруднення навколишнього природного середовища під час перевезення небезпечних вантажів буде визначатися:

$$Y_1 = f_1(\overline{X}_1)\,. \tag{1}$$

Ризик виникнення ДТП:
- залежно від дорожніх умов

$$Y_2 = f_2(\overline{X}_2); \tag{2}$$

- залежно від умов навколишнього середовища

$$Y_3 = f_3(\overline{X}_3); \tag{3}$$

- для відповідного типу транспортного засобу

$$Y_4 = f_4(\overline{X}_4); \tag{4}$$

- при проїзді конфліктної точки перехрестя буде визначатися:

$$Y_5 = f_5(\overline{X}_5)\,. \tag{5}$$

Остаточна модель зміни факторів процесу має такий вигляд:

$$Y_j = b_{0j} + \sum_{i=1}^{N} b_{ij} x_i, \quad (j = \overline{1,5})\,. \tag{6}$$

Для визначення параметрів моделі (b_0, b) і взаємозв'язку факторів, що впливають на безпеку дорожнього перевезення небезпечних вантажів, і ймовірності виникнення ДТП, ризику загибелі й поранення людей, нанесення значних матеріальних збитків та забруднення навколишнього природного середовища в подальшому буде отримана вихідна інформація на основі натурних досліджень та даних статистики ДТП.

Подальша розробка моделі дасть можливість розробки рекомендацій щодо визначення маршруту руху транспортного засобу з небезпечним вантажем, що характеризується найменшою ймовірністю виникнення ДТП.

Висновки

Реалізація моделі дозволить обрати із загальної кількості маршрутів вулично-дорожньої мережі найбільш безпечний.

Список літератури

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. -М.: Транспорт, – 1974. - 189 с.

2. Рунэ Эльвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трулс Ваа. Справочник по безопасности дорожного движения/Пер. с норв. Под редакцией проф. В.В.Сильянова. М.: МАДИ(ГТУ), 2001. – 754с.

3. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. - М.: Транспорт, 1990.-240с.

4. Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ). – Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк и Женева, 2006 год (документ ECE/TRANS/185 (Vol. I)

Стаття надійшла до редакції 24.03.2007 р.

УДК 621.7.016.2:669.13

Д.А. БАРАНОВ, к.т.н.,
Донецкий институт автомобильного транспорта

ДЕФОРМИРОВАННЫЙ ВЫСОКОПРОЧНЫЙ ЧУГУН – НОВЫЙ МАТЕРИАЛ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Рассмотрены структура, свойства и применение в автомобилестроении ново-го материала - деформированного высокопрочного чугуна.

Постановка проблемы

В последние годы в технологии изготовления многих деталей автомобиля широко используют новый перспективный материал – деформированный высокопрочный чугун (ДВЧ). Включение в технологию чугуна ковки, прокатки, прессования, штамповки не только упрощает технологический процесс производства, но и значительно повышает качество изготовленных деталей – их прочность, вязкость, сопротивление износу и корро-зии [1]. В связи с этим различные виды обработки давлением применяют при производстве шестерен и зубчатых колес, рычагов и втулок, трубопроводов и уплотнительных колец, звездочек цепных передач и др. [2]. В качестве машиностроительного материала деформированный высокопрочный чугун появился сравнительно недавно и по вполне понятным причинам не нашел достаточно представления в известных машиностроительных справочниках и инструкциях. Вместе с тем для технологов, ремонтников и эксплуатационников важна информация о свойствах этого материала и о способах повышения его качества.

Цель статьи

Целью работы является анализ позитивных и негативных характеристик деформиро-ванного высокопрочного чугуна, целесообразности и области его применения в автомобиле-строении, особенностей технологии и эксплуатации изготовленных из него деталей.

Аналитический обзор

Возможность применения пластической деформации при производстве чугунных деталей была доказана более полувека тому назад [3]. Наличие в структуре высокопрочного чугуна изолированных сфероидов графита сделало возможным применять обжатия 30 – 40% при холодной обработке давлением и 55 – 60% при горячей. Благодаря предварительной

термической [4] и термоциклической [5] обработкам удалось повысить деформируемость слитков из высокопрочного чугуна еще на десяток процентов. В настоящее время разработаны технологии горячей прокатки листа, катанки, труб и сортовых профилей [6], ковки мно-гих машиностроительных изделий, прессования труб и прутков [6 – 8]. Термической обра-боткой изделий из деформированного высокопрочного чугуна удается дополнительно повы-сить их качество. Для этого широко используют изотермическую закалку на бейнит, различ-ные виды отжига и нормализацию [9, 10]. Качество изделий из деформированного высоко-прочного чугуна настолько велико, что его вполне обоснованно называют материалом XXI века [3, 6].

Автомобили и тракторы были одними из первых объектов, где удачно использовали детали из деформированного высокопрочного чугуна. Благодаря сочетанию деформации с различными видами термической обработки можно придать такие свойства, которые недостижимы в литом состоянии. Это расширяет область применения чугуна и позволяет применять его для изготовления ответственных и высоконагруженных деталей машин [1,6]. Замечательной способностью деформированного чугуна является повышенное сопротивление циклическим нагрузкам и способность поглощать вибрации. По данным работы [1], уровень шума зубчатых колес из чугуна на 2…4 дБА ниже, чем у стальных колес, что особенно важно в связи с введением в действие европейских стандартов на ограничение общего уровня шума для грузовых автомобилей величиной 80 дБА. Демпфирующая способность деформированного высокопрочного чугуна определяется формой графита, которой можно управлять соответствующим выбором параметров обработки давлением. Это используют при изготовлении крепежных изделий (рис. 1), которые в сочетании с шумопоглощающими прокладками найдут применение в рельсовом и автомобильном транспорте.

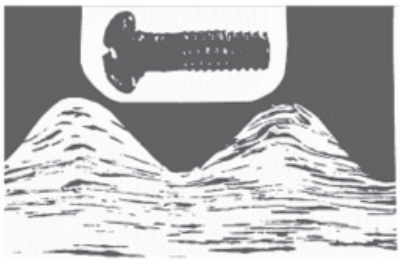
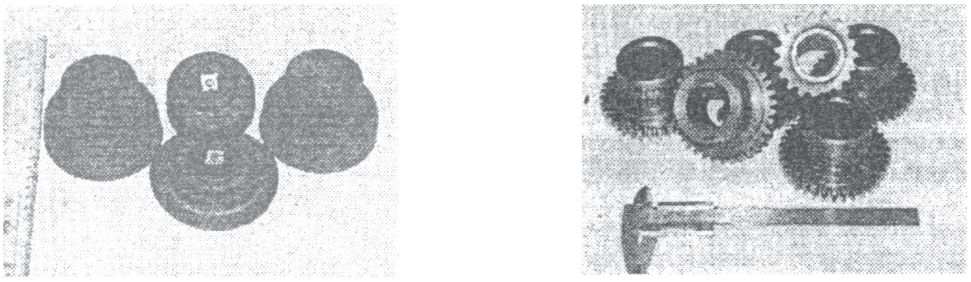


Рис. 1. Общий вид винта (вверху) и структура резьбы (внизу) [9]

Деформированный высокопрочный чугун является анизотропным материалом и его свойства зависят от направления испытания. Анизотропность его обусловлена изменением формы шаровидного графита в процессе деформирования. При односторонней осадке графит приобретает вид эллипсоидов при обжатиях до 40% и вид плоских дисков при обжатиях более 60%. Кантование заготовки на 90º придает графиту вид стержней или волокон. При испытании деформированного чугуна вдоль пластин и волокон механические свойства (прочность, пластичность) максимальны. Так, временное сопротивление σв повышается в результате горячей прокатки до 1050…1100 МПа, что значительно выше, чем в отожженном состоянии (σв = 400…500 МПа). При этом относительное удлинение изменялось от 10…15% до 5,3…3,5%. Таким образом, отжиг горячекатаного чугуна, уве-личивая пластичность в 2…3 раза, снижает вдвое прочность. При испытании в поперечном направлении показатели механических свойств несколько ниже, но они превышают соответствующие значения для литого чугуна. Значение ударной вязкости также зависит от направления испытания и превышает в 1,5…2,0 раза вязкость низколегированной стали [11].

Химический состав деформированных высокопрочных чугунов изменяется в широ-ком интервале. Содержание углерода колеблется в пределах 2,8…3,5%, а кремния 1,7…2,6%. Магния

в чугуне должно быть достаточно (~ 0,05%) для придания графиту в основном шаро-видной формы. Кремний распределяется очень неравномерно, что ведет к снижению дефор-мируемости. В работе [7] исследована возможность замены кремния алюминием. В изучен-ных авторами чугунах содержание кремния снижено до 0,5%, а графитизирующего элемента алюминия повышено до 2,6…3,0%. После горячей пластической деформации и термической обработки низкокремнистые высокопрочные чугуны с повышенным содержанием алюминия обладали высокой прочностью и износостойкостью, и из них изготовили детали приводных передач (рис. 2) со свойствами, превышающих в 1,5 раза технические требования. По мнению авторов [7], алюминиевый чугун является перспективным материалом для изготовления нагруженных деталей.



а) б)

Рис. 2. Заготовки после штамповки (а) и детали приводных передач (б) [7]

Наряду с высокой прочностью и износостойкостью деформированный чугун обладает и высоким сопротивлением коррозии. Последнее достигается благодаря присутствию в структуре чугуна включений графита, инертного по отношению ко многим кислотам и щелочам. Вытянутые в результате деформации чугуна графитные частицы экранируют лежа-щую за ними металлическую основу от воздействия агрессивной среды [9]. Этому способст-вует и изолированность графитных частиц друг от друга. Наибольшей коррозионной стойкостью обладают поверхности, параллельные вытянутым графитным частицам. Поверхности детали, которые пересекают вытянутые включения графита, хуже противо-стоят воздействию агрессивных сред и требуют защитных покрытий красками, полимерами или другими материалами. Для этих целей используют и электроискровое оплавление.

Следует отметить высокую экономическую эффективность и целесообразность при-менения деформированного высокопрочного чугуна. Так, по данным работы [1], на Минском автозаводе годовой экономический эффект от применения деформированного чугуна при изготовлении шестерен дифференциала автомобиля МАЗ-5336 превысил 400 тыс. у.е. Из деформированного чугуна изготавливают: детали силовых передач, цилиндры, поршневую группу, валы и оси. Штамповку серьги, муфты и ведущей шестерни трактора производят с 4-х кратным уковом, а ось шестерни гидрораспределителя дизеля СМД-14 изготавливают ковкой чугуна на паровоздушном молоте в штампе с симметричным развалом [8]. При этом расход чугуна уменьшается.

Таким образом, деформированный высокопрочный чугун обладает рядом замечатель-ных свойств, что определило его успешное применение в автомобилестроении. Однако он анизотропен и его свойства приобретают экстремальные значения лишь при определенной ориентации графитных частиц относительно рабочих поверхностей детали. Так, минималь-ным износом обладают поверхности чугуна, перпендикулярные вытянутым частицам графи-та. Зависит от направления испытания и коэффициент трения, который под влиянием деформации падает. В то же время лучше противостоят коррозии поверхности, параллельные вытянутому графиту. Анизотропен деформированный чугун и в отношении механической прочности и

вязкости. В связи с этим повышаются требования к обработке чугуна давлением, что усложняет работу технолога. Предложенная в работе [9] новая концепция создания многофункциональных материалов позволяет из одного вещества - высокопрочного чугуна изготавливать путем совмещения деформации и термической обработки большое число материалов, различающихся свойствами. Следует ожидать, что продолжающиеся и ныне исследования структуры и свойств деформированного высокопрочного чугуна расширяют область его применения, в том числе и в автомобилестроении.

Выводы

В последние годы появился новый материал – деформированный высокопрочный чу-гун, который используют для изготовления многих деталей автомобиля и трактора, рабо-тающих при больших нагрузках в условиях трения скольжения. Он характеризуется высокой прочностью и вязкостью, повышенным сопротивлением износу и коррозии, способностью поглощать вибрации и шумы. Его применение экономически обосновано, а сокращение ма-териальных затрат и высокая стойкость изготовленных деталей делает деформированный чугун перспективным материалом в автомобилестроении.

При изготовлении деталей и их эксплуатации необходимо учитывать зависимость свойств этого материала от направления испытания, обусловленную однонаправленным размещением вытянутых графитных частиц. В этом отношении структура и свойства деформированного высокопрочного чугуна соответствует современным композиционным материалам. Путем сочетания обработки давлением с термической обработкой высокопрочным чугунам придают комплекс свойств, недостижимый в литом состоянии.

Список литературы

1. Деформирование как средство упрочнения чугунных отливок / Л. Р. Дудецкая, А. И. Покровский, И. С. Гаухштейн, М. И. Демин, П. С. Гурченко // Автомобильная промышленность. – 2001. – №7. – С. 30 – 33.

2. Баранов Д,А. Износостойкость деформированного высокопрочного чугуна // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – 2006, №1. – С. 62 – 65.

3. Щербединский Г.В. Чугун как перспективный материал XXI столетия // МиТОМ. – 2005, № 7. – С. 83 – 93.

4. Антонишин Ю. Т. Пластическая деформация чугуна. – Мн.: Навука і тэхніка, 1991. – 120с.

5. Патент №55135 А України, МКІ С21D1/78. Спосіб термоциклічної обробки багатофазних деформованих залізних сплавів / Д. О. Баранов, О. О. Баранов (Україна). – №.2002075507; Заявлено 26.05.2002; Опубл. 17. 03. 2003, Бюл. №3. – 4с.

6. Лякишев Н.П., Бех Н.И., Александров Н.Н. Чугун с шаровидным графитом – уникальный конструкционный материал для изделий ответственного назначения // Литейное производство. – 2002, №10. – С. 6 –7.

7. Изготовление деталей приводных передач из высокопрочного чугуна методом пластической деформации / А.Г. Потрух, ВА.С. Шумихин, В.Л. Пахненко, И.Г. Раздобарин // Металл и литье Украины. – 2005, №1 – 2. – С. 64 – 67.

8. Солнцев Л. А., Зайденберг А. М., Малый А. Ф. Получение чугунов повышенной прочности. – Х.: Вища школа, 1986. – 152с.

9. Баранов Д.А. Механотермические способы совершенствования многофазных железных сплавов. – Донецк: ДонНТУ, 2006. - 232с.

10. Баранов Д.А. Термомеханическая обработка высокопрочного чугуна // Сб. докл. 7-ой Межд. конф. «Оборудование и технологии термической обработки металлов» (ОТТОМ-7). – Харьков. – 2006, т.1 – С. 111 – 119.

11. Технологические особенности производства профилей и листов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом / В. В. Ветер, А. И. Трайно, А. А. Кугушин, В. С. Юсупов // Сталь. – 1999. - №4. – С. 42 – 46.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2007 р.

УДК 625.7:625.08:388.1

В.К. ДОЛЯ, д.т.н., проф., М.А. ГРИГОРОВ, к.т.н., Т.О. САВЧЕНКО, інж.
Харківська національна академія міського господарства

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ПОТРЕБИ ІНЖЕНЕРНИХ КАДРІВ У ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Розглядаються проблеми прогнозування потреби у спеціалістах дорожньої галузі та планування їх підготовки.

Вступ

Питання прогнозу потреби галузі у спеціалістах дорожньої галузі розглядалися в ряді робіт, причому головним чином - у зв'язку із задачами оцінки додаткової потреби в кадрах. У цих роботах пропонувалося враховувати плани розвитку народного господарства по галузі, зайнятість населення в народному господарстві, співвідношення різних категорій працівників, загальну чисельність населення і розподіл її по віковим групам та ін.

У даний час додаткову потребу в кадрах розраховують по приросту числа посад (основна частина) і на відшкодування спаду спеціалістів у розрахунковому періоді.

У зв'язку з цим виникає потреба в прогнозуванні кількості спеціалістів дорожньої галузі.

Аналіз існуючих методів прогнозування кількості спеціалістів дорожньої галузі

Потребу по приросту посад оцінюють у цілому для галузі по нормативах, віднесених до виробництва одиниці продукції. Для цього всі підприємства галузі групують по окремих типах, що втілюють основні риси даного виробництва. Потім визначають наявність кадрів на початок розрахункового періоду одним з поширених методів оцінки загальної потреби в кадрах, а саме: розрахунком по коефіцієнтах насиченості або по штатних розкладах, штатно-нормативним методом або методом укрупнених показників.

Одержані дані приводять у відповідність з штатними посадами по типових штатних розкладах. Потім ці розклади коректують на розрахунковий період згідно планованому приросту виробництва з урахуванням впливу двох груп факторів: сприяючих збільшенню потреби в кадрах і обумовлюючих її зниження. До першої групи відносять: збільшення виробничих потужностей (у зв'язку з розширенням і реконструкцією підприємств, введенням у дію нових виробництв); упровадження нової техніки і технології; розвиток науково-дослідницької і конструкторської бази; інформаційної служби; ускладнення продукції, що випускається, та ін., до другої групи – спеціалізацію і кооперацію виробництва; спрощення номенклатури виробів; поліпшення організації праці у всіх сферах діяльності; механізацію й автоматизацію виробництва й управління та ін.

Одночасно, виходячи з номенклатури посад, встановлюють посади, що підлягають заміщенню дипломованими спеціалістами. По виділених ознаках однорідності ці посади відносять до певного профілю, профіль немов об'єднує ряд посад. Але це невірно: посада по відношенню до виконаних функцій (операціям) виконує роль форми. Об'єктивна ж закономірність розвитку полягає в тому, що визначальне значення по відношенню до форми має операція. Тому посади треба проектувати відповідно до змісту складності належних виконанню операцій і що вимагається рівнем кваліфікації виконавців.

Розподілення потреби в кадрах по роках найближчого планового періоду проводиться по формулах, заснованих, як правило, на показовому законі розподілення. Це далеко не завжди відповідає характеру розвитку виробництва.

Проблеми оцінки потреби в спеціалістах і планування їх підготовки знаходяться в полі зору вчених багатьох країн.

У багатьох працях робота системи підготовки кадрів уподібнюється роботі умовної машини, покликаної забезпечити випуск спеціалістів. До всякої машини, хай навіть умовної, до продукції, що випускається нею, повинні бути пред'явлені певні вимоги, встановлені завдання за обсягом випуску, відповідно до яких машина повинна бути спроектована.

Практичній реалізації такої «машинної» моделі заважає відсутність об'єктивної і зручної для користування системи пред'явлення вимог і видачі завдань на проектування потрібної машини. Пропозиції, що розробляються, були направлені на встановлення коефіцієнтів потреби в спеціалістах різних профілів на підставі порівняння даних міжнародного досвіду в кожній галузі народного господарства для подальшої побудови матричних моделей (праці професорів В. Вольтера, В. Науманна, Би. Штейбергера, Х.-Д. Боярина та ін. з науково-дослідного інституту вищої школи і її економіки в Німеччині, Берлін) [1].

Професор Будапештського політехнічного інституту І. Годнор запропонував на основі аналізу й узагальнення статистичних даних представляти потребу в кадрах кожної галузі, що розвивається, у вигляді функції обсягу виробництва.

По суті та ж ідея використовується в США, у Німеччині та в інших країнах. Відмінності полягають в способах отримання оцінок, структурі формул апроксимації, а також у встановленні норми щорічного приросту спеціалістів. Наприклад, у Німеччині її приймають рівній нормі приросту населення. Це - дуже грубе наближення. Тому в Англії відсоток приросту спеціалістів вважають рівним відсотку приросту виробництва. У Франції співвідношення темпів зростання чисельності інженерів і виробництва встановлюють 1:2. У Данії залежно від інтенсивності розвитку галузі щорічний приріст приймають: 1% (нормальне), 2% (підвищене), 3% (прискорене). У Норвегії відсоток середньорічного приросту визначають за даними екстраполяції за останні 45 років.

Далі одержані таким чином оцінки не уточнюють і не коректують за окремими профілями й об'єктами діяльності, рівнями кваліфікації спеціалістів (у зв'язку з відсутністю системи видачі відповідних завдань).

Довгострокове прогнозування потреби спеціалістів дорожньої галузі

Як бачимо, довгострокове прогнозування потреби в кадрах визнають за необхідне в багатьох країнах світу. Його вважають цілком за можливе і застосовують для цього різні методи - моделювання, експертні оцінки, екстраполювання та ін.

На розвиток прогностичних методів оцінки потреби в спеціалістах була звернута особлива увага на Всесоюзному симпозіумі «Проблеми визначення потреби народного господарства в кадрах спеціалістів», що відбувся в Москві в березні 1975 року.

До першого етапу довгострокового прогнозування повинен бути принаймні визначений склад потрібних профілів спеціалістів і орієнтовна питома вага кожного профілю в галузі. Тоді для складання довгострокового прогнозу можна використовувати прості й оперативні методи екстраполювання або експертних оцінок з урахуванням функціональних зв'язків прогнозованих показників з основними аргументами народногосподарського розвитку.

З урахуванням викладеного і загальноприйнятих принципів складання прогнозу за допомогою екстраполювання можна запропонувати таку загальну схему проведення першого етапу роботи за оцінкою потреби галузі в кадрах спеціалістів. Ця схема містить короткі характеристики головних принципів складання прогнозу, методу розрахунку, особливостей розрахунку і необхідних поправок.

Головним принципом складання прогнозу за допомогою методів екстраполювання є історизм (узагальнення статистичних даних за минулий час), техніко-економічне порівняння і екстраполяція з послідовним коректуванням прогнозу (поправки до нього).

Перший принцип виражається в аналізі особливостей і напрямів розвитку галузі за попередній час по основних планових періодах.

Другий принцип вимагає дослідження основних показників розвитку, а саме: обсягу виробництва (у натуральному або грошовому виразі - обсяг капітальних вкладень або ін.) у кожному плановому періоді; чисельності спеціалістів на одиницю вимірювання обсягу виробництва; досягнутого рівня продуктивності праці; структури кадрів (співвідношення чисельності робочих, інженерно-технічних працівників і службовців).

Третій принцип припускає екстраполювання виявлених тенденцій у майбутнє найприйнятнішим для конкретних даних способом: нелінійною екстраполяцією; лінійною екстраполяцією; згладжуванням за способом якнайменших квадратів та ін. На цій підставі оцінюють очікуваний обсяг виробництва на прогнозований термін. Потім виділяють найближчий період. Обсяг виробництва для нього уточнюють екстраполяцією даних про виконання галуззю народногосподарських планів за останній час. Різницю в оцінках обсягу виробництва на найближчий період враховують при остаточному встановленні обсягів робіт у подальший час. З урахуванням цих даних встановлюють приблизний обсяг робіт першого року прогнозованого періоду для зіставлення з початковим рівнем - кінцем попереднього періоду і для оцінки приросту обсягів виробництва.

Такий аналіз дає можливість визначити чисельність спеціалістів, що забезпечують реалізацію одиниці об'єму виробництва, прийнятої як масштабу вимірювання. Відповідно до цього за даними про очікуваний приріст виробництва встановлюють можливе збільшення або зменшення чисельності спеціалістів на кожен прогнозований період по відношенню до кінця попереднього періоду.

Охарактеризовані принципи обумовлюють метод розрахунку, який є статистичним, зокрема, графоаналітичним.

На підставі статистичних даних про виконання обсягів робіт дорожнього господарства був складений графік, що характеризує динаміку його розвитку (рис. 1). За допомогою моделі функціонування системи «людина-автомобіль-середовище руху» в замкнутому стані [2], визначили теоретичний обсяг виробництва з 1985 року по 2006 рік.

За даними статистики будуємо графік насичення галузі спеціалістами для даного періоду. Зіставлення статистичних даних, що характеризують зростання обсягів виробництва для кожного року і чисельність спеціалістів, дозволяє визначити коефіцієнт насичення галузі спеціалістами з формули

$$n_i = \frac{N_i}{L_i}, \qquad (1)$$

де n_i - коефіцієнт насичення галузі спеціалістами;
L_i - обсяг робіт і-го року;
N_i - чисельність спеціалістів і-го року.

Коефіцієнт насичення розраховується для кожного року на період, що розглядається

Коефіцієнт насичення галузі спеціалістами показує, яка кількість спеціалістів доводиться на одиницю обсягу робіт, прийняту як масштаб вимірювання. Середнє значення цього коефіцієнта за досліджуваний період може характеризувати розрахунковий показник насичення галузі спеціалістами на планований термін, розраховується за формулою

$$\overline{n}_0 = \frac{\sum N_i}{n}, \qquad (2)$$

де n_0 - середнє значення коефіцієнта насичення;
n - кількість років розглянутого періоду.

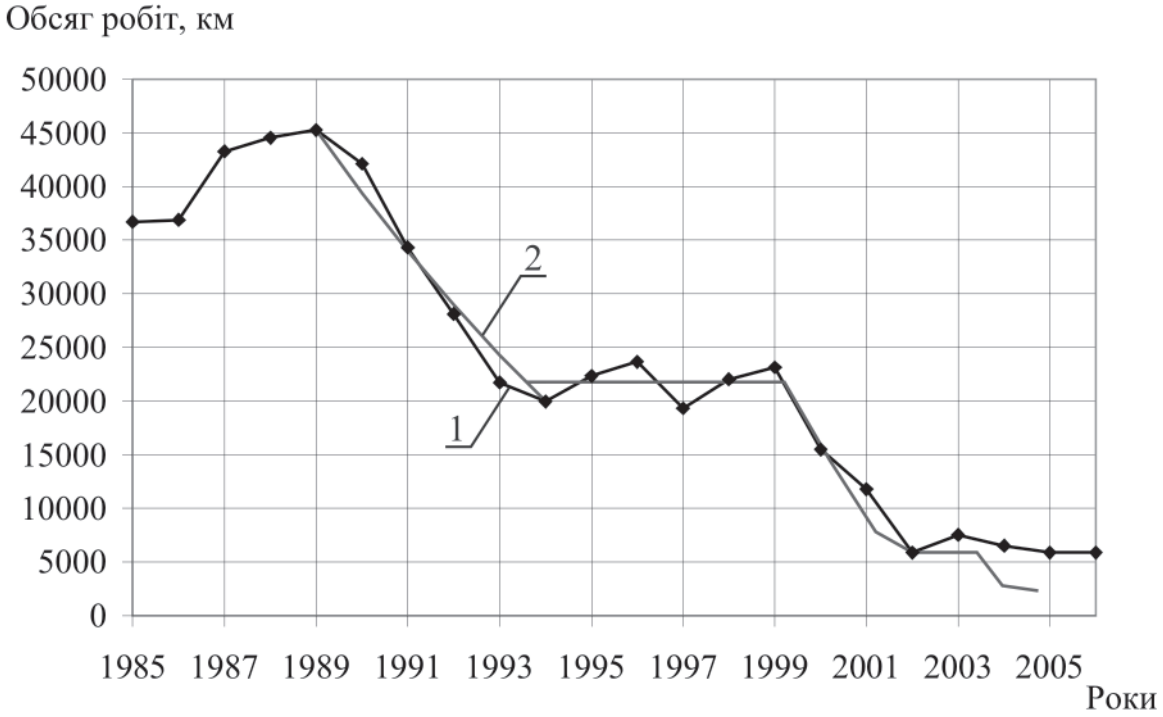


Рис.1. Динаміка розвитку дорожнього господарства:
1 – фактичні обсяги робіт дорожнього господарства;
2 – теоретичні обсяги робіт дорожнього господарства

У цьому випадку потреба в спеціалістах на будь-який прогнозований період розраховується по формулі

$$N_H = N_i + \overline{n}_0 \Delta L_E, \qquad (3)$$

де N_H - необхідна по обсягам робіт чисельність спеціалістів;
ΔL_E- прогнозований приріст обсягу робіт в розрахунковому періоді (по відношенню до попереднього року).

Результати розрахунку наведені на рис. 2.

Криві на рис. 2 відображають залежність фактичної й необхідної чисельності спеціалістів від часу. Порівнюючи ці дві криві можна зробити висновок, що необхідна чисельність спеціалістів значно менше ніж фактична, тому необхідно або скорочувати чисельність спеціалістів, або збільшувати обсяги робіт у дорожньому господарстві, щоб вони відповідали фактичній чисельності спеціалістів.

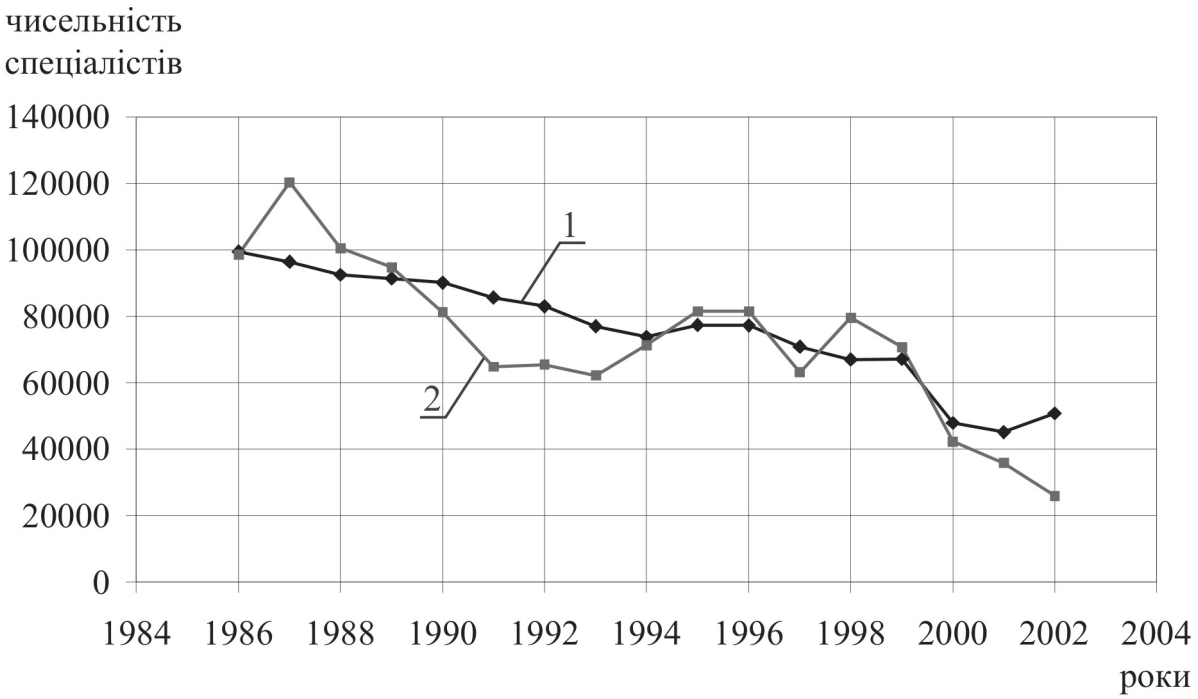


Рис. 2. Залежність фактичної та необхідної чисельності спеціалістів від часу:
1 – фактична чисельність спеціалістів;
2 – необхідна чисельність спеціалістів

Висновок

Одержані дані можна використовувати для складання перспективного плану задоволення потреби в спеціалістах різних профілів і кваліфікації з урахуванням покриття природного спаду (середній термін активного використовування працівників), а також - для розрахунку необхідної потужності вузів і побудови їх мережі.

Список літератури

1. Таркач Г.Л. Теория инженерной специализации. К.: Вища школа, 1976. – С.75-82.

2. Гаврилов Е.В., Линник І.Е., Савченко Т.О. Прогнозування розвитку дорожнього господарства України на етапі переходу до ринкової економіки. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Транспортне машинобудування. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2006. - №26. – С.57-66.

Стаття надійшла до редакції 20.03.2007 р.

УДК 658.15(075.8)

А. М. СУМЕЦ, к.т.н., доц., Академия внутренних войск МВД Украины

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ НОВОЙ ТЕХНИКИ

В статье описан подход к выполнению экономического обоснования выбора альтернативных вариантов новой техники при необходимости обновления основных фондов логистических систем. Предлагаемый подход возможно использовать для экономического обоснования решений, связанных с развитием производства, его логистической подсистемы, с выбором наиболее эффективных технических средств при их покупке, а также при оценке эффективности замены эксплуатируемого оборудования на новое.

Постановка проблемы

В составе основных фондов наиболее технологически нагруженных подсистем логистических систем могут функционировать разные их виды – склады, погрузочно-разгрузочные устройства, авто- и электротранспорт, специальные транспортные средства, контейнеры, съемные кузова, вычислительная техника и др. Обновление технико-технологической базы, например, транспортной логистической подсистемы, требует существенных капиталовложений в ее техническое развитие в связи с переходом Украины в ближайшее время на Евростандарты 4 и 5, повышающие требования к экологичности транспорта.

В процессе экономического обоснования инноваций и инвестиций необходимо руководствоваться известными принципами, методами и критериями выбора инвестиционных решений. Абсолютным значениям денежных потоков соответствует показатель экономической эффективности, называемый чистым денежным потоком *ЧДП*, а при сравнении каких-либо альтернативных вариантов следует для экономической оценки применять показатель сравнительного экономического эффекта, количественно измеряемого приростом чистого денежного потока – $\Delta ЧДП$ [2].

Анализ последних исследований

При выборе инвестиционных решений с использованием критерия затратного типа сравнительный экономический эффект будет равен разности затрат по рассматриваемым вариантам. В административно-плановой экономике таким критерием был минимум так называемых приведенных затрат, название которых соответствовало процессу приведения капиталовложений к годовым текущим затратам. Норматив приведения, называемый нормативным коэффициентом эффективности капиталовложений, устанавливался государством и директивно задавал минимальный порог отдачи капиталовложений. Ни одна из зарубежных книг по экономической эффективности капиталовложений или инвестиций не содержит упоминаний о показателе эффективности, хотя бы отдаленно напоминающем приведенные затраты, то есть в финансовых оценках, выполняемых экономистами западных стран, такой критериальный показатель не используется. Его разработка была вызвана идеологическими причинами, стремлением создать что-то новое, оригинальное, отличающееся от чуждых капиталистических понятий и методов. Пользователей подкупала внешняя простота показателя приведенных затрат, хотя в дальнейшем в методиках расчета экономической эффективности новой техники (80-е годы XX ст.) в методику таких расчетов с целью повышения их качества были введены усложнения, по сути не изменившие методологическую основу процесса обоснования капиталовложений.

Западные концепции, положенные в основу расчетов экономической эффективности инвестиций, основаны на финансовых оценках результатов деятельности хозяйствующего субъекта и показателе денежного потока, включающего в качестве главных его составляющих притоки денежных средств в виде чистой прибыли и амортизации. Понятно, что такой подход в действовавшем экономическом механизме, где прибыль и амортизация предприятий присваивались государством, а затем централизованно перераспределялись, ни при каких условиях не мог быть реализован. И только в 1988 году, в методике определения экономической эффективности мероприятий научно-технического прогресса, в СССР были реализованы концепции, аналогичные применяемым в западной экономике: эффект определялся как разница между результатами и затратами, учитывался фактор времени, расчет эффекта выполнялся за жизненный цикл мероприятий.

В расчетах сравнительной экономической эффективности инвестиционных решений, в зависимости от полноты располагаемой информации, могут быть использованы критерии затратного или результатного типов, т. е. критериями выбора решений могут быть минимум затрат или максимум экономического эффекта. Несостоятельность критерия минимума приведенных затрат, широко применявшегося в СССР во второй половине прошлого века, показана в работах [2, 3]. Об этом приходится напоминать, поскольку в литературе по логистике этот архаичный и необъективный критерий оценки эффективности инвестиционных альтернатив продолжает применяться до настоящего времени, и некоторые авторы полагают, что критерий минимума приведенных затрат удобен для статической оценки эффективности, когда расчетный период мал и влияние фактора времени на расчетные результаты влияет незначительно, полагая, что результаты оценок по минимуму приведенных затрат и по максимуму *ЧДП* согласованы между собой. Это грубая методологическая ошибка, поскольку названные критерии между собой не связаны. Вывод: согласованным с критерием максимума чистого денежного потока или его прироста является минимум текущей стоимости (*ТС*) сравниваемых денежных потоков и оба этих оценочных критерия принадлежат одной системе понятий и расчетных методов. Тогда в сравнительных оценках альтернативных вариантов техники критерий затратного типа формулируется как требование достижения минимума суммарной текущей стоимости затрат разных лет расчетного периода или их изменения ($ТС \rightarrow$ минимум, $\Delta ТС \rightarrow$ минимум), а критерий результатного типа – как требование достижения максимума чистого денежного потока или его прироста, генерируемого инвестициями ($ЧДП \rightarrow$ максимум, $\Delta ЧДП \rightarrow$ максимум) [3].

Практическое применение двух указанных видов критериев предопределяется, в основном, наличием достоверной информации об изменениях слагаемых затрат и результатов, а также стремлением расчетчиков эффекта к полноте учета этих изменяющихся слагаемых и получению объективных оценок о сравниваемых вариантах инвестирования.

Расчеты экономической эффективности конкурирующих вариантов техники могут быть укрупненными, основанными только на изменении частных (локальных) показателей техники, и детальными, учитывающими изменения как показателей экономичности конкретных машин (это эффект в малом), так и изменения показателей деятельности технологического объекта управления, т. е. системы в целом (эффект в большом).

Необходимость применения положений системного подхода в оценке эффективности организационно-управленческих и, в частности, логистических систем неоднократно декларировалась в специальной литературе, но требования системности не были реализованы в конкретных методических разработках и проиллюстрированы практическими примерами.

Цель статьи

Целью работы является формализация методики экономического обоснования выбора альтернативных вариантов новой техники при обновлении основных фондов логистических систем.

Основной раздел

Применительно к проблеме оценки эффективности капиталовложений системный подход, по мнению автора, предполагает согласованность выбора вариантов вложения капитала в развитие предприятия, организации. Исходя из перечня факторов и источников образования чистой прибыли и денежного потока, максимальную доходность бизнеса будут обеспечивать решения, связанные с выбором или заменой технических средств и приводящие к экономии на эксплуатационных издержках, росту производительности техники, снижению ее цены (источники экономического эффекта внедрения техники локального уровня), а также к снижению себестоимости и росту качества выпускаемой продукции (работ, услуг), росту объемов производства и продаж, чистой прибыли, экономии капиталовложений и положительному значению чистого денежного потока как оценочного показателя экономической эффективности внедрения новой техники либо замены устаревшей техники на новую (это источники экономического эффекта на уровне технологического объекта управления, т. е. в системе).

Сложность достоверной оценки эффективности внедряемых машин состоит в том, что только лишь в отдельных случаях можно оценить размер или рост прибыли от использования конкретной техники: это можно сделать при транспортировке, погрузке, разгрузке, как законченных технологических операциях, и нельзя – при вхождении отдельно взятой машины в систему машин, например, в парк станочного оборудования, во внутризаводской транспорт и т. п.

По мнению автора, включение в денежный поток года любого слагаемого, относящегося к притоку денежных средств, обусловливает необходимость вместо затратного применять для выбора альтернативных вариантов критерий результатного типа. Не всегда представляется возможным достоверно определить значение оттоков (логистических расходов) и притоков (чистой прибыли, амортизации и др.) денежных средств и, чем большее число изменяющихся слагаемых денежного потока будет включено в его состав, тем более объективной будет оценка эффективности внедряемого мероприятия. Если же логистическое решение приводит к изменению общесистемных показателей капиталовложений и текущих затрат (себестоимости продукции), то учет последних еще в большей мере влияет на выбор экономически обоснованного решения о внедрении технико-технологических или организационно-управленческих решений. Например, внедрение новых средств внутризаводского транспорта (электрокары, автомобили и др.) может привести к улучшению показателей производства в целом, то есть дать системный эффект, в то же время определить количественно меру влияния качества логистических услуг на рост прибыли в данном случае прямым счетом невозможно, так как внутризаводской транспорт не производит конечную продукцию, которая подлежит реализации. А для других видов транспортных средств (грузовые авто, автобусы) рост чистой прибыли в связи с их приобретением и использованием определить несложно. Поэтому в рассмотренных случаях следует в расчетах эффективности логистических решений применять критерии разного типа, затратного или результатного, что и предопределит полноту расчетов экономического эффекта и обоснованность последующего выбора конкурирующих вариантов.

Экономическое обоснование решений, связанных с развитием производства, его логистической подсистемы, с выбором наиболее эффективных технических средств при их покупке, а также оценка эффективности замены эксплуатируемого оборудования на новое могут выполняться с разной степенью глубины, а также детализации слагаемых затрат и экономического эффекта. Его значение предопределяется не только располагаемой покупателем техники исходной информацией и ее достоверностью, но и влиянием источников финансирования технического развития производства на прогнозируемое значение экономического эффекта от внедрения новой техники.

Вначале рассмотрим простейшие случаи выбора с целью последующей покупки более эффективной техники аналогичного функционального назначения, предлагаемой на рынке.

Для простоты предположим, что сравниваются только два варианта – базовый (индекс при показателях – «1») и оцениваемый (индекс – «2»). Отметим, что при увеличении числа сравниваемых вариантов принципы и методы расчета показателей эффективности остаются неизменными.

Известна цена единицы техники $Ц$ в составе логистической системы и соответствующие эксплуатационные издержки $И_{экс}$, входящие в себестоимость продукции (услуг), производимой производственной системой. Вместо цены в расчетах эффективности может фигурировать балансовая стоимость основных фондов $К$. Например, для подъемно-транспортного или станочного оборудования балансовая стоимость кроме цены может включать: затраты на монтаж, транспортировку, наладку ($З_{м.т.н}$), стоимость фундамента ($К_ф$), комплекта запасных частей ($К_{з.ч}$), сопутствующие внедрению капиталовложения $К_с$ – стоимость подъездных путей, преобразователей энергии, блоков питания, линий связи, оргтехники и т. п.:

$$К = Ц + З_{м.т.н} + К_ф + К_{з.ч} + К_с.$$

Не всегда представляется возможным полный и достоверный расчет слагаемых эксплуатационных издержек, поэтому в них (например, при выборе варианта покупки техники) можно ограничиться наиболее значимыми, с точки зрения размера затрат, составляющими, например расходами на потребляемые топливно-энергетические ресурсы или затратами на плановые ремонты, зависящими от категории ремонтной сложности техники. Значение этих издержек может быть заранее определено изготовителем или продавцом техники и доведено до сведения покупателя менеджером по продажам или продавцом-консультантом. В противном случае покупателю придется самому прогнозировать величину этих издержек. При этом в состав $И_{экс}$ не должны включаться амортизационные отчисления, которые затратами не являются, хотя и включаются в себестоимость продукции и услуг, а представляют собой приток денежных средств, доход инвестора и включаются в денежный поток года.

Рассмотрим простейшие случаи выбора более эффективной машины при ее покупке, когда известны: цены конкурирующих машин $Ц_1$, $Ц_2$, эксплуатационные издержки $И_{ЭКС1}$, $И_{ЭКС2}$ либо информация для их расчета, а также расчетный период $Т$ и ставка дисконта $Е$, %. В качестве базовой традиционно принято выбирать первую машину. Главное правило, которым следует руководствоваться при расчете сравнительного экономического эффекта $\Delta ЧДП_{2/1}$ (отношение 2/1 в подстрочном индексе указывает на то, что второй вариант сравнивается с первым), таково: этот экономический эффект определяется как разность между суммарными, за расчетный период времени $Т$ лет, дисконтированными выгодами и суммарными дисконтированными затратами за этот же период. Проанализируем возможные соотношения показателей по сравниваемым вариантам техники.

Случай первый: $Ц_1 < Ц_2$, $И_{ЭКС1} < И_{ЭКС2}$. При таких соотношениях капитальных и текущих затрат второй вариант заведомо неэффективен, поскольку его реализация не дает выгод, а лишь сопровождается ростом затрат, и поэтому показатель сравнительного эффекта, определяемый по формуле (1), будет иметь отрицательный знак ($\Delta ЧДП_{2/1} < 0$):

$$\Delta ЧДП_{2/1} = (И_{ЭКС1} - И_{ЭКС2}) \cdot k_{нал} \cdot k_{д.ан} - (Ц_2 - Ц_1), \qquad (1)$$

где $k_{нал}$ – коэффициент, учитывающий налогообложение прибыли; при действующей ставке налога на прибыль, равной 25%, $k_{нал} = 0{,}75$;

$k_{д.ан}$ – коэффициент дисконтирования аннуитета, приводится в финансовых таблицах ($k_{д.ан} > 1$).

В формуле (1) и далее эксплуатационные издержки условно приняты равными по годам расчетного периода, то есть представляют собой аннуитет. В противном случае, их следует

дисконтировать раздельно по годам расчетного периода. Кроме того, капиталовложения потребителя, равные цене приобретения, разовые и отнесены к условному, так называемому «нулевому» году, коэффициент дисконтирования для которого равен единице, т. е. затраты нулевого года не подлежат дисконтированию.

Как следует из формулы (1), рост суммарных дисконтированных эксплуатационных издержек, т. е. текущих затрат, и рост суммарных дисконтированных капиталовложений имеют отрицательные знаки, что соответствует экономическому смыслу соотношений между показателями техники.

Случай второй, наиболее часто встречающийся на практике: оцениваемая новая техника дороже, но экономичнее в эксплуатации, чем базовая. Этому соответствуют неравенства: $Ц_1 < Ц_2$, $И_{ЭКС1} > И_{ЭКС2}$, т. е. покупатель проигрывает на капиталовложениях и выигрывает на экономии эксплуатационных издержек. При окупаемости роста цены за расчетный период экономией эксплуатационных издержек сравнительный эффект будет больше нуля и наоборот: если суммарные дисконтированные выгоды меньше роста суммарных дисконтированных (в данном случае разовых) капиталовложений, экономический эффект будет иметь отрицательное значение и следует предпочесть первый вариант техники. При этом формула расчета сравнительного экономического эффекта остается прежней, но первое ее слагаемое будет иметь положительный знак, так как суммарный дисконтированный прирост чистой прибыли от уменьшения эксплуатационных издержек положителен.

При таких соотношениях цен и эксплуатационных издержек можно определить известными методами срок окупаемости дополнительных капиталовложений. Наиболее точно расчет срока окупаемости с учетом фактора времени можно выполнить так называемым методом подбора.

Случай третий: цена оцениваемого варианта техники меньше, а эксплуатационные издержки по нему больше, т. е. $Ц_1 > Ц_2$, $И_{ЭКС1} < И_{ЭКС2}$. Потребитель имеет разовую экономию капиталовложений и рост суммарных дисконтированных эксплуатационных затрат. Сравнительный экономический эффект

$$\Delta ЧДП_{2/1} = (Ц_1 - Ц_2) - (И_{ЭКС2} - И_{ЭКС1}) \cdot k_{нал} \cdot k_{д.ан}. \qquad (2)$$

В третьем случае, как и в первом, срок окупаемости дополнительных капиталовложений не определяется, но может быть определен период, за который разовая экономия капиталовложений по второму варианту будет погашена («съедена») суммарным ростом дисконтированных эксплуатационных затрат. Если эта экономия больше роста таких затрат, то сравнительный экономический эффект будет больше нуля и, следовательно, выгоднее второй вариант.

Выводы

Качество экономического обоснования одного из двух конкурирующих вариантов техники будет зависеть от полноты и достоверности исходной для расчетов информации. Определенные изменения результатов расчета сравнительного экономического эффекта будут иметь место при учете изменения амортизационных отчислений как слагаемого (притока) денежного потока. Включение амортизации в денежный поток или ее роста в изменение денежного потока повышает эффект от внедрения более дорогой техники, так как при неизменном в сравниваемых вариантах методе начисления амортизации ее значение возрастает.

Используя даже не полную информацию при сравнении нескольких альтернативных вариантов техники, например, при их покупке, выбор более эффективного варианта можно выполнить приближенно, по критерию затратного типа (минимум суммарных дисконтированных затрат) или результатного типа (максимум чистого денежного потока). При этом зачастую, если не учитывать изменение результатов хозяйствования в системе в целом, чистый денежный поток,

как и текущая стоимость затрат, связанных с покупкой и эксплуатацией техники, будут иметь отрицательные знаки (то есть имеют место оттоки денежных средств, связанные с затратами), а сравнительный экономический эффект может быть положительным.

Изложенное выше систематизировано в виде табл. 1, в которой для трех случаев соотношений цен и эксплуатационных издержек и двух вариантов сравниваемой техники указаны источники притоков и оттоков денежных средств, а также приведены методы расчета сравнительного эффекта с учетом изменяющихся при выборе варианта амортизационных отчислений (ΔA).

Таблица 1

Оценка сравнительной эффективности покупки новой техники

Варианты соотношений сравниваемых показателей	Рост годовых		Сравнительный экономический эффект $\Delta ЧДП$
	выгод (притоков)	затрат (оттоков)	
$Ц_1 < Ц_2$ $И_{ЭКС1} < И_{ЭКС2}$ $(A_2 > A_1)$	– – $\Delta A = A_2 - A_1$	$\Delta Ц = Ц_2 - Ц_1$ $\Delta И_{экс} = И_{ЭКС2} - И_{ЭКС1}$ –	$\Delta ЧДП_{2/1} = (A_2 - A_1) \cdot k_{д.ан} -$ $- (И_{ЭКС2} - И_{ЭКС1}) \cdot k_{нал} \cdot k_{д.ан} - (Ц_2 - Ц_1)$
$Ц_1 < Ц_2$ $И_{ЭКС1} > И_{ЭКС2}$ $(A_2 > A_1)$	– $\Delta И_{экс} = И_{ЭКС1} - И_{ЭКС2}$ $\Delta A = A_2 - A_1$	$\Delta Ц = Ц_2 - Ц_1$ – –	$\Delta ЧДП_{2/1} = (И_{ЭКС1} - И_{ЭКС2}) \cdot k_{нал} \cdot k_{д.ан} +$ $+ (A_2 - A_1) \cdot k_{д.ан} - (Ц_2 - Ц_1)$
$Ц_1 > Ц_2$ $И_{ЭКС1} < И_{ЭКС2}$ $(A_2 > A_1)$	$\Delta Ц = Ц_1 - Ц_2$ – –	– $\Delta И_{экс} = И_{ЭКС2} - И_{ЭКС1}$ $\Delta A = A_1 - A_2$	$\Delta ЧДП_{2/1} = (Ц_1 - Ц_2) - (И_{ЭКС2} - И_{ЭКС1}) \cdot$ $\cdot k_{нал} \cdot k_{д.ан} - (A_1 - A_2) \cdot k_{д.ан}$

Список литературы

1. Гаджинский А. М. Логистика: Учебник / А. М. Гаджинский. – М.: Издательско-торговая корпорация „Дашков и К0», 2003. – 408 с.

2. Пелихов Е. Ф. Оценка экономической эффективности логистических решений / Е. Ф. Пелихов // Логистика: проблемы и решения. – 2005. – № 1. – С. 90 – 97.

3. Пелихов Е. Ф. Экономическая эффективность инноваций / Е. Ф. Пелихов. – Х.: Изд-во НУА, 2005. – 171 с.

4. Перевозка экспортно-импортных грузов. Организация логистических систем. – 2-е изд., доп. и перераб. / Под ред. А. В. Кириченко. – СПб.: Питер, 2004. – 506 с.

Стаття надійшла до редакції 30.03.2007 р.

АВТОРИ НОМЕРУ

1. Д.А. Баранов, Донецький інститут автомобільного транспорту
2. Є.Г. Буланцева, Донецький інститут автомобільного транспорту
3. В.Г. Вербицький, Донецький інститут автомобільного транспорту
4. М.А. Григоров, Донецький інститут автомобільного транспорту
5. В.К. Доля, Харківська національна академія міського господарства
6. К. Доля, інж.
7. І.П. Енглезі, Донецький інститут автомобільного транспорту
8. М.І. Загороднов, Донецький інститут автомобільного транспорту
9. Р.В. Лихошерст, Донецький інститут автомобільного транспорту
10. В.А. Макаров, Донецький інститут автомобільного транспорту
11. О.Є. Пахно, Донецький інститут автомобільного транспорту
12. Т.О. Савченко, інж.
13. Є.Л. Сокуренко, Донецький інститут автомобільного транспорту
14. А. М. Сумец, Академія внутрішніх військ МВС України
15. Н.В. Сунцов, Донецький інститут автомобільного транспорту
16. І.Б. Фролова, Інститут фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л.М. Литвиненко НАН України
17. Т.І. Швецова, Інститут фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л.М. Литвиненко НАН України

Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту

№ 2
червень
2007

Науковий журнал

Засновник:
Донецький інститут
автомобільного транспорту

Видавець:
ТОВ «Дончанка-інформ»
Адреса: 83000, м. Донецьк,
вул. Горького, 146.

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

В журнал увійшли статті співробітників, аспірантів та докторантів Донецького інституту 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) 345-29-49
E-mail: donak@etel.dn.ua

Рекомендовано до друку вченою радою Донецького інституту автомобільного транспорту.
Протокол № 8 від 23.05.2007 р.

Редакційна колегія:

Головний редактор
М.І. Міщенко, *д-р техн. наук, професор*

Члени редколегії:
І.О. Аліпова, *канд. екон. наук. доцент*
Ю.В. Бєлов*, канд. техн. наук, доцент*
В.В. Бєлоусов*, д-р техн. наук, професор*
В.І. Вербицький*, д-р фіз.-мат. наук, професор*
Л.П. Вовк*, д-р техн. наук, професор*
І.П. Головченко*, канд. техн. наук, доцент*
В.К. Доля*, д-р техн. наук, професор*
І.П. Енглезі, *канд. техн. наук*
А.А. Жирнов*, канд. техн. наук, доцент*
В.Г. Заренбін*, д-р техн. наук, професор*
Є.І. Казанцев*, д-р техн. наук, професор*
О.О. Криводубський, *канд. техн. наук. доцент*
Н.Д. Лук'янченко*, д-р екон. наук, професор*
В.А. Макаров*, канд. техн. наук, доцент*
Н.Є. Муромець*, канд. екон. наук, доцент*
В.П. Поліщук*, д-р техн. наук, професор*
В.П. Сахно*, д-р техн. наук, професор*
В.Я. Спорихін*, д-р техн. наук, професор*
М.В. Сунцов*, д-р хім. наук, професор*
С.О. Тернов*, канд. техн. наук, с.н.с.*

Відповідальний секретар
А.А. Омельченко, *канд. техн. наук*

Коректор
О.В. Задунайська

Технічний редактор
О.Є. Пахно

ВІСНИК ДОНЕЦЬКОГО ІНСТИТУТУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ
Науковий журнал

Відповідальний за випуск Пахно О.Є.

Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ №7148 від 01.04.2003 р.,
видане Держкомітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України

Журнал включено до **Переліку №16 наукових фахових видань України**, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Бюл. ВАК України, №9, 2005)

Підписано до друку Формат 60x84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 7 Наклад 300 прим.
Замовлення №

Віддруковано у друкарні «ЮрСервіс»
83000, м. Донецьк, вул. Артема, 97
Тел.: (062) 387-20-31.

© **Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту, 2007**

Зміст

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

В.А. Макаров, А.В. Куплінов, В.М. Дугельний **До розробки системи вимірювання та керування стендом карусельного типу для визначення кута відведення шини** **4**

В.Г. Вербицький, В.А. Макаров, А.В. Костенко **До питання про вплив розташування шин із жорсткісною неоднорідністю на курсову стійкість руху легкового автомобіля** **7**

Транспортні технології

С.М. Селякова **Функциональный анализ технологических процессов грузовых перевозок сельскохозяйственной продукции** **15**

О.А. Криводубский, М.Н. Яхимович **Нейросети в оптимизации транспортной системы района** **20**

Економіка транспорту

Т.Н. Денисенко, Е.В. Молокоедова **О выборе законодательной базы и ее роли системы налогообложения** **27**

Автори номеру **34**

Правила подання та оформлення статей **35**

УДК 629.113.004.58

В.А. МАКАРОВ, к.т.н., доц., А.В. КУПЛІНОВ, ст. викладач, Донецький інститут автомобільного транспорту, В.М.Дугельний, к.т.н., Автодорожній інститут Донецького національного технічного університету

ДО РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ТА КЕРУВАННЯ СТЕНДОМ КАРУСЕЛЬНОГО ТИПУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КУТА ВІДВЕДЕННЯ ШИНИ

Розглянуті питання розробки системи вимірювання та керування стендом карусельного типу. Наведена функціональна схема системи вимірювання кута «складання» та структурна схема системи управління стендом за допомогою ЕОМ.

Постановка проблеми

Автомобілізація є одним із основних напрямків розвитку сучасного суспільства. Збільшення швидкостей та інтенсивності руху колісних транспортних засобів є характерними тенденціями, які неможливі без забезпечення стійкості руху автомобілів на еластичних колесах. Виробники шин вирішують питання про керування динамічною взаємодією колеса з опорною поверхнею. Інтенсивно досліджуються характеристики еластичних шин [1].

Стенд карусельного типу для дослідження залежності бічної сили від кута відведення колеса [2] відрізняється оригінальним устроєм і дозволяє досліджувати основні характеристики шин, однак при цьому не вирішені питання, пов'язані з інформаційно-вимірювальною системою.

Мета статті

Розробити систему регулювання та вимірювання параметрів стенду карусельного типу.

Основний розділ

Для приводу стенда карусельного типу [2] використовується електродвигун постійного струму з паралельним підключенням обмотки збурення, що дозволяє доволі просто застосувати механізм для плавного регулювання частоти обертання вала електродвигуна. Живлення двигуна здійснюється від мережі 220 В через ЛАТР. Для подачі постійного струму застосовується випрямний блок, який складається з діодного моста. У якості системи вимірювання обертів колеса використано автомобільний тахометр з датчиком Холла.

Датчик кутового положення призначений для використання в системі вимірювання кута між ведомою ланкою та водилом. Експериментально встановлено, що означений кут змінюється в діапазоні від 15 до 180º.

У роботі запропонована система вимірювання наведеного кута, яка складається з декількох елементів (рис. 1): джерела живлення 1 зі стабілізатором напруги, датчика 2 резистивного типу вимірювання кутового положення, системи настройки 3 датчика, системи контролю 4 показників датчика та вимірювального пристрою 5. У якості джерела живлення використано імпульсний перетворювач зі стабілізованою напругою 18 В на виході. Датчик нерухомо встановлено на водилі, а движок рухомого контакту з`єднано з ведомою ланкою, тобто при зміні кута між ведомою ланкою та водилом змінюється положення рухомого контакту.

Система настройки (резистори R1, R3) та система вимірювання показників датчика наведені на рис. 2.

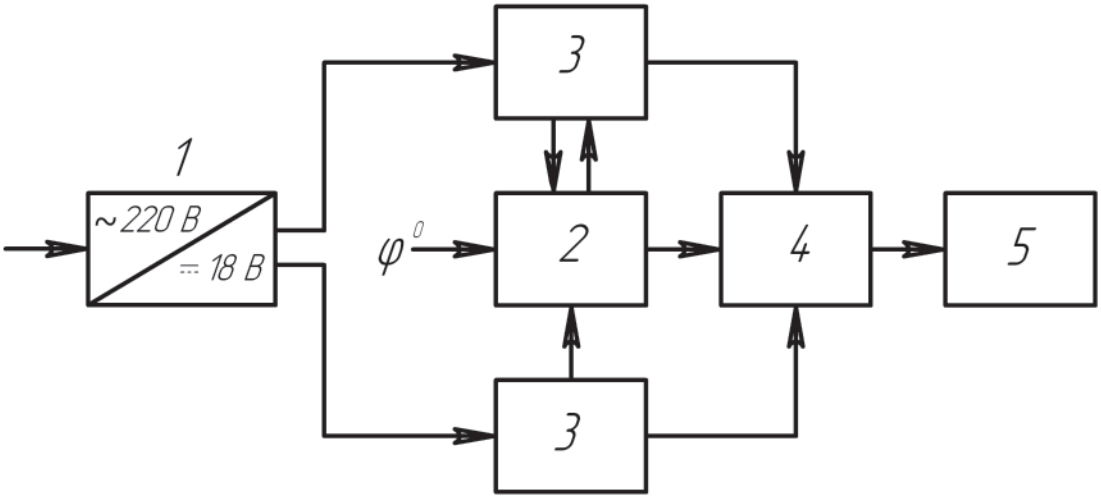


Рис. 1. Функціональна схема системи вимірювання кута «складання»

Для визначення кута «складання» необхідно виміряти напругу між одним з бокових та центральним контактами, тобто зі зміною кута «складання» змінюється положення рухомого контакту, значить резистивний розподілювач змінює напругу, яка вимірюється мультиметром. У крайніх положеннях рухомого контакту мультиметр буде показувати напругу 1,50 та 18,00 В відповідно, що дорівнює 15 або 180º кута «складання» між веденою ланкою та водилом.

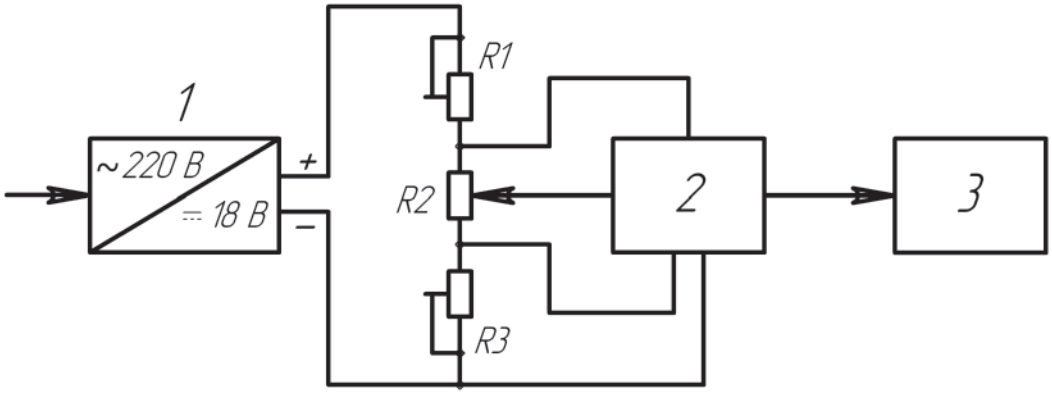


Рис. 2. Принципова комбінована схема системи вимірювання кута «складання»:
1 - джерело живлення; 2 – система контролю показників датчика; 3 – мультиметр; R1, R3– підстроювальні резистори настройки верхнього та нижнього положення датчика вимірювання відповідно; R3 – датчик вимірювання кутового положення

При тарируванні датчика 2 треба підстроювальні резистори R1, R3 настроїти таким чином, щоб у крайньому нижньому положенні рухомого контакту резистора R2 мультиметр 3 показував напругу 1,5 В, а в крайньому верхньому-18,0 В.

Іноді може виникнути проблема перевірки вірності тарирування датчика. Для перевірки контролю показників датчика, тимчасово від`єднують рухомий контакт резистора R2 і замірюють напругу на крайніх виводах (імітується зміна кута «складання» на значення 15 та 180º), вона повинна дорівнювати 1,5 та 18,0 В відповідно. Основна проблема в роботі датчика полягає в передачі інформації з рухомого датчика на нерухомий аналітичний блок. Також бажано всі данні про роботу установки передавати для аналізу та обробки інформації на ЕОМ. Для вирішення цієї проблеми було запропоновано декілька варіантів - від використання ковзаючих контактів до

використання безпровідних технологій. Попередньо було використано комбінований варіант: блок живлення установлено окремо від установки; за допомогою ковзаючих контактів передавалась напруга до стабілізатора, який установлений на водилі; знімались показники з датчика кутового положення і вже оброблена інформація знову за допомогою ковзаючих контактів передавалась на аналітичний блок. Але, як показали випробування, у такої системи є певні недоліки, зокрема ненадійність та непристосованість рухомих контактів до передачі напруги, тому ведеться пошук іншого способу передачі інформації.

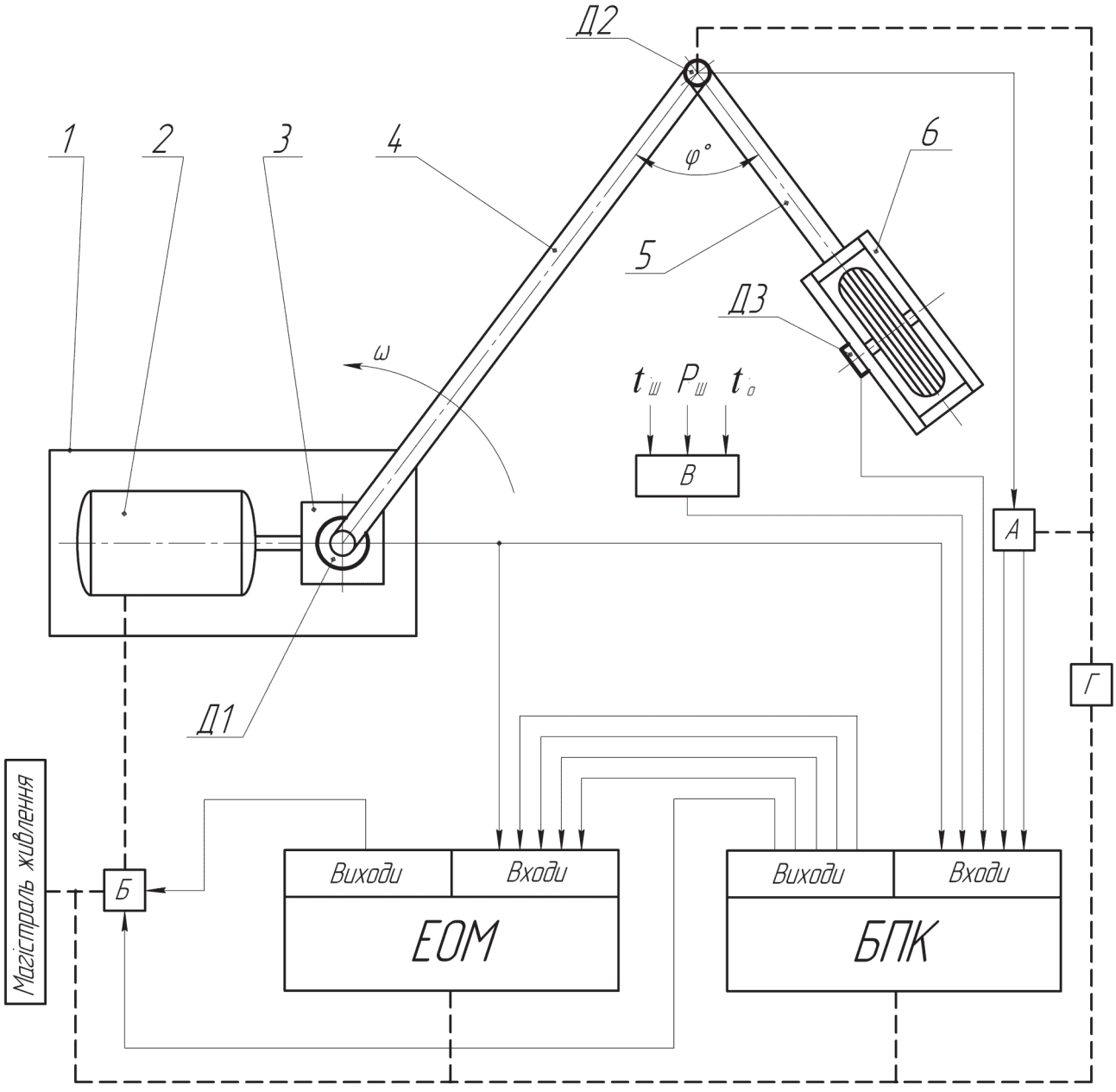


Рис. 3. Структурна схема системи вимірювання та керування стендом карусельного типу:
А – система контролю показників датчика «складання»; Б – блок живлення та керування обертами електродвигуна; В – блок додаткових датчиків; Г – перетворювач та стабілізатор напруги; Д1 – датчик частоти обертання вала електродвигуна; Д2 – датчик «складання»; Д3 – датчик навантаження колісного модулю; БПК – блок програмного керування; 1 – рама; 2 – електродвигун; 3 – черв`ячний редуктор; 4 – водило; 5 – ведена ланка; 6 – колісний модуль

Також ведеться пошук способу обробки отриманої інформації у вигляді таблиць або графіків з використанням ЕОМ, але попередньо треба вирішити проблему надійного способу передачі інформації від датчика вимірювання кута «складання».

Є наміри оснастити стенд блоком програмного керування (БПК) та використати ЕОМ у якості вимірювального та керуючого блоку. Загальний вигляд стенду карусельного типу наведено в роботі [2], тому на структурній схемі системи вимірювання та керування стендом зображена лише спрощена модель (рис. 3). Під час роботи стенда знімається інформація з основних (Д1, Д2, Д3) та додаткових датчиків (температура шини tш, та навколишнього середовища t0, тиск повітря в шині Рш). Інформація з датчика Д2 надходить до системи контролю А показників датчика «складання», звідти основний та еталонний сигнали надходять до БПК (на вхід цього блоку також надходять сигнали з основних та додаткових датчиків). Там обробляється та виводиться на аналітичний блок інформація в аналоговій формі, а також, за допомогою аналогово-цифрового перетворювача (АЦП), передається в цифровій формі на ЕОМ. Крім того, маємо змогу безпосередньо з БПК регулювати частоту обертання водила 4, завдяки впливу на блок Б живлення та керування обертами електродвигуна 2. АЦП та аналітичний блок входять до складу БПК.

За допомогою ЕОМ уся інформація про роботу стенда перетворюється та виглядає у формі графіків або таблиць, тобто цю інформацію можна обробляти та систематизувати.

Також, завдяки зв`язку ЕОМ з блоком живлення та керування обертами електродвигуна, є можливість підтримувати на постійному рівні або змінювати (за якимось законом) частоту обертання водила, тобто підтримувати або змінювати лінійну швидкість колеса.

Висновки

Наведений випробувальний стенд відрізняється простотою конструкції і дозволяє проводити дослідження кута відведення шини за допомогою ЕОМ.

Список літератури

1. K.Ausburg, H. Brunner, M. Jeschor, J. Schmaler. Neues Pruffeld Reifen-und Fahrwerkstechnik am JVK der TU Dresden. ATZ 10/99-S.774-779.

2. В.А. Макаров, А.В. Костенко, О.В. Петров, Р.А. Кулієв Лабораторія для дослідження властивостей пневматичних автомобільних шин //Вісник Донбаської національної академії будівництва та архітектури України. – 2005. – Вип. 2005-7(55). – С. 101-104.

Стаття надійшла до редакції 19.03.2007 р.

УДК 629.113

В.Г. ВЕРБИЦЬКИЙ, проф., д.ф.-м.н., В.А. МАКАРОВ доц., к.т.н., А.В. КОСТЕНКО, ст. викладач,
Донецький інститут автомобільного транспорту

ДО ПИТАННЯ ПРО ВПЛИВ РОЗТАШУВАННЯ ШИН ІЗ ЖОРСТКІСНОЮ НЕОДНОРІДНІСТЮ НА КУРСОВУ СТІЙКІСТЬ РУХУ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Розглянуто питання про вплив розташування шин із жорсткісною неоднорідністю на курсову стійкість руху легкового автомобіля. Наведено біфуркаційні множини, фазові портрети та траєкторії руху, які демонструють вплив розташування шин на показники курсової стійкості руху легкового автомобіля.

Вступ

Шина – з`єднувальний елемент між автомобілем і дорогою. Від шин у значній мірі залежить курсова стійкість руху (КСР) автомобіля. Новим шинам властива жорсткісна неоднорідність, яка обумовлює виникнення сил, що визивають коливання автомобіля і коліс, навіть при русі по ідеально рівній поверхні. Така неоднорідність має назву кутового ефекту, що пояснюється наступним чином: вхід чергової ділянки шини в контакт супроводжується розгинанням брекерного поясу; при розгинанні в шарах виникають деформації розтягання та стиснення; оскільки шари брекеру суттєво анізотропні, то лінійна деформація супроводжується зсувом в площині шару, що приводить до закручування шаруватої конструкції в цілому та повороту лінії екватору; така шина прагне котитись під кутом до площини диску колеса; для того, щоб шина котилась прямо, необхідно прикласти постійну бічну силу, яку, власне, й називають кутовим ефектом [1].

Аналіз публікацій та постановка завдання

Бічне відведення колеса є найважливішою характеристикою шини, що найбільше впливає на КСР автомобіля. Це явище можна математично описати, використовуючи модель кочення колеса Рокара [2], яка завдяки своїй математичній простоті та здатністю до описання основної властивості еластичного колеса рухатись із відведенням, отримала найбільше поширення при дослідженні стійкості руху автомобіля. Формула Рокара являє собою залежність бічної сили Y від кута відведення: δ: $Y=f(\delta)$. Ця залежність негроміздка і зручна для використання при розрахунках параметрів явища відведення для шин різних типорозмірів автомобілів, що рухаються дорогами з удосконаленим покриттям [3]. Серед експлуатаційних факторів, що найбільш суттєво впливають на бічне відведення, є тиск повітря в шині, вертикальне навантаження на колесо [4], а також жорсткісна неоднорідність шини.

Мета статті

Метою даної роботи є дослідження КСР легкового автомобіля при зміні розташування на автомобілі шин, що мають жорсткісну неоднорідність у вигляді кутового ефекту [1].

Основна частина

При дослідженні було проведено математичне моделювання із застосуванням розрахункової схеми легкового автомобіля, яка наведена на рис. 1.

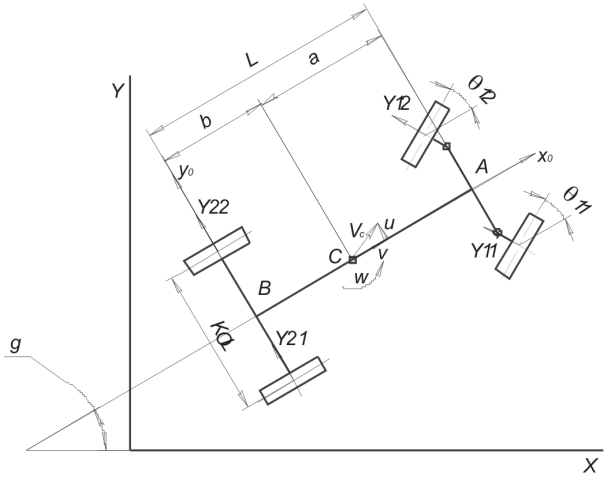


Рис. 1. Розрахункова схема легкового автомобіля:
KOL – колія автомобіля; YX – нерухома система координат; x_0y_0 – рухома система координат; γ – курсовий кут; L – база

Відмінністю цієї схеми є можливість врахування колії автомобіля, що дозволяє враховувати вплив кожної шини на КСР [5].

Рівняння руху легкового автомобіля мають вигляд

$$m(\dot{u} - \omega v) = Y11\cos\theta 11 + Y12\cos\theta 12 + Y22\cos\theta 22;$$

$$J\dot{\omega} = aY11\cos\theta 11 + aY12\cos\theta 12 + bY21 + bY22, \quad (1)$$

де m – маса автомобіля;

v, u – повздовжня і поперечна складові швидкості V_c центру мас автомобіля (рис.1);

$\dot{u}$ – поперечне прискорення центру мас автомобіля;

J – момент інерції щодо вертикальної осі, що проходить через точку C;

ω, $\dot{\omega}$ – кутові швидкість та прискорення автомобіля;

$Y11$, $Y12$ – бічні сили, що діють в контакті із дорогою передніх коліс;

$Y21$, $Y22$ – бічні сили, що діють в контакті із дорогою задніх коліс;

$\theta 11$, $\theta 12$ – кути повороту передніх керованих коліс;

a, b – відстань від центру мас до передньої та задньої осей відповідно.

Бічні реакції, що входять в математичну модель, мають вигляд

$$Y_{ij} = k_{ij}(\delta_{ij} \pm \delta_{ij0}), \quad (2)$$

де k_{ij} – коефіцієнт опору відведенню відповідної шини;

δ_{ij} – кут відведення відповідної шини;

δ_{ij0} – параметр, що характеризує кутовий ефект відповідної шини;

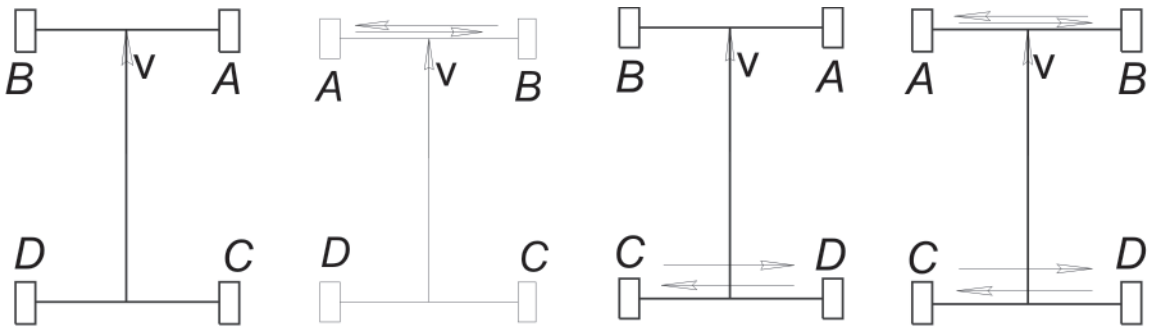
i – порядковий номер борту автомобіля;

j – порядковий номер шини на одному борті.

При розрахунках було прийнято наступні значення параметрів легкового автомобіля: повна маса – 12998 *Н* (1325 *кг*); база – 2,424 *м*; відстань від центру мас до передньої і задньої осей – 1,226 *м* і 1,198 *м*; колія – 1,364 *м*. Тиск повітря в передніх шинах – 0,18 МПа, задніх – 0,2 МПа, кути повороту керованих коліс $\theta 11 = \theta 12 = theta$.

Для дослідження впливу розташування шин на КСР було обрано чотири шини 175/70 R13 ВС-11, яким присвоєно якісні індекси *A, B, C, D*. Для кожної шини з експерименту було отримано величини коефіцієнтів опору відведенню та кутових ефектів [4].

На рис. 2 наведено досліджувані варіанти розташування шин (за вихідний прийнято варіант 1, на інших показано які шини мінялись місцями виходячи з варіанту 1).

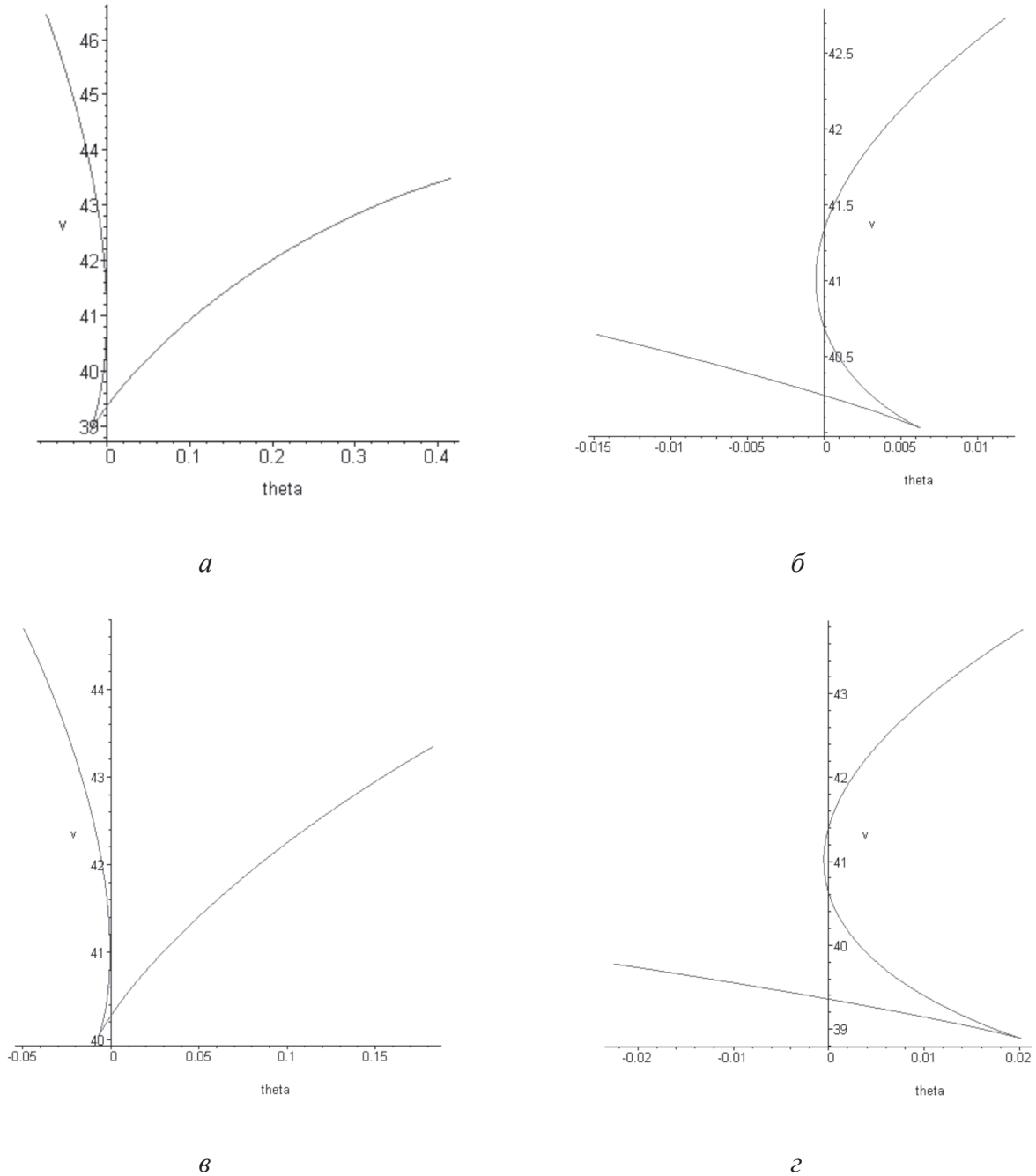


а *б* *в* *г*

Рис. 2. Схема розташування шин на автомобілі:
а – варіант 1; б – варіант 2; в – варіант 3; г – варіант 4

Дослідження впливу навантаження на КСР, тобто визначення стійкості або нестійкості стаціонарних режимів руху автомобіля, на який встановлено шини з жорсткісною неоднорідністю «кутовий ефект», виконано за допомогою графічного моделювання, тобто побудовою біфуркаційних множин, фазових портретів та траєкторій руху із використанням математичної програми MAPLE.

На рис. 3 наведено біфуркаційні множини у випадку повного навантаження на автомобіль та варіантів розташування шин згідно рис. 2.



а *б*

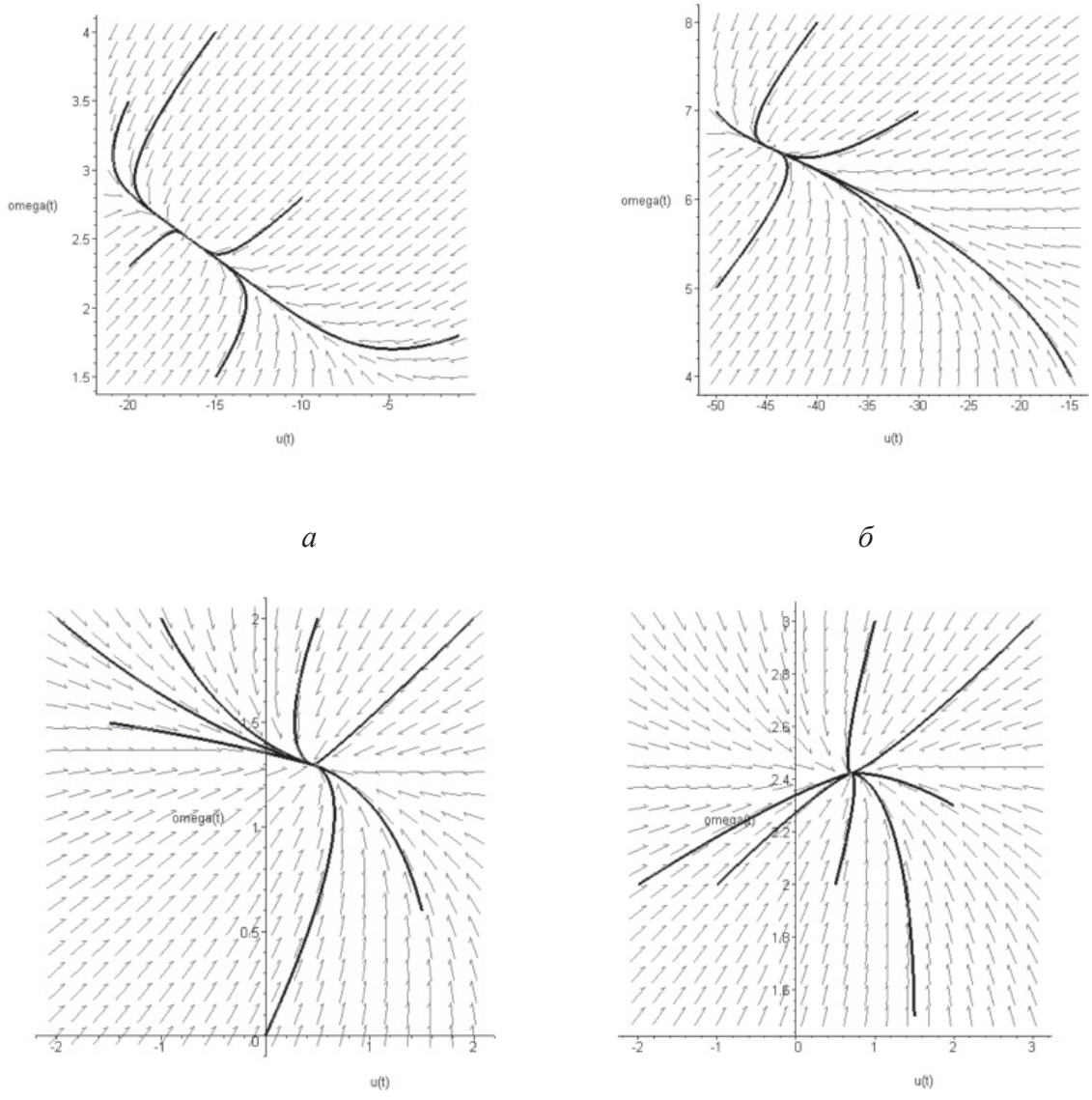
в *г*

Рис. 3. Біфуркаційні множини для різних варіантів розташування шин на автомобілі:
а – варіант 1; б – варіант 2; в – варіант 3; г – варіант 4; v – швидкість автомобіля

Як видно з рис. 3, для кожного з варіантів розташувань шин існує своя критична швидкість: $v^*_{кр1}$=38,86 м/с; $v^*_{кр2}$=40,05 м/с; $v^*_{кр3}$=40,01 м/с; $v^*_{кр4}$=38,85 м/с. Окрім цього, форма кривої, яка характеризує біфуркаційну множину, має несиметричний вигляд, що пояснюється наявністю

в шинах кутового ефекту, та вказує на те, що рух з критичною (максимальною з огляду на КСР) швидкістю автомобіля можливий лише по траєкторії кола, тобто при певних кутах повороту коліс. Для кожного з варіантів розташування шин ці кути мають наступні величини: $theta_1^*$ = - 0,02 рад (-1,15º); $theta_2^*$ = 0,0065 рад (0,37º); $theta_3^*$ = - 0,01 (-0,57º); $theta_4^*$ = 0,02 рад (1,15º).

Для аналізу впливу розташування шин на стійкість стаціонарного руху на рис. 4 наведено фазові портрети при різних положеннях керованих коліс та швидкості автомобіля у випадку розташування шин згідно варіанта 1 (див. рис. 2а).

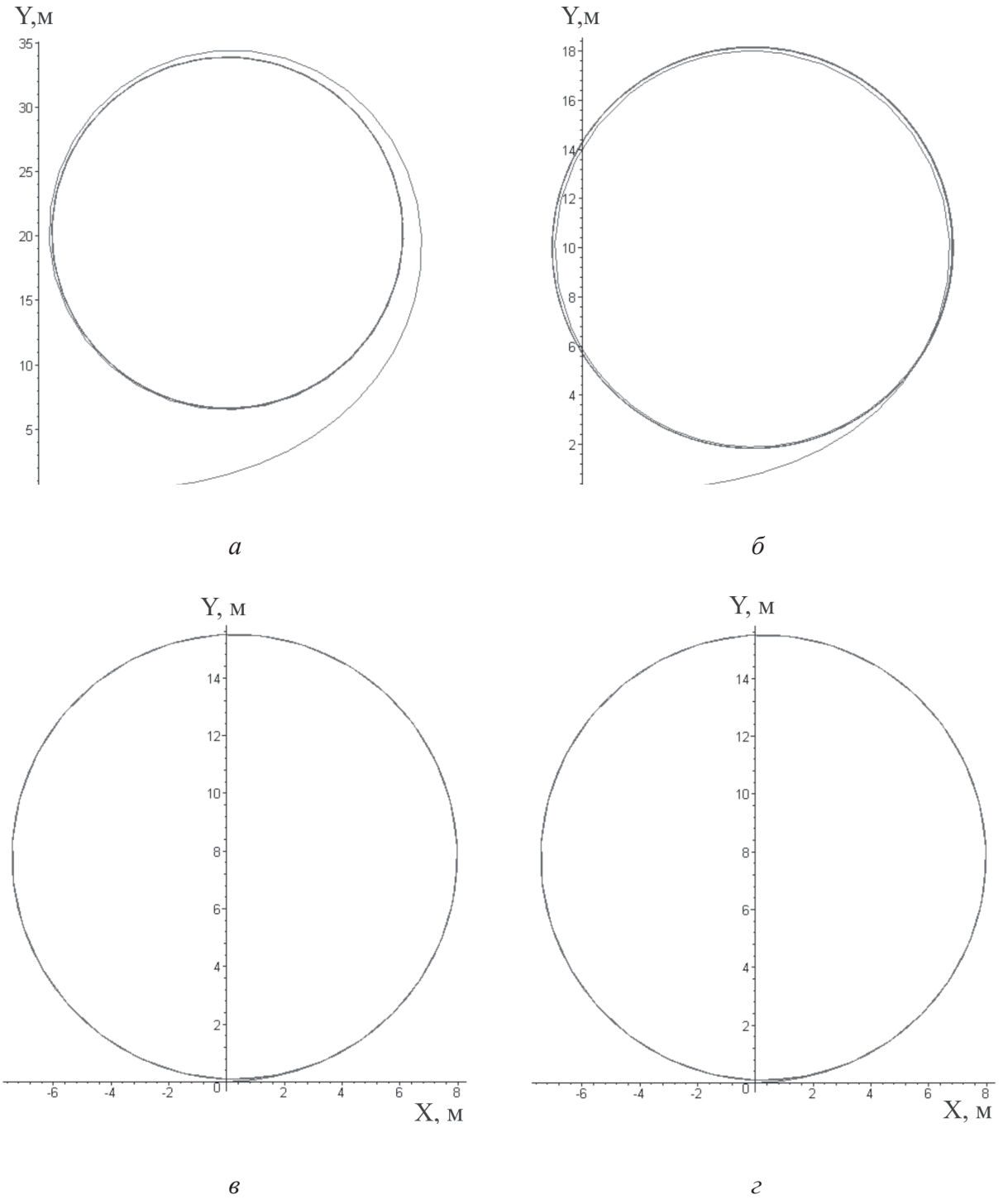


а *б*

в *г*

Рис. 4. Фазові портрети:
а) v = 30 м/с, theta = 0,1 рад; б) v = 30 м/с, theta = 0,4 рад;
в) v = 10 м/с, theta = 0,3 рад; г) v = 10 м/с, theta = 0,6 рад.

Як видно з рис. 4, в усіх випадках автомобіль має стійкий у всій фазовій площині коловий стаціонарний стан – рухається по колу зі сталим радіусом кривизни, що можна побачити на рис. 5. Будь-які збурення фазових змінних з часом за аперіодичним законом спадають, що відповідає типу особливої точки «стійкий вузол».



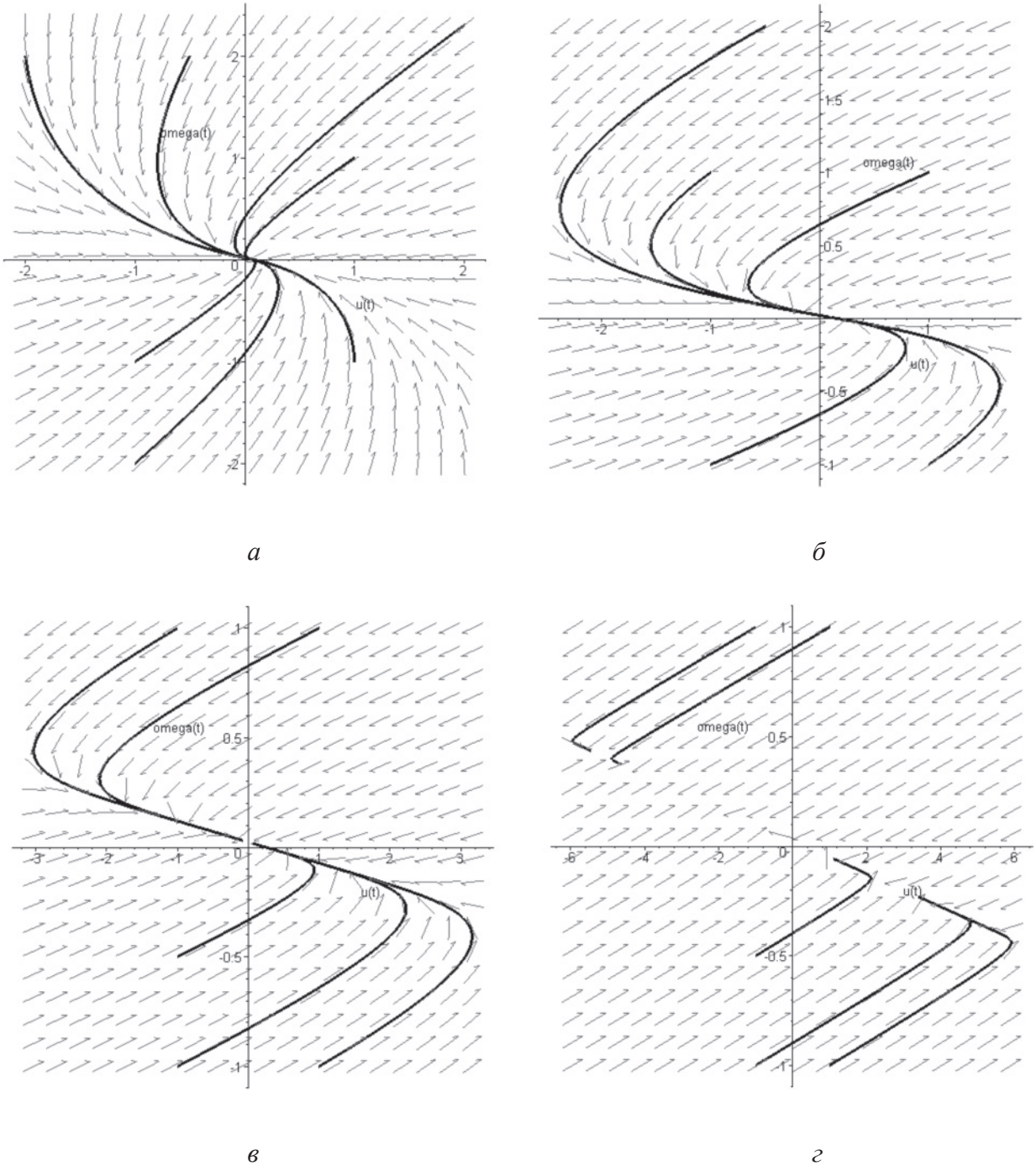
а *б*

в *г*

Рис. 5. Траєкторії руху:

а) v = 30 м/с, theta = 0,1 рад; б) v = 30 м/с, theta =0,4 рад;
в) v=10 м/с, theta = 0,3 рад; г) v=10 м/с та theta = 0,6 рад

Окремої уваги заслуговує випадок, коли кути повороту коліс відсутні, тобто *theta* =0. Фазові простори для цього випадку при різних швидкостях, одна з яких є «закритичною», наведено на рис. 6.



а *б*

в *г*

Рис. 6. Фазові портрети:
а) v=10 м/с; б) v=20 м/с; в) v=30 м/с; г) v=40 м/с

Як видно з рис. 6 при «докритичних» швидкостях автомобіль має стійкий у всій фазовій площині коловий стаціонарний стан – рухається по колу зі сталим, достатньо великим радіусом кривизни, що можна побачити на рис. 7*а-в*. В цих випадках руху автомобіля є незначна з точки зору практичної експлуатації відмінність у значеннях фазових змінних, що визначають стаціонарний стан моделі при розглянутих параметрах керування. Ці відмінності виникли внаслідок впливу жорсткісної неоднорідності шин.

Якісно відрізняється фазовий простір для випадку руху із «закритичною» швидкістю (рис. *6г*) – в цьому випадку будь-які збурення фазових змінних призводять не до їх спадання, а, навпаки, до зростання, що призводить до втрати КСР, наприклад закручування автомобіля, як це видно з траєкторії руху, що представлено на рис. 7*г*.

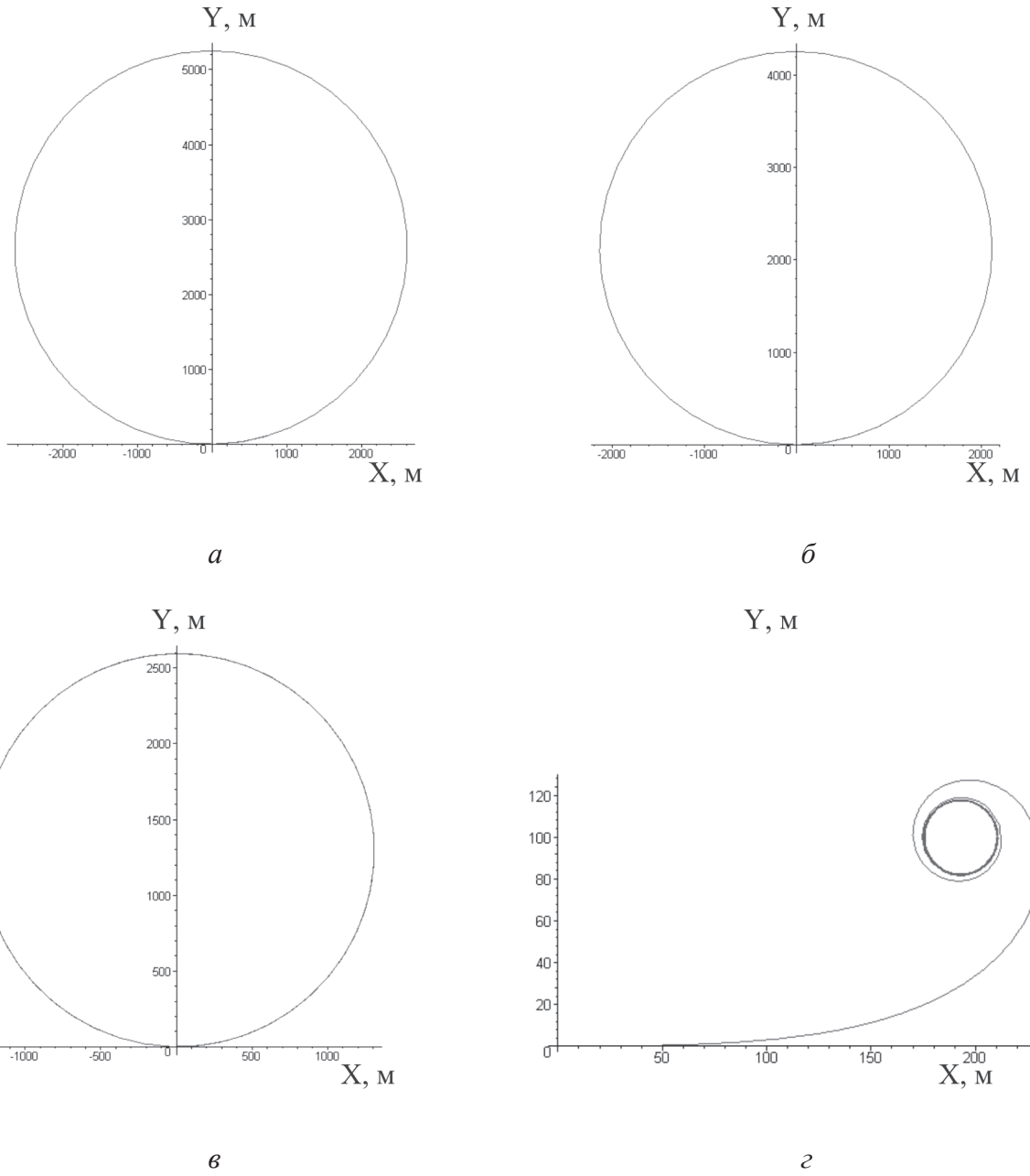


Рис. 7. Траєкторії руху:
а) v=10 м/с; б) v=20 м/с; в) v=30 м/с; г) v=40 м/с

Висновки

1. Прогнозування стійкості стаціонарних режимів руху автомобіля – це один з напрямків, що дозволяє керувати динамічними властивостями автомобіля і полягає у виявленні шляхів та результатів майбутнього розвитку процесів руху автомобіля.

2. Розташування шин, що мають жорсткісну неоднорідність у вигляді кутового ефекту характерно впливає на курсову стійкість руху автомобіля: по-перше, змінюється критична швидкість, по-друге, змінюються параметри руху, тобто величина радіуса повороту та напрямок повороту.

3. Жорсткісна неоднорідність шини, окрім впливу на критичну швидкість, впливає на напрямок руху автомобіля, коли керовані колеса не повернені; це призводить до того, що при куті повороту колес автомобіль буде рухатись по коловій траєкторії, хоча й доволі великого радіуса за величиною.

Перелік посилань

1. Бухин Б.Л. Введение в механику пневматических шин. – М.: Химия, 1988. – 224 с.

2. Рокар И. Неустойчивость в механике. – М.: Изд-во иностр. лит., 1959. – 288 с.

3. Крестьянполь О.А. Маневреність та стійкість руху автопоїздів із самовстановлювальною віссю напівпричепа: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.02 / Укр. Трансп. Ун-т. – Київ, 1999. – 16 с.

4. Сахно В.П., Костенко А.В. Вибір факторів при плануванні експерименту для дослідження курсової стійкості руху // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал. – 2006. - №3 .– С. 137 – 140.

5. Вплив на керованість двовісного автомобіля асиметричних жорсткісних характеристик коліс / Сахно В.П., Вербицький В.Г., Макаров В.А., Костенко А.В., Петров А.В. // Автошляховик України: Окремий випуск. Вісник Північного наукового центру ТАУ. – 2005. – Вип. 8. – С. 159 – 161.

Стаття надійшла до редакції 11.04.2007 р.

УДК 681.5/656.1

С.М. СЕЛЯКОВА, асп.,
Донецкий государственный институт искусственного интеллекта

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Проведен функциональный анализ системы уборки и транспортировки урожая зерновых. Получены дескриптивная и формализованная модели системы, описывающие проведение погрузочно-разгрузочных и транспортных работ.

Актуальность проблемы

Преимущественная сфера функционирования агропромышленного комплекса связана с объектами обслуживания сельскохозяйственного транспорта. Поэтому успешная деятельность сельскохозяйственных предприятий, производственных объединений и агропромышленных комплексов невозможна без чёткой, оперативной и экономичной работы их автотранспортных подразделений. Рациональная организация погрузочно–разгрузочных работ и обеспечение высокопроизводительного использования автотранспортных средств определяют актуальность данной работы.

Постановка проблемы

Повышение эффективности погрузочно–разгрузочных и транспортных работ при уборке урожая зерновых.

Анализ литературных источников

Анализ литературных источников показал, что для высокоэффективной уборки и транспортировки зерна важную роль играет повышение производительности уборочно–транспортного процесса и снижение себестоимости перевозок. Этого возможно достичь: правильным соотношением поточной и перевалочной технологии сбора и перевозки зерна от

комбайнов на ток [1; 2]; использованием тракторных поездов и автопоездов [3]; согласованием работы погрузочно-разгрузочных и транспортных средств [4]; применением современных усовершенствованных технических средств в процессе уборки, транспор-тировки, обработки и хранения зерна [5].

Цель статьи

Получение дескриптивной и формализованной моделей системы уборки и транспортировки урожая зерновых, описывающих проведение погрузочно-разгрузочных и транспортных работ.

Основной раздел

Для реализации поставленной задачи необходимо: проанализировать особенности проведения погрузочно–разгрузочных и транспортных работ; выделить элементы системы уборки и транспортировки урожая; определить закономерности функционирования элементов системы; классифицировать переменные, характеризующие погрузочно–разгрузочные и транспортные работы, определить их назначение и взаимосвязь.

Анализ особенностей проведения погрузочно–разгрузочных и транспортных работ показывает, что процесс уборки и транспортировки урожая зерна подчиняется следующим закономерностям:

- маршрут транспортировки зерна альтернативно зависит от состояния зерна (комбайн – зерноочистительный ток – элеватор или зернохранилище, комбайн – элеватор или зернохранилище), что усложняет функционирование системы зерновое поле – транспорт – хранилище за счёт нестационарного характера путей доставки зерна;
- различные факторы внешней и внутренней среды влияют на производительность уборочных средств (колебание урожайности по площади поля, климатические условия, временные факторы, простои в ожидании транспортного средства, простои из-за неисправностей и т.п.), вследствие чего процесс их взаимодействия с транспортными средствами носит детерминировано–стохастический характер;
- по ходу уборки урожай транспортируется неравными и переменными по длине траекториями, что в свою очередь влияет на изменение интервала подачи транспортных средств;
- комплектация уборочных и транспортных средств возможна из разномарочных комбайнов и автомобилей, что усложняет задачу моделирования процессов уборки и транспортировки зерна.

В результате анализа технологического процесса уборки, погрузки, транспортировки и разгрузки урожая выделены функциональные элементы системы, реализующей процесс с учётом его особенностей. При этом, система представляется в форме ***технологической уборочно-транспортной информационной системы*** (***ТУТИС***). Функционально в ТУТИС в качестве элементов выделяются следующие технологические подсистемы (рис. 1): выращивания материала – Z (блок 1), уборочной техники – Y (блок 2), транспортной техники – G (блок 3), разгрузочной техники – W (блок 4), хранения материала – H (блок 5); первичной обработки материала – T (блок 6), погрузочной техники – P (блок 7), резервной уборочной техники – Y_R (блок 8), резервной транспортной техники – G_R (блок 9).

Схема на рис. 1 является, по сути, дескриптивной моделью системы уборки и транспортировки материала, которая содержит перечень зависимостей, подлежащих оценке, а также перечень показателей, которые учтены при её построении.

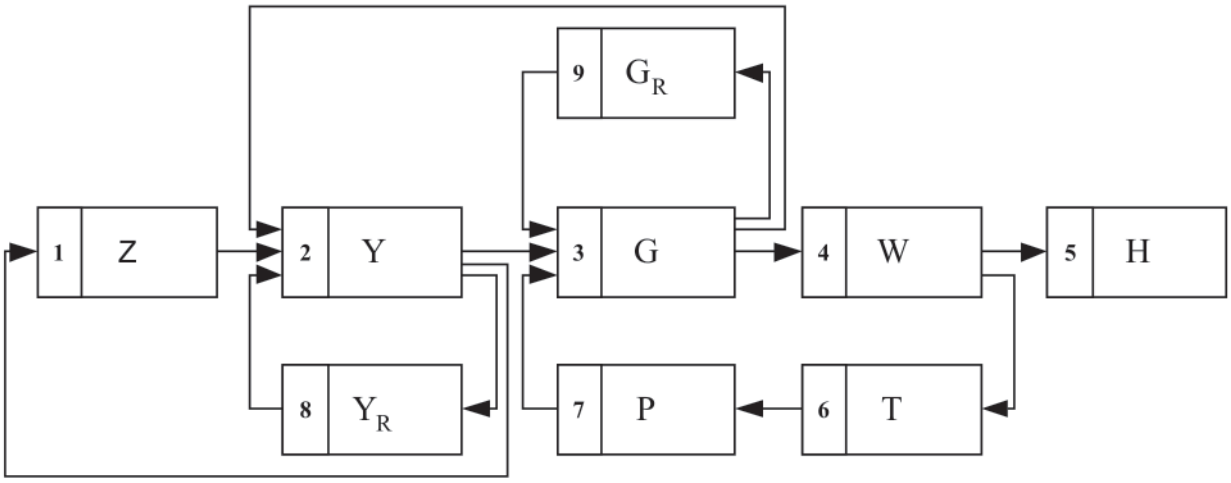


Рис. 1. Структурно–функциональная схема ТУТИС

Рассмотрим функционирование ТУТИС. В процессе уборки урожая зерновых на поле $z_k \in Z,\ k = \overline{1,l}$ в подсистеме Z работают уборочные средства Y подсистемы уборочной техники, зерно от которых поступает в подсистему транспортной техники G. Загруженные транспортные средства G доставляют зерно в подсистему хранения H, где оно выгружается самосвальным способом или при помощи специальных разгрузчиков, опрокидывателей и др.– подсистема разгрузочной техники W. В случае, если зерно не соответствует стандарту, оно доставляется в подсистему первичной обработки T (ток), где производится чистка и сушка зерна, после которых оно посредством подсистемы погрузочных средств P загружается в транспортные средства G. Они доставляют зерно в подсистему хранения H. Для оперативного управления ходом уборки урожая создаются подсистемы резервной уборочной техники Y_R и резервной транспортной техники G_R, которые используются для замены отказавшей техники. Отказавшие машины переводятся в резерв – Y_R и G_R , где подвергаются ремонтным работам.

Охарактеризуем данные подсистемы, выделим переменные, шкалы измерений и взаимосвязь между подсистемами, т.е. придадим аналитическую форму всем сведениям, содержащимся в дескриптивной модели. В результате мы получим ***формализованную модель*** данной системы, которая является промежуточным этапом между дескриптивной и математической моделью [6]. Выделим функциональные характеристики подсистем ТУТИС, влияющих на интенсивность процесса.

Подсистема выращивания материала Z представляет собой совокупность полей, где каждое поле $z_k \in Z,\ k = \overline{1,l}$ характеризуется площадью территории S_k, га; качеством почвы π_k; урожайностью U_k, ц/га; влажностью зерна C_k, %; засоренностью d_k, %; классом зерна K_k и дальностью нахождения от подсистем первичной обработки L_T^k, км и хранения материала L_H^k, км.

Количество материала на поле $z_k \in Z,\quad Z = \bigcup_k z_k,\quad k = \overline{1,l}$ представим в виде функции:

$$Q_k = f_1(S_k, \pi_k, d_k, Q_Y, PF), k = \overline{1,l}, \tag{1}$$

где – PF погодные факторы.

Количество материала всех полей равно:

$$Q_z = \sum_{k=1}^{l} Q_k. \tag{2}$$

Подсистема уборочной техники Y представляет собой множество уборочных средств $y_i \in Y, \quad i = \overline{1,n}$, которые работают на k–ом поле. Каждое уборочное средство характеризуется производительностью PY_i, т/ч; ёмкостью бункера Vb_i, м^3, скоростью передвижения v_i, км/ч.

Количество материала, собранное уборочным средством $y_i \in Y, \quad Y = \bigcup_i y_i, \quad i = \overline{1,n}$ с k–ого поля за смену представим в виде:

$$Q_i = f_2(Q_k, C_k, d_k, PY_1, n, Vb_i, ty, PF, Q_G), \quad k = \overline{1,l}, \quad i = \overline{1,n}, \tag{3}$$

где ty – тактика уборки.

Тогда количество материала, собранное всеми уборочными средствами равно:

$$Q_Y = \sum_{i=1}^{n} Q_i. \tag{4}$$

Подсистема транспортной техники является совокупностью G транспортных средств $g_i \in G, \quad j = \overline{1,p}$, работающих на k–ом поле, которые обладают такими характеристиками, как скорость передвижения v_j, км/ч; номинальная грузоподъёмность Q_H^j, т; способ разгрузки ϖ_j.

Количество материала, которое может быть перевезено за смену одним транспортным средством $g_i \in G, \quad G = \bigcup_j g_j, \quad j = \overline{1,p}$, выразим следующим образом:

$$Q_j = f_2(Q_Y, p, Q_i^j, PF), \quad i = \overline{1,n}, \quad j = \overline{1,p}. \tag{5}$$

Тогда, количество материала, перевезённое p транспортными средствами за смену, представим в виде суммы:

$$Q_G = \sum_{j=1}^{p} Q_j. \tag{6}$$

Подсистема разгрузочной техники W состоит из множества средств разгрузки для транспортных средств различных типов (специальные разгрузчики, опрокидыватели, эстакады), обеспечивающих разгрузку транспортных средства. Средства разгрузки $w_s \in W, \ s = \overline{1,m}$ характеризуются производительностью WP_s.

Таким образом, количество материала, которое может быть разгружено s–ым разгрузочным средством за смену, представимо в виде:

$$Q_s = f_3(WP_s, Q_G, \varpi_j, m), \quad j = \overline{1,p}, \quad s = \overline{1,m}. \tag{7}$$

Тогда общее количество равно:

$$Q_W = \sum_{s=1}^{m} Q_s. \tag{8}$$

Подсистема хранения материала H представляет собой совокупность стационарных ёмкостей, где каждая ёмкость h_f, $f = \overline{1,g}$ характеризуется объёмом A_f, м^3; договором хранения материала D_H.

Подсистема первичной обработки материала Т состоит из приёмной площадки для зерна площадью S_T, м^2 и машины первичной обработки (очистки и сушки) материала производительностью TP, т/ч.

Количество материала, обрабатываемого за смену:

$$Q_T = f_4(TP, Q_W), \quad q = \overline{1,z}. \tag{9}$$

Подсистема погрузочной техники P представляет собой совокупность средств погрузки, где погрузочное средство $p_q \in P$, $q = \overline{1,z}$ характеризуется производительностью PP_q, т/ч.

Представим количество материала, погруженное q–ым погрузочным средством в виде зависимости:

$$Q_q = f_5(PP_q, z, Q_i^j, p, Q_T), \quad q = \overline{1,z}, \quad j = \overline{1,p}. \tag{10}$$

Также,

$$Q_P = \sum_{q=1}^{z} Q_q. \tag{11}$$

Подсистемы резервной уборочной техники Y_R и резервной транспортной техники G_R представляют собой совокупности резервных уборочных и резервных транспортных средств, где резервное уборочное средство $y'_u \in Y_R$, $u = \overline{1,t}$ и транспортное средство $g'_v \in G_R$, $v = \overline{1,r}$ характеризуются теми же параметрами, что и y_i, $i = \overline{1,n}$ и g_j, $j = \overline{1,p}$.

Приведенная классификация переменных и установленные зависимости позволяют построить математическую модель процессов, сформулировать и формализовать целевые функции планирования и оперативного управления функционированием системы и ее подсистем.

Выводы

В результате проведенного анализа и исследования особенностей проведения погрузочно–разгрузочных и транспортных работ во время уборки урожая зерновых построены дескриптивная и формализованная модели системы. Полученные результаты в дальнейшем будут использованы при построении математической модели процесса.

Список литературы

1. Каверін В.А. Зменшення втрат сільськогосподарської продукції при перевезеннях. – Київ: Урожай, 1992.–199с.

2. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986.–447с.

3. Афанасьев Л.Л. и др. Единая транспортная система и автомобильные перевозки.– М.: Транспорт, 1984.–333с.

4. Мельник В. Вантажно–розвантажувальні роботи на сільськогосподарських підприємствах//Техніка АПК. –2003.–№7.– С.14-15.

5. Погорілий Л., Коваль С. та ін. Технологічні принципи і технічні засоби енергозбереження в сільськогосподарському виробництві// Техніка АПК. – 2003. – №4/5.– С.28-30.

6. Лямец В.И., Тевяшев А.Д. Системный анализ. Вводный курс. – Харьков: Изд-во ХНУРЕ, 2004. – 448с.

Стаття надійшла до редакції 24.04.2007 р.

УДК 656.13.072: 656.13.078

О.А. КРИВОДУБСКИЙ, к.т.н. доц., М.Н. ЯХИМОВИЧ, асс.,
Донецкий институт автомобильного транспорта

НЕЙРОСЕТИ В ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ РАЙОНА

В статье изучена проблема формирования маршрутной сети района, рассмотрены вопросы управления эффективности маршрутной сети с учетом подхода к сокращению издержек пассажирских перевозок

Постановка проблемы

В связи с перегрузками (субъективная оценка пассажирами комфорта перевозок внутри транспортной системы) системы транспортных пассажироперевозок. Недостаточно качественным предоставлением транспортных услуг перевозчиками населению (время ожидания транспорта и нахождения внутри транспортной системы порой больше критичных допустимых значений), а также, вызванной рыночной конкуренцией между перевозчиками, растущей необходимостью снижать издержки перевозок, актуальной становится задача построения такой маршрутной сети, которая бы обеспечила качественное (в соответствии с критериями качества, указанными ниже) предоставление транспортных услуг населению, и предоставляла выраженные конкурентные преимущества субъектам системы пассажироперевозок (перевозчикам).

Постановка задачи

В современных условиях система транспортных пассажироперевозок региона формируется хаотично под воздействием свободной (в идеале) рыночной конкуренции перевозчиков (частных и государственных), что только в пределе (возможно за бесконечное время) приводит к оптимальному (максимальное качество услуг при минимальных издержках перевозок) распределению маршрутов. При этом представителей частного капитала больше всего интересует рентабельность перевозок, в то время как организации государственной формы собственности, а также органы исполнительной власти (путем внедрения регуляторных актов) могут пренебрегать рентабельностью для достижения социального эффекта. Маршруты в такой ситуации формируются интуитивно, под воздействием как рыночных (рентабельность, конкуренция), так и социальных (доступность транспорта жителям региона, комфортные безопасные перевозки и т.д.) факторов. Сформированная таким образом сеть маршрутов, оказывается далекой от «оптимальной». Существуют другие схемы распределения пассажиропотоков, которые решают задачу предоставления транспортных услуг населению более качественно, при том же

или меньшем количестве подвижного состава. Таким образом, актуальной становится задача оптимального распределения маршрутов пассажирского транспорта в регионе.

Анализ литературных источников

В [1] изложены общие принципы оценки качества существующего распределения маршрутов, однако нет, инвариантных относительно структуры транспортной системы района, рекомендаций для оптимизации маршрутной сети. Принципы системного подхода к задачам управления транспортными потоками изложены в [2]. Для районов, в которых проблемы транспортной системы очевидны, в [3] содержится описание подхода, позволяющего осуществить введение нового маршрута в существующую транспортную систему. Информация, содержащаяся в этих источниках, без существенных изменений может быть использована для анализа маршрутной сети района, так как основные выводы работ не содержат привязок к городской специфике. Общая методология, практические рекомендации к применению нейросетевых моделей, а также доказательство сходимости алгоритмов обучения содержится в [4].

Основная часть

В настоящей работе предложена методика «оптимизации» существующей схемы распределения маршрутов, т.е. на основе имеющейся сети маршрутов с помощью нейросетевого моделирования и пошаговой оптимизации строится новая, обладающая лучшими показателями эффективности, сеть. Применение нейросетевого моделирования позволяет сделать алгоритм поиска оптимальной маршрутной сети инвариантным относительно региона, а также особенностей улично-дорожной сети.

Основные показатели эффективности работы транспортной системы региона

Положим (в соответствии с критерием Парето), что один способ распределения маршрутной сети лучше другого, если:

A. По всем показателям эффективности, за исключением хотя бы одного, он не уступает другому.

B. Хотя бы одно значение из его показателей эффективности превосходит таковое у другого способа распределения маршрутной сети.

Положим следующие основные показатели эффективности работы транспортной системы:

1. Доступность для пассажиров входа в систему A - максимальное время, которое необходимо затратить $N\%$ жителей региона (N выбирается как можно ближе к 100), от момента выхода из дома до момента посадки в пассажирский автотранспорт (маршрутное такси или автобус общего режима):

$$A = \max_{n}(T_n), \tag{1}$$

здесь T_n - время, затрачиваемое на вхождение в транспортную систему n-ым жителем, при этом количество жителей в (1) составляет не менее $N\%$ общего числа жителей региона.

2. Скорость передвижения в транспортной системе B – среднее время, которое тратит пассажир на пребывание в транспортной системе (с учетом ожидания на промежуточных остановках – пересадок), до достижения пункта назначения:

$$B = \frac{\sum_{n} t_n}{K}, \tag{2}$$

здесь t_n - время, которое тратит n-ый житель на передвижение в транспортной системе, K - общее количество жителей.

Однако с практической точки зрения более удобной оказывается величина:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{n} L_i}{n}, \tag{3}$$

здесь L_i - количество находящихся одновременно в транспорте пассажиров в момент времени i. При достаточно большом n, а также равномерном выборе промежутков времени и обязательном условии того, что транспортная система обеспечивает доставку всех пассажиров, величина C полностью коррелирует с B.

3. Нагрузка пассажирского транспорта на транспортную систему региона. Оценкой этого показателя может служить величина P – средняя пассажировместимость подвижного состава, участвующего в движении в течении дня:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_i}{n}, \tag{4}$$

здесь E_i - суммарная пассажировместимость транспорта в момент i, при этом для более точной характеристики нужно брать большие значения n (брать срез значения показателя E_i в большее количество моментов времени).

Решение задачи оптимизации маршрутной сети

Предлагаемый метод основан на пошаговой оптимизации маршрутной сети с использованием нейросетевого подхода для моделирования маршрутной сети региона, пассажиропотоков и оценки эффективности сети. В настоящей работе рассматривается подход к моделированию маршрутной сети региона при помощи нейронных сетей.

В основу работы итерационного алгоритма оптимизации сети маршрутов положено представление маршрутной сети и пассажиропотоков региона в виде нескольких взаимосвязанных модулей, три из которых представляют из себя нейроподобную сеть (рис.1).

Блоки, составляющие рис.1, выполняют следующие функции:

1. «Допустимые корректировки маршрутов» - в этом блоке осуществляется генерация допустимых возмущений параметров блока «Структура маршрутной сети», а именно: в соответствии с характеристиками изменения оценки эффективности маршрутной сети (градиент, момент, матрица Гессе функции эффективности и т.д.), генерируется вектор – возмущение $\overline{W}$ - приращение весовых коэффициентов нейронной сети блока «Структура маршрутной сети». Причем $\overline{W}$ выбирается из множества возможных векторов, такой чтобы интерпретация параметров блока «Структура маршрутной сети» - имела смысл, т.е. чтобы соответствующее его параметрам распределение маршрутов было возможно реализовать.

2. «Наполнение узловых станций» - этот блок содержит обученную нейронную сеть, которая при подаче на ее вход параметров блока «Структура маршрутной сети», возвращает на выходе «реакцию населения», а именно показатели распределения наполнения узловых станций потенциальными пассажирами по времени. Для этого блока взята гибридная нейронная сеть с самоорганизацией, обученная на множестве статистических данных наполнения узловых станций рассматриваемого района.

3. «Структура маршрутной сети» - в этом блоке содержится обученная нейронная сеть, в

параметрах которой закодировано распределение маршрутов, пропускная способность каждого из них, особенности улично-дорожной сети, (количество и тип подвижного состава). Задача блока – хранить информацию о структуре маршрутной сети и преобразовывать ее к виду удобному для обработки блоками «Наполнение узловых станций» и «Оценка эффективности работы маршрутной сети». Для этого блока взята гибридная нейронная сеть с самоорганизацией, обученная на множестве статистических показателей работы системы пассажироперевозок рассматриваемого района.

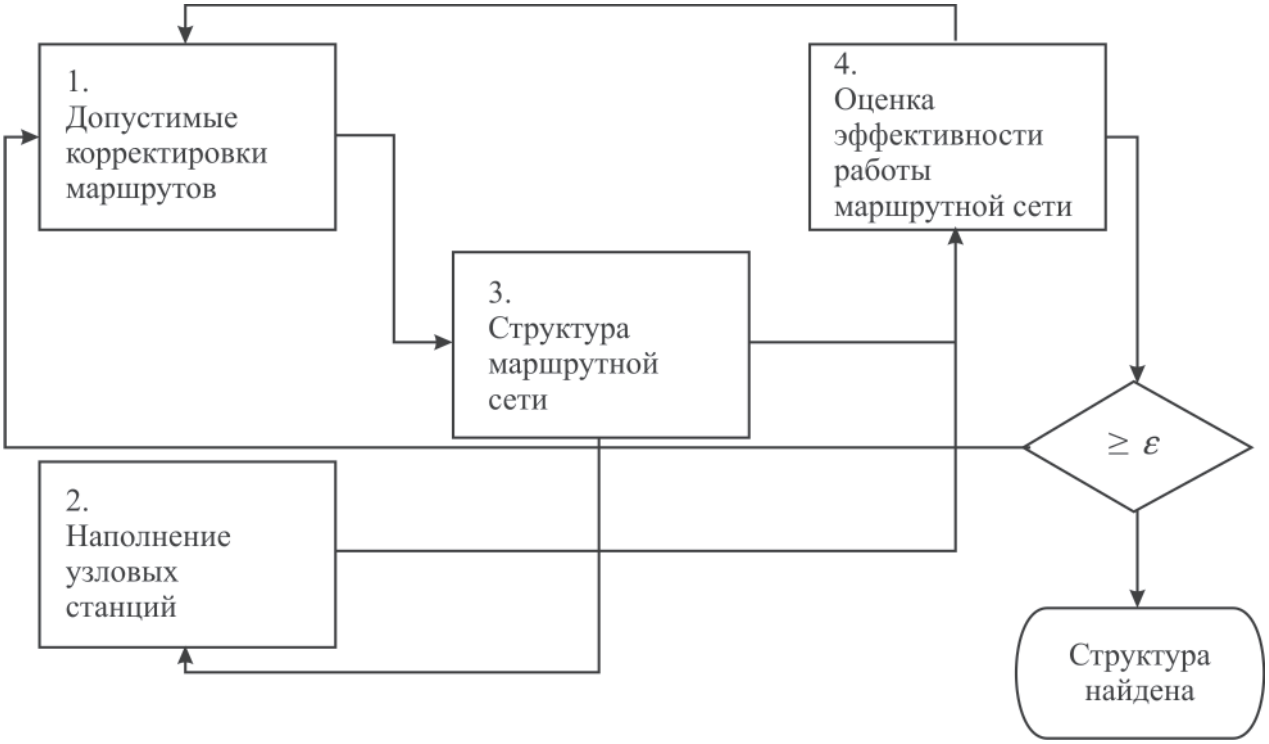


Рис. 1. Структура алгоритма оптимизации маршрутной сети

4. «Оценка эффективности работы маршрутной сети» - этот блок, равно как и два предыдущих, содержит обученную нейронную сеть. Эта гибридная нейронная сеть с самоорганизацией обучена таким образом, что, ее отклик на информацию, поступающую от блоков «Структура маршрутной сети» и «Наполнение узловых станций», - это интегрированная оценка эффективности работы маршрутной сети, в соответствии с поставленной задачей оптимизации. То есть на основе указанных выше показателей эффективности работы маршрутной сети региона и их веса (приоритета в соответствии с поставленной задачей), составляется интегрированный показатель эффективности:

$$E=a_1A+a_2C+a_3P; \tag{5}$$

$$a_1+a_2+a_3=1\,. \tag{6}$$

Выбор оценки эффективности (5), (6), позволяет компенсировать «провалы» в одних показателях за счет высоких значений других. Таким образом оказывается, что маршрутная сеть с высоким значением показателя эффективности (5) может оказаться вообще нефункциональной. Во избежание этого, не смотря на простоту работы с показателем E в виде (5), рациональным оказывается использование в работе итерационного алгоритма также фактора допустимости

D:

$$D = b_1(|A - A_0| - (A - A_0)) + b_2(|C - C_0| - (C - C_0)) + b_3(|P - P_0| - (P - P_0)); \quad (7)$$

$$b_1 + b_2 + b_3 = 1; \quad b_1, b_2, b_3 \geq 0, \quad (8)$$

здесь A_0, C_0, P_0 - минимально допустимые значения соответствующих показателей эффективности D, в форме (7), (8), равен 0, когда значения показателей эффективности нового маршрута выше предельно допустимых минимальных значений и становится больше 0 в противном случае.

Задача обучения нейронной сети (блока «Оценка эффективности работы маршрутной сети») – давать отклик равный E, при подаче на вход информации от блоков «Структура маршрутной сети» и «Наполнение узловых станций».

Работа алгоритма оптимизации маршрутной сети

Шаг 1:

В n-мерном евклидовом (скалярное произведение на пространстве показателей задается естественным образом) пространстве настраиваемых параметров блока «Структура маршрутной сети» выбирается ортонормированный базис e_i, $i = 1...n$ – из всего множества таких базисов выбирается самый очевидный:

$$e_i = \left(\underset{i-1}{0, ...0}, 1, 0, ..., 0\right). \quad (9)$$

Шаг 2:

Вдоль каждого из выбранных векторов блоком «Допустимые корректировки маршрутов», проводится допустимая корректировка маршрутов – показателей блока «Структура маршрутной сети». Итого, не более различных корректировок, число таких корректировок может быть меньше n, т. к. не все корректировки могут оказаться допустимыми.

Шаг 3:

Блок «Структура маршрутной сети» обрабатывает каждую корректировку и на выходе моделирует отклик маршрутной сети региона для блока «Оценка эффективности работы маршрутной сети», а также для блока «Наполнение узловых станций». Итого количество откликов равно количеству различных корректировок.

Шаг 4:

Блок «Наполнение узловых станций», в соответствии с информацией о изменениях маршрутной сети на входе, дает на выходе информацию – модель «реакции населения» при соответствующем состоянии маршрутной сети, а именно показатели распределения наполнения узловых станций потенциальными пассажирами по времени, для последующего анализа этих показателей модулем «Оценка эффективности работы маршрутной сети».

Шаг 5:

Блок «Оценка эффективности работы маршрутной сети» дает оценки E, D, для полученной на шаге 3 информации о параметрах построенной маршрутной сети и полученных на шаге 4 показателях наполнения узловых станций.

Шаг 6:

В блоке «Допустимые корректировки маршрутов» осуществляется анализ изменения показателя эффективности, в соответствии с поставленной задачей оптимизации (заданных

наборов $A_0, C_0, P_0, \quad b_1, b_2, b_3, \quad a_1, a_2, a_3$), а именно: на основе выделения направлений наибольшего роста E, при сохранении нулевого значения D, формируется наилучшее направление изменения показателей маршрутной сети - ∇E (градиент), вдоль этого направления производится допустимая корректировка маршрутной сети. Новый допустимый набор из n параметров маршрутной сети получается прибавлением полученного вектора – градиента к предыдущему набору значений показателей структуры маршрутной сети. Новая полученная маршрутная сеть окажется более оптимальной, чем предшествующей в смысле критерия E, D.

Шаг 7:

В случае если критерий эффективности E, D достиг желаемых значений, алгоритм останавливается, иначе возвращается на шаг 1.

Замечание:

Может оказаться, что ни в одном из ортогональных направлений e_i, $i = 1...n$, нет улучшения значений E, D. Однако это не означает, что имеющаяся сеть маршрутов оптимальна. Здесь возможно применение нескольких подходов, рассмотрим два из них, которые будут использованы в алгоритме оптимизации маршрутной сети региона:

Подход 1:

Если нет роста E при сохранении нулевого значения D, при изменении параметров маршрутной сети вдоль e_i, $i = 1...n$, то возможно, что есть рост E при нулевом D, когда параметры маршрутной сети изменяются последовательно вдоль двух векторов из множества e_i, $i = 1...n$. А именно выполняется (10):

$$\exists i, k \in [1...n]: E''_{e_i e_k} > 0; \quad D = 0. \tag{10}$$

Это означает переход от градиента E к рассмотрению матрицы Гессе путем перебора всех возможных комбинаций e_i, e_k и последовательным допустимым возмущением параметров маршрутной сети блоком «Допустимые корректировки маршрутов».

Рис.2: блок схема алгоритма оптимизации в соответствии с выше изложенными правилами:

Подход 2:

Возможно, текущий набор параметров маршрутной сети находится в локальном минимуме E. Для выхода из локального минимума введем коэффициент в возмущение параметров маршрутной сети:

$$\overline{W}_1 = \overline{W}_0 + 2^k \left|\overline{W}_{0,i}\right| e_i, \tag{11}$$

$2^k \quad k \in [0, 1, 2...]$. - коэффициент возмущения на k-ом шаге.

Использование ансамблей неронных сетей в блоке 3 (рис.1), гарантирует сходимость метода и, как следствие, возможность решения задачи оптимизации маршрутной сети с помощью нейросетевого подхода.

Выводы

В работе впервые современные технологии нейросетевого моделирования применены как основа алгоритма построения оптимальной маршрутной сети района, что делает этот алгоритм инвариантным относительно структуры транспортной системы рассматриваемого района, это позволяет применить такой алгоритм без изменения для транспортной системы и улично-дорожной сети любого района, что составляет научную новизну работы. Получаемая в результате применения алгоритма маршрутная сеть более комфортна для пассажиров, при том, что оказывает меньшую нагрузку на транспортную систему района. Такая сеть позволяет

экономить временной ресурс пассажиров, экологический ресурс, а также уменьшает затраты на перевозку, что и составляет практическую значимость работы.

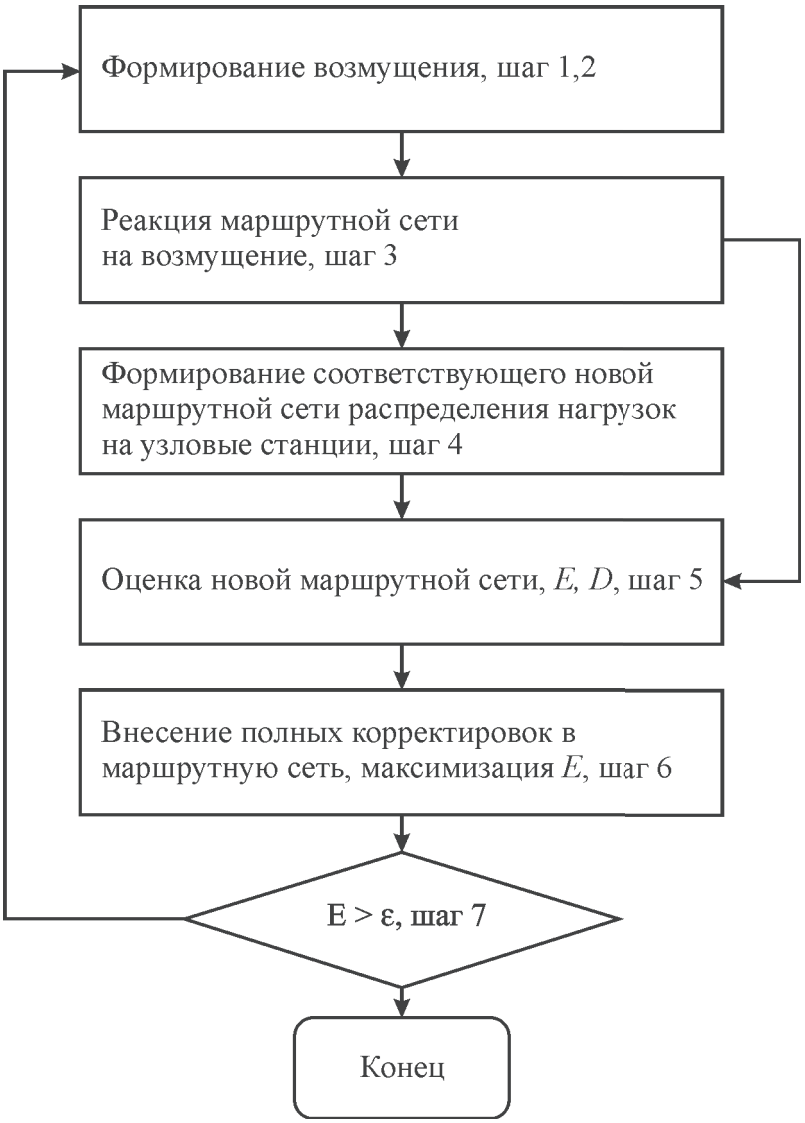


Рис. 2. Блок схема алгоритма оптимизации

Список литературы

1. Кирзнер Ю.С. Оценка качества пассажирской транспортной системы города: сопоставимость, измерение, применение //Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы IX международной (двенадцатой екатеринбургской) научно-практической конференции 16-17 июня 2003 года. – Екатеринбург, 2003. – С.31-40.

2. Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін. Системологія на транспорті. -Кн.1: Основи теорії систем і управління.- К.: Знання України, 2005.- 344 с.

3. Ваксман С.А., Головырских М.В. Информационная система общественного транспорта города. // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы IX международной (двенадцатой екатеринбургской) научно-практической конференции 16-17 июня 2003 года. – Екатеринбург, 2003. – С.79-83.

4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации – М.: Финансы и статистика. – 2004.– 344с.

Стаття надійшла до редакції 20.04.2007 р.

УДК 336.2

Т.Н. ДЕНИСЕНКО, к.э.н., Е.В.МОЛОКОЕДОВА, асс.,
Донецкий институт автомобильного транспорта

О ВЫБОРЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ И ЕЕ РОЛИ СИСТЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ

В статье рассмотрены вопросы фиксированного налога с другими система налогообложения для физических и юридических лиц. Сделан анализ достоинств и недостатков фиксированного налога.

Постановка проблемы

Каждый субъект предпринимательства стоит перед проблемой выбора формы организации своего дела, а также системы налогообложения, особенно в начале своей деятельности, когда нет практических данных, показателей для сравнения и анализа, и собственникам чаще приходится руководствоваться больше интуицией, чем расчетами и обоснованными рекомендациями.

Анализ последних исследований и публикаций

В последнее время в научных работах большое внимание уделяется выбору формы организации предпринимательства – собственнику необходимо учитывать законодательно установленные ограничения:

- без образования юридического лица могут осуществлять предпринимательскую деятельность физические лица, которые занимаются любыми не запрещенными законом видами деятельности;
- некоторые виды деятельности (финансовая, страховая, строительная и другие) требуют выдачи государственных лицензий, которые на практике обычно выдаются только юридическим лицам, имеющим соответствующее оборудование, квалификационный состав, организационный уровень и др.

Цель статьи

Цель работы: предполагает сравнение вариантов систем налогообложения и выдачи рекомендаций по их применению.

Основной раздел

Если деятельность не запрещена и на относиться к видам, которые разрешаются только юридическим лицом, вы можете стать субъектом предпринимательства – физическим лицом (СПД). После выбора такой формы организации перед вами возникает проблема выбора системы налогообложения субъектом хозяйствования.

Физическое лицо – субъект предпринимательства – может выбрать обычную или упрощенную систему налогообложения или фиксированный налог (патент).

При этом нужно учитывать следующие ограничения Закона Украины [1].

На фиксированный налог могут перейти только предприниматели осуществляющие торговлю товарами (кроме ликероводочных, табачных и запрещенных для продажи на рынках) на рынке предоставляющие услуги, сопутствующие такой торговле, при условии, что число их наемных работников не более 5 человек, а доход за последние 12 месяцев не превысил 119 тыс. грн.

На упрощенную систему не могут перейти физические лица, у которых:

- деятельность связана: с торговлей ликероводочными и табачными изделиями или горюче-смазочными материалами; с игорным бизнесом; с обменом валюты; с производством и импортом подакцизных товаров;
- число наемных работников более 10 лиц, включая членов семьи предпринимателя состоящих с ним в трудовых отношениях;
- объем выручки от реализации продукции за год превышает 500 тыс. грн.;
- вид деятельности требует приобретения специального патента.

На обычную систему может перейти любой субъект предпринимательской деятельности (СПД – физическое лицо), зарегистрированный в соответствующих органах.

Рассмотрим достоинства и недостатки каждого варианта налогообложения физических лиц.

Преимущества фиксированного налога для физических лиц:

Фиксированный налог (патент) – наиболее выгодный вариант налогообложения, поскольку имеет минимальную ставку налога (от 20 до 100 грн. в месяц). При этом верхняя граница (100 грн.) применяется лишь в том случае, если рыночная торговля ведется предпринимателем на всей территории Украины.

При переходе на фиксированный налог предприниматель освобождается от уплаты всех налогов и сборов, кроме [3]:

- рыночного сбора;
- удержаний из заработной платы наемных работников

(походного налога пенсионного и социальных взносов).

Продажа товаров и оказание сопутствующих услуг могут осуществляться без регистраторов расчетных операций (РРО) и расчетных книжек (РК), кроме продажи подакцизных товаров (исключение составляет продажа «пиво на разлив», для которой РРО и РК тоже не применятся) [4].

Предприниматель не ведет обязательный учет доходов и расходов, а значит, может иметь неограниченные доходы (!) при уплате фиксированной (к тому же минимально возможной) ставки налога.

Контроль торговых операций и проверки плательщиков фиксированного налога со стороны налоговой службы минимальны по сравнению с другими системами налогообложения, поэтому штрафы практически отсутствуют при соблюдении общих правил торговли на рынках.

К недостаткам фиксированного налога относятся вышеупомянутые ограничения по видам деятельности и числу наемных работников, а также по расположению торговых объектов (только на рынке).

Кроме того, рыночные торговцы не могут вести оптовую торговлю и обычно продают товары за наличный расчет.

Раскроем сущность упрощенной системы налогообложения физических лиц СПД.

К достоинствам упрощенной системы относятся следующие положения:

1. Упрощенная система позволяет предпринимателю уплачивать единый налог взамен большинства «обычных» налогов, в частности, он освобождается от уплаты [2]:

- НДС;
- налога на прибыль;
- налога на землю;
- социальных взносов начислений в фонд занятости (на заработную плату наемных работников), в фонд страхования от несчастных случаев на производстве, в фонд страхования от временной нетрудоспособности. При этом удержания из зарплаты наемных лиц производятся и уплачиваются в соответствующие фонды в полном объеме;
- сбора за специальное использование природных ресурсов;

- коммунального налога;
- сбора за выдачу разрешения на размещение объектов торговли (разрешение выдается бесплатно);
- взносов в фонд социальной защиты инвалидов;
- платы за патенты;
- налога на промысел;
- части начислений на зарплату наемных работников в Пенсионный фонд, равной 42 % суммы уплаченного единого налога.
- налога на доходы от предпринимательской деятельности (при этом подоходный налог из зарплаты наемных работников удерживается и уплачивается в бюджет в полном объеме).

2. Ставка единого налога для СПД фиксирована и составляет от 20 до 200 грн. в месяц в зависимости от вида деятельности. За каждого наемного работника производится доплата в размере 50 % ставки единого налога.

3. Плательщик единого налога может осуществлять продажу неподакцизных товаров, а также пива на разлив без использования РРО и РК, что дает большую выгоду для торговли.

4. Отчетность физического лица на едином налоге минимальна, т.к. в ней отсутствуют отчеты по не оплачиваемым налогам.

5. Учет единого налога достаточно простой и состоит в обязательном ведении Книги доходов и расходов.

6. Выписка первичных документов не обязательна.

7. Проверки контролирующих органов значительно сокращаются в связи с отсутствием вышеперечисленных налогов и сборов, а следовательно, минимизируется время проверок и штрафы.

К недостаткам упрощенной системы налогообложения для СПД-физических лиц можно отнести:

1. Общие ограничения по видам деятельности, числу наемных работников и объему выручки, рассмотренные выше.

2. Многие предприятия предпочитают не иметь дело с СПД-физлицами по следующим причинам:

- предприниматели не всегда могут выписать правильно все необходимые первичные документы, которые являются необходимыми для бухгалтерского и налогового учета предприятий;
- замена кассового чека другими расчетными документами при продаже за наличные средства часто вызывает недоверие как бухгалтерии предприятия, так и контролирующих органов;
- при покупке у предпринимателей товаров, работ или услуг предприятия покупатели вынуждены доказывать контролирующим органам статус продавцов - плательщиков единого налога с помощью дополнительных подтверждающих документов: копии свидетельства о переходе на единый налог, справок об уплате предпринимателем единого налога, подтверждение видов деятельности и т.д.

В случае неполучения таких документов от продавца предприятия должны перечислить в бюджет 13 % подоходного налога со всех сумм, уплаченных предпринимателю;

- отсутствие налоговых накладных при покупке товаров, работ или услуг может явиться причиной отказа предприятия осуществлять сделку с СПД, который не является плательщиком НДС: этот недостаток можно устранить путем добровольной регистрации предпринимателя плательщиком НДС, но это нивелирует половину достоинств упрощенной системы.

3. Плательщикам единого налога запрещены бартерные операции и зачеты взаимных долгов, так как все расчеты должны осуществляться только в денежной форме наличными или безналичными средствами.

Достоинствами общей системы налогообложения для СПД – физического лица является:

1. Основным достоинством общей системы является отсутствие ограничений по числу работников, объемам доходов и видам деятельности (за исключением некоторых видов, определенных законом).

2. Предприниматели, работающие на общей системе налогообложения, имеют меньше отчетности и учетных регистров, чем у предприятий, работающих на такой же системе.

3. Ставка налога с доходов СПД-физического лица составляет 13 % его совокупного чистого дохода (налогооблагаемой прибыли), что почти вдвое меньше налога на прибыль предприятия.

4. Уплата налога с доходов производится авансом поквартально в размере 25 % суммы начисленного налога за прошлый год, а для вновь зарегистрированных СПД – по оценочному принципу (т.е. практически произвольно).

Недостатки общей системы налогообложения

1. Большая трудоемкость учета по сравнению с фиксированным и единым налогом.
2. Риск начисления штрафов при проверках.
3. Обязательное применение РРО и РК.
4. Большая вероятность отказа предприятий заключать сделки с СПД из-за необходимости подтверждать перед контролирующими органами статус предпринимателя – продавца, фактическую уплату его налогов.

Выбор системы налогообложения юридических лиц.

Предприятие – юридическое лицо имеет возможность выбора одного из трех вариантов системы налогообложения:

- общая система
- упрощенная система налогообложения с платой единого налога по ставке 6 % с уплатой НДС;
- упрощенная система налогообложения уплатой единого налога по ставке 10 % и освобождением от НДС.

При выборе системы необходимо руководствоваться принципом оптимизации всех затрат предприятия, включая не только налоги, но и затраты труда на учет составление и сдачу отчетности, а также затраты на возможные штрафы, связанные с проверками контролирующих органов.

Рассмотрим возможные ограничения, достоинства и недостатки перечисленных систем налогообложения для предприятий.

Начнем с упрощенной системы, применение которой предусматривает ряд ограничений по видам деятельности, числу работающих на предприятии и объемам выручки.

В соответствии с Указом № 746 [2] и Законом № 2063 [1], плательщиками единого налога не могут быть:

- доверительные общества;
- страховые компании;
- банки;
- ломбарды;
- другие финансовые и кредитные учреждения;
- предприятия игорного бизнеса;
- пункты обмена валют;
- предприятия по изготовлению и импортированию подакцизных товаров;
- предприятия с численностью работающих свыше 50 человек (среднеучетное число за год);
- предприятия с годовым объемом выручки от реализации продукции работ или услуг более 1 млн. грн.;

- предприятия, в уставном фонде которых доля юридических лиц, которые не являются субъектами малого предпринимательства, превышает 25%.

Преимуществом предпринимательской деятельности на условиях единого налога являются:

Предприятие – плательщик единого налога освобождается от уплаты следующих налогов и сборов:

- НДС (только если выбрана ставка единого налога 10%, при ставке 6 % предприятие уплачивает НДС);
- налог на прибыль;
- плата за землю;
- сбор за специальное использование природных ресурсов;
- сбор в фонд Чернобыля;
- сбор на обязательное социальное страхование от временной нетрудоспособности;
- взносы в фонд содействие занятости населения;
- коммунальный налог;
- сбор за выдачу разрешения на размещение объектов торговли и сферы услуг;
- взносы в фонд социальной защиты инвалидов;
- плата за патент;
- часть взносов в Пенсионный фонд в размере 42 % уплаченного единого налога.

Предприятие, избравшее упрощенную систему налогообложения, относится к субъектам малого предпринимательства, потому может вести упрощенный или простой учет состоящий всего из нескольких учетных регистров, что значительно в 3 – 5 раз снижает не только трудоемкость учетных операций, но и количество ошибок в учете, а следовательно, и сумму штрафов и пеней при проверках.

Отчетность предприятия, состоящего на едином налоге, в несколько раз меньше, чем отчетность предприятий, работающих на общей системе налогообложения.

Периодичность проверок предприятий на упрощенной системе составляет раз в 3 года. Учитывая меньшее количество уплачиваемых налогов, общее число проверок уменьшается в 3 – 5 раз.

Предприятие, избравшее единый налог по ставке 6 % остается плательщиком НДС, а значит, должно вести налоговые книги учета покупок и продаж, выписывать налоговые накладные и заполнять налоговую декларацию по НДС. Этот налог, кроме трудоемкого учета, имеет множество «подводных камней», которые умело, используют налоговые инспекторы при поверках для начисления штрафов и пеней, реально увеличивающих затраты предприятия.

Предприятие, избравшее единый налог по ставке 10 %, избавлено от учета уплаты НДС, однако оно рискует лишиться некоторого числа покупателей или заказчиков, для которых получения налоговых накладных имеют решающее значение при выборе поставщика.

В таком случае предприятию приходится либо значительно снижать цены (более чем на 20 %) по сравнению с другими поставщиками аналогичных товаров или услуг, чтобы доказать выгодность своих поставок , либо выбрать ставку единого налога 6 % и стать плательщиком НДС.

При выплате дивидендов собственнику предприятие, уплачивающее единый налог должно уплатить налог по ставке 25% от общей суммы дивидендов (так называемый авансовый взнос по налогу на прибыль). Поскольку предприятие не является плательщиком налога на прибыль, этот налог не зачитывается как авансовый взнос и не уменьшает налоговые обязательства отчетного периода, а фактически является дополнительным налогом на дивиденды.

Предприятиям, которые уплачивают единый налог запрещены бартерные операции, к которым также относятся взаимозачеты задолженностей и выплаты зарплаты и дивидендов в натуральной форме.

Единый налог уплачивается со всей суммы выручки от реализации продукции, работ и услуг, поступающей в кассу и на расчетный счет, т.е начисляется на весь совокупный доход , а не на прибыль.

В связи с этим как сверхприбыльные, так и малорентабельные предприятия платят одинаковый процент единого налога от полученного дохода.

Законодатели постоянно уменьшают «привилегии» плательщиков единого налога:

- с 2004 года предприятия уплачивают взносы в Пенсионный фонд, от которых раньше они освобождены;

- предприятия вынуждены работать в состоянии нестабильности, т.к периодически возникают проекты законов об отмене единого налога, о дополнительных ограничениях по видам деятельности и.т.д.

Крупным предприятиям не всегда «приятно» работать с плательщиками единого налога – юридическими лицами, т.к. перечисленные им предоплаты не включаются в валовые расходы до момента завершения сделки, т.е до получения товаров, работ или услуг.

Выводы

Таким образом, преимущества единого налога в значительной степени нивелируются его недостатками. Однако простота учета и отчетности, а также сокращение до минимума числа «встреч» с проверяющими все же очень привлекательны и являются в большинстве случаев решающими факторами выбора упрощенной системы налогообложения.

Обычная система налогообложения. На обычной системе работают все крупные предприятия [5].

Преимущества обычной системы для юридических лиц:

- отсутствие ограничений по объемам выручки, по численности, по видам деятельности.

- начисление налога на прибыль, а не на совокупный доход от реализации, то есть наиболее справедливая форма налогообложения.

- максимальное доверие со стороны налоговых органов и партнеров по сделкам в части документального оформления хозяйственных операций.

- относительная стабильность системы и постепенное снижение ставок налогов со стороны законодательства.

Недостатки обычной системы является:

- громоздкость и высокая трудоемкость учета и отчетности .

- необходимость ведения дополнительного налогового учета

- большое количество уплачиваемых налогов и сборов.

- большое количество проверяющих инстанций.

- большая вероятность ошибок, а значит применение штрафных санкций.

У законодателей сложилось мнение, что упрощенная система значительно снижает поступления в бюджет за счет отмены части налогов для субъектов предпринимательской деятельности.

По данным книги учета операций на основании оборотов по бухгалтерским счетам за 2000 год проведен анализ фактических показателей работы малого ремонтно–строительного предприятия «Аква - пласт» - плательщика единого налога по ставке 10 %, а также расчет изменения этих показателей при выборе других вариантов налогообложения.

Таблица 1

Экономические показатели работы малого ремонтно – строительного предприятия «Аква - пласт»

тыс.грн.

№ п/п	Наименование показателей работы за 2006 год	Фактическое положение	Расчетные варианты налогообложения	
1.	Приобретение основных средств	30,7	30,7	30,7
2.	Приобретение запасов	170,4	170,4	170,4
3.	Доходы от реализации в т.ч. НДС	360,8	360,8	360,8
4.	Прочие доходы (% банка)	0,2	0,2	0,2
5.	Затраты на производство (себестоимость работ) в том числе:	285,2	289,8	298,5
	- материальные затраты	170,4	170,4	170,4
	- затраты на оплату труда рабочих	48,0	48,0	48,0
	- отчисление на социальное страхование	4,5	9,1	17,8
	- прочие операционные расходы	62,3	62,3	62,3
	- из них командировки рабочих	57,0	57,0	57,0
6.	Прочие затраты (общехозяйственные) в т.ч:	56,5	40,5	21,8
	- зарплата администрация персонала	15,9	15,9	15,9
	- отчисления на социальное АУП	1,5	3,0	5,9
	- единый налог	36,1	21,6	–
7.	Балансовая прибыль	19,3	- 29,4	- 10,4
8.	Налог на прибыль	–	–	–
9.	НДС , уплачиваемый в бюджет	–	25,7	25,7

Из приведенных данных табл.1 следует, что сумма основных налогов, уплачиваемых предприятием составит:

вариант № 1 (ЕН = 10%): 4,5 + 1,5 + 36,1 = 42,1 тыс. грн.

вариант № 2 (ЕН = 6%): 9,1 + 3,0 + 21,6 + 25, 7 = 59,4 тыс. грн.

вариант № 3 (общая сумма): 17,8 + 5,9 + 25,7 = 49,4 тыс. грн.

Наибольшая сумма налогов и сборов должна быть уплачена анализируемым предприятием при выборе варианта № 2, однако в этом случае предприятие станет убыточным.

Список литературы

1. Закон Украины «О государственной поддержке малого предпринимательства» от 19.10.2000 г. № 2063 – III. // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – №44

2. Указ Президента Украины «Об упрощенной системе налогообложения, учета и отчетности субъектов малого предпринимательства» от 28.06.1999 г. № 746 / 99 // Бюллетень «Право и практика». – 2003. – №36

3. Закон Украины « О налоге с доходов физических лиц» от 22.05.2003 г. № 889 – IV. // Бюллетень «Право и практика». – 1997. – №15

4. Инструкция о налогообложении доходов физических лиц от занятия предпринимательской деятельностью, утвержденная приказом ГГНИУ от 21.04.97г. № 12.

5. О системе налогообложения: Закон Украины № 1251 – 12 от 25.06.1991г. // Відомості Верховної Ради України. – 1991. – №34

Стаття надійшла до редакції 16.04.2007 р.

АВТОРИ НОМЕРУ

1. В.Г. Вербицький, Донецький інститут автомобільного транспорту
2. Т.Н. Денисенко, Донецький інститут автомобільного транспорту
3. В.М. Дугельний, Автодорожній інститут Донецького національного технічного університету
4. А.В. Костенко, Донецький інститут автомобільного транспорту
5. О.О. Криводубський, Донецький інститут автомобільного транспорту
6. А.В. Куплінов, Донецький інститут автомобільного транспорту
7. В.А. Макаров, Донецький інститут автомобільного транспорту
8. Є.В. Молокоєдова, Донецький інститут автомобільного транспорту
9. С.М. Селякова, Донецький державний інститут штучного інтелекту
10. М.Н. Яхимович, Донецький інститут автомобільного транспорту

ПРАВИЛА ПОДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

1. Для публікування в журналі «Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту» приймаються неопубліковані раніше наукові статті в галузі транспорту і двигунів внутрішнього згоряння; проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг; надійності і довговічності механізмів і машин; транспортних технологій; економіки транспорту.

Для публікації наукової статті в редакцію необхідно представити наступні документи:

- **код УДК** (універсальний десятичний класифікатор);
- **анотацію** українською, російською та англійською мовами;
- **експертний висновок** про можливість відкритого публікування;
- **витяг із протоколу** засідання кафедри про дозвіл відкритого публікування статті;
- **завірену рецензію** доктора наук;
- **відомості про автора (-ів)** (прізвище, ім'я та по-батькові, вчений ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, службовий або домашній телефон, адреса або e-mail).

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 сумуються основні результати, які були одержані автором (-ами).

Стаття подається у 2-х варіантах – у друкованому вигляді на папері формату А4 (2 пр., з нумерацією сторінок) та електронному (на дискеті 3,5 дюйми).

В журналі друкуються статті українською, російською та англійською мовами.

Вимоги до рукописів

1. **Ініціали та прізвища автора (-ів),** назву статті необхідно представити українською, російською та англійською мовами.

2. **Основні елементи статті** розміщуються у наступній послідовності: код УДК; ініціали та прізвища авторів; повна назва організації, в якій виконані дослідження; назва статті; анотація мовою оригіналу (не більш 80 слів, ширина строки 130 мм).

3. **Обсяг** наукової статті 5-10 сторінок тексту, які включають таблиці, ілюстрації (4 рисунки прирівнюються 1 сторінці), перелік літератури. Обзорні статті – до 12 сторінок, інформаційні та рекламні – не більш 1 сторінки.

4. **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 Cyr., розмір – 12 пунктів;
- весь текст повинен бути набраний стилем «Звичайний» (Normal);
- перша строка – відступ 7,5 мм;
- міжстрочний інтервал – 1,5;
- вирівнювання – на ширину сторінки.

5. **Перелік літератури** виконується згідно ГОСТу 7.1-84 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления» та в порядку посилання.

6. **Таблиця** повинна мати тематичну назву та порядковий номер (без знаку №), на який дається посилання у тексті.

7. **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). Підрисуночні підписи з номером рисунка, пишуться на окремому папері.

Кольорові та фонові рисунки не допускаються.

8. **Формули, терміни, одиниці виміру:**

Усі формули повинні бути набрані у редакторі формул **Microsoft Equation 2.0, 3.0.** В 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.

Статті, які не відповідають вимогам, повертаються авторам для доробки