ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

ВІСНИК ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

VÌSNIK DONEC′KOÏ AKADEMÌÏ AVTOMOBÌL′NOGO TRANSPORTU

№4
2017

Науковий журнал

Транспортні технології

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Надійність і довговічність механізмів машин

Проектування, будівництво та експлуатація автомобільних доріг

Виходить 4 рази на рік

Видається з січня 2004 року

Донецьк
2017

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Засновник:
ДОНЕЦЬКА АКАДЕМІЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛУ Енглезі І.П., ректор Академії, к.т.н., доцент

ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА Сунцов М.В., д.х.н., професор

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР Бєлов Ю.В., к.т.н., доцент

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:
Алексанров В.Д., Балабін І.В. (Російська Федерація), Бєлов Ю.В., Бєлоусов В.В., Братчун В.І., Власов В.М. (Російська Федерація), Гасанов Б.Г. (Російська Федерація), Доля А.Г., Зирянов В.В. (Російська Федерація), Кондрахін В.П., Макаров В.А. (Республіка Білорусь), Мєльнікова О.П., Міротін Л.Б. (Російська Федерація), Міщенко М.І., Паламарчук М.В., Пєнчук В.О., Сіл'янов В.В. (Російська Федерація), Солнцев О.О. (Російська Федерація), Чєпцов М.М., Шамота В.П., Шатров М.Г. (Російська Федерація)

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії автомобільного транспорту Протокол № 4 від 21.12.2017 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію: серія КВ № 15 936-4408 ПР від 02.12.2009 р., видане Міністерством юстиції України.

Видання зареєстровано і обробляється в міжнародних наукометричних системах РІНЦ (Російська Федерація), «Index Copernicus» (Польща), «Google Scholar».
Електронна версія видання надається у вільний доступ на власному сайті журналу «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту», на платформі Наукової електронної бібліотеки eLibrary.ru та на сайті Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського.
Видання відображається у реферативній базі даних «Україніка наукова».
У журнал увійшли статті співробітників, магістрантів, аспірантів та докторантів Донецької академії автомобільного транспорту та інших навчальних закладів

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

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу

Видавець: ПП «Рекламно-видавнича фірма «Молнія»
Адреса: вул. Октября, 22 а, м. Донецьк, 83030

Адреса засновника та редакції: пр. Дзержинського, 7, м. Донецьк, 83086
тел.: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua;
сайт журналу: http://journal.diat.edu.ua/

Видання публікується з 2004 р.:
2004-2009 рр. – Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту
з 2009 р. – Вісник Донецької академії автомобільного транспорту

© Вісник Донецької академії автомобільного транспорту, 2017

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

ВЕСТНИК ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

VESTNIK DONECKOJ AKADEMII AVTOMOBIL′NOGO TRANSPORTA

№4
2017

Научный журнал

Транспортные технологии

Транспорт и двигатели внутреннего сгорания

Надежность и долговечность механизмов машин

Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог

Выходит 4 раза в год

Издается с января 2004 года

Донецк
2017

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Учредитель:
ДОНЕЦКАЯ АКАДЕМИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛА Энглези И.П., ректор Академии, к.т.н., доцент

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Сунцов Н.В., д.х.н., профессор

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ Белов Ю.В., к.т.н., доцент

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:
Александров В.Д., Балабин И.В. (Российская Федерация), Белов Ю.В., Белоусов В.В., Братчун В.И., Власов В.М. (Российская Федерация), Гасанов Б.Г. (Российская Федерация), Доля А.Г., Зырянов В.В. (Российская Федерация), Кондрахин В.П., Макаров В.А. (Республика Беларусь), Мельникова Е.П., Миротин Л.Б. (Российская Федерация), Мищенко Н.И., Паламарчук Н.В., Пенчук В.А., Сильянов В.В. (Российская Федерация), Солнцев А.А. (Российская Федерация), Чепцов М.Н., Шамота В.П., Шатров М.Г. (Российская Федерация)

Рекомендовано к печати ученым советом Донецкой академии автомобильного транспорта Протокол № 4 от 21.12.2017 г.

Свидетельство о государственной регистрации: серия КВ № 15 936-4408 ПР от 02.12.2009 г., выдано Министерством юстиции Украины.
Издание зарегистрировано и обрабатывается в международных наукометрических системах РИНЦ (Российская Федерация), «Index Copernicus» (Польша), «Google Scholar».
Электронная версия издания предоставляется в свободный доступ на собственном сайте журнала «Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта», на платформе Научной электронной библиотеки eLibrary.ru и на сайте Национальной библиотеки Украины имени В.И. Вернадского.
Издание отображается в реферативной базе данных «Українiка наукова».

В журнал вошли статьи сотрудников, магистрантов, аспирантов и докторантов Донецкой академии автомобильного транспорта и других учебных заведений

За достоверность фактов, цифр, точность имен и фамилий несут ответственность авторы статей.

Материалы номера печатаются на языке оригинала

Издатель: ЧП «Рекламно-издательская фирма «Молния»
Адрес: ул. Октября, 22 а, г. Донецк, 83030

Адрес учредителя и редакции: пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086
тел.: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua;
сайт журнала: http://journal.diat.edu.ua/

Издание публикуется с 2004 г.:
2004-2009 гг. – Вестник Донецкого института автомобильного транспорта
с 2009 г. – Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта

© Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта, 2017

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

BULLETIN OF THE DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

№4
2017

Scientific journal

Transport technology

Transport and internal combustion engines

Reliability and durability machines mechanisms

Design, construction and operation of roads

Published every three months

Founded in January 2004

Donetsk
2017

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Founder:
DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

EDITOR-IN-CHIEF Englezi I.P., Rector of the Academy, Candidate of Engineering Sciences, Docent

DEPUTY CHIEF EDITOR Suntsov M.V., Doctor of Chemical Sciences, professor

EXECUTIVE SECRETARY Belov Y.V., Candidate of Engineering Sciences, Docent

EDITORIAL BOARD MEMBERS:
Aleksandrov V.D., Balabin I.V. (Russian Federation), Belov Y.V., Belousov V.V., Bratchun V.I., Vlasov V.M. (Russian Federation), Gasanov B.G. (Russian Federation), Dolya A.G., Zyryanov V.V. (Russian Federation), Kondrahin V.P., Makarov V.A.(Republic of Belarus), Melnikova O.P., Mirotin L.B. (Russian Federation), Mishchenko N.I., Palamarchuk N.V., Penchuk V.A., Silyanov V.V. (Russian Federation), Solntsev A.A. (Russian Federation), Cheptsov M.M., Shamota V.P., Shatrov M.G. (Russian Federation)

Recommended for publication by the Academic Council of Donetsk Academy of Automobile Transport
Protocol number 4 of 21.12.2017

State registration certificate: series number KV №15 936-4408 PR from 02.12.2009, Issued by the Ministry of Justice Ukraine
Magazine is registered and processed in the international scientometric systems RINTS (Russian Federation), «Index Copernicus» (Poland), "Google Scholar».
The electronic version of of edition is provided free access to their own online journal "Bulletin of Donetsk Academy of Automobile Transport" on the platform of the Scientific Electronic Library Online eLibrary.ru and the National Library of Ukraine named after V.I. Vernadsky.
The publication appears in a summary database "Ukrainika science."

The magazine includes articles staff, undergraduates, postgraduates and doctoral Donetsk Academy of Automobile Transport and other educational institutions.

The reliability of the facts, numbers accuracy of the names are responsible the authors papers.

Materials of number are printed by the language of original

Publisher: PE "Advertising and Publishing Company" Molniya "
Address: Str. Oktyabrya, 22 a, Donetsk, 83030

Address founder and editorial: ave. Dzerzhinskoho, 7, Donetsk, 83086
Tel .: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua;
Website Magazine: http://journal.diat.edu.ua/

Edition is being published since 2004:
2004-2009 – Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту
since 2009 – Вісник Донецької академії автомобільного транспорту

© Bulletin of the Donetsk academy of automobile transport, 2017

ЗМІСТ

Транспортні технології

Бєлов Ю.В., Науменко А.В., Яблуновська І.А. **Удосконалення організації дорожнього руху міського пасажирського транспорту м. Донецька на основі концепції інтелектуальної транспортної системи (ITS)** 10

Бобешко А.С., Кущенко Л.Є., Кущенко С.В., Новіков І.О. **Аналіз підготовки водіїв транспортних засобів в різних країнах** 15

Володарець М.В., Масленікова Г.Г. **До питання імітаційного моделювання транспортних систем** 21

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Семернін О.М., Аязбай М.Д., Тукусбаєв Б.А., Серікбаєв Е.Н. **Аналіз впливу експлуатаційних показників на техніко-економічні характеристики двигунів автомобілів** 29

Прилепський Ю.В., Маренич А.С., Ткачов А.С. **Вибір датчиків для вібродиагностики автомобільних двигунів внутрішнього згорання** 37

Міхайлов Д.С. **Пропозиції щодо поліпшення існуючої технології роботи станції Н з несправними вагонами** 46

Юргіна О.П., Пісарєва І.Н. **Взаємозв'язок станції і локомотивного депо при роботі корпоративним парком локомотивів** 53

Надійність і довговічність механізмів машин

Шкільов Д.А., Семикіна А.С., Загородній М.А. **Підвищення надійності вакуумного підсилювача гальм на основі проведеного трібоаналізу** 53

Правила подання та оформлення статей 65

Порядок рецензування статей 67

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

СОДЕРЖАНИЕ

Транспортные технологии

Белов Ю.В., Науменко А.В., Яблуновская И.А. **Совершенствование организации дорожного движения городского пассажирского транспорта г. Донецка на основе концепции интеллектуальной транспортной системы (ITS)** 10

Бобешко А.С., Кущенко Л.Е., Кущенко С.В., Новиков И.А. **Анализ подготовки водителей транспортных средств в разных странах** 15

Володарец Н.В., Масленикова А.Г. **К вопросу имитационного моделирования транспортных систем** 21

Транспорт и двигатели внутреннего сгорания

Семернин А.Н., Аязбай М.Д., Тукусбаев Б.А., Серикбаев Е.Н. **Анализ влияния эксплуатационных показателей на технико-экономические характеристики двигателей автомобилей** 29

Прилепский Ю.В., Маренич А.С., Ткачев С.А. **Выбор датчиков для вибродиагностики автомобильных двигателей внутреннего сгорания** 37

Михайлов Д.С. **Предложения по улучшению существующей технологии работы станции Н с неисправными вагонами** 46

Югрина О.П., Писарева И.Н. **Взаимосвязь станции и локомотивного депо при работе корпоративным парком локомотивов** 53

Надежность и долговечность механизмов машин

Шкилев Д.А., Семыкина А.С., Загородний Н.А. **Повышение надежности вакуумного усилителя тормозов на основе проведенного трибоанализа** 60

Правила представления и оформления статей 65

Порядок рецензирования статей 67

CONTENTS

Transport technology

Belov Yu., Naumenko A., Yablunovskaya I. **Improvement of traffic organization of municipal passenger transport in Donetsk on the basis of the concept of intelligent transport systems (ITS)** 10

Bobeshko A.S., Kushchenko L.E., Kushchenko S.V., Novikov I.A. **Analysis of training of vehicle drivers in different countries** 15

Volodares M.V., Maslenikova A.G. **To the question of imitation modeling of transport systems** 21

Transport and internal combustion engines

Semernin A.N, Ayazbai M.D, Tukusbaev B.A, Serikbaev Ye.N. **Analysis of the impact of performance indicators on the technical and economic characteristics of cars** 29

Prilepskii Yu.V., Marenich A.S., Tkachev A.S. **Selection of sensors for vibrodiagnostics of automotive internal combustion engines** 37

Mihailov D.S. **Proposals for improving the existing technology of the station with the bad-order wagons** 46

Yugrina O.P., Pisareva I.N. **Correlation between the station and the locomotive depot during work of the corporate fleet of locomotives** 53

Reliability and durability machines mechanisms

Shkilev D.A., Semykina A.S., Zagorodnii N.A. **Increasing the reliability of a vacuum brake amplifier based on a triboanalysis** 60

Submission rules and guidelines 65

The order of reviewing articles 67

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

УДК 629.113 (071)

БЕЛОВ Ю.В., к.т.н., доцент Донецкая академия транспорта, г. Донецк
НАУМЕНКО А.В., начальник отдела транспорта, администрация г. Донецка
ЯБЛУНОВСКАЯ И.А., ст.преподаватель, Донецкая академия транспорта, г. Донецк

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА Г. ДОНЕЦКА НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ (ITS)

Рассмотрена возможность совершенствования работы городского пассажирского транспорта с использованием Автоматизированной системы управления транспортом, построенной на основе концептуальной модели Интеллектуальной транспортной системы (ITS).
Ключевые слова: *городской пассажирский транспорт, время движения, экспресс, маршрутная сеть*

Постановка задачи

При построении современных систем управления транспортом в крупных городах мира используется **концептуальная модель ITS** (Intelligent Traffic Systems). При этом в состав **Автоматизированной системы управления транспортом** (АСУТ) может входить несколько отдельных подсистем, каждая из которых решает определенную задачу [1].

Каждая подсистема может функционировать автономно и независимо, используя при необходимости информацию от других подсистем по информационным каналам системы обмена данными [2]. Общая эффективность АСУТ будет определяться количеством подсистем, качеством работы каждой из них и характером их взаимодействия.

В современных условиях для крупных и крупнейших городов при организации работы городского пассажирского транспорта (ГПТ) наиболее актуальным является сокращение времени доставки пассажиров. Для решение этой проблемы могут быть использованы различные способы и методы управления, как в целом транспортными потоками, так и отдельными маршрутными транспортными средствами. Первый из них - введение на маршрутах ГПТ режима движения «экспресс», позволяющего сократить количество промежуточных остановок и, как следствие, сократить время движения пассажиров на маршрутах повышенной протяженности. Второе направление - совершенствование Автоматизированной системы управления дорожным движением (АСУДД) – одной из важнейших подсистем АСУТ, обеспечивающей сокращение транспортных задержек на пересечениях основных магистралей по маршруту движения. Третьим способом сокращения затрат времени на перемещение является создание приоритета движения маршрутных транспортных средств, выделение для них обособленных полос движения.

Использование при создании АСУДД современной концепции развития систем управления транспортом на основе ITS позволяет расширить ее функциональность за счет включения дополнительных подсистем, в качестве одной из которых может использоваться Подсистема приоритетного проезда пересечений ГПТ [3]. Приоритет маршрутного транспорта в этом случае может обеспечиваться корректировкой продолжительности фаз светофоров, при обнаружении этого транспорта на подходе к перекрестку, а реализация может достигаться за счет взаимодействия Автоматизированной системы управления дорожным движением (АСУДД) и Автоматизированной системы диспетчерского управления городским пассажирским транспортом (АСДУТ).

Анализ последних исследований

Для г. Донецка при организации работы ГПТ необходимо учитывать следующие обстоятельства:

1. Транспортная сеть не имеет магистралей непрерывного движения, координация движения осуществляется только по двум магистралям – ул. Артема и ул. Университетской.

2. Из 200 светофорных объектов только 42 включены в систему координации, большинство светофоров работают как локальные объекты, сбивая ритм транспортных потоков.

3. На улично-дорожной сети (УДС) города по основным направлениям движения транспорта не развита система параллельно расположенных магистралей, позволяющих перераспределять транспортные потоки. Исключение составляет движение в восточном направлении по магистралям пр. Мира – бул. Шевченко – пр. Ильича, однако транспортные потоки этих магистралей в конечном итоге сводятся в один поток на путепроводе «мотель».

4. Высокие уровни загрузки основных магистралей в часы «пик» (0,6-0,7), что не позволяет выделять обособленные полосы для движения ГПТ без проведения работ по уширению проезжей части магистралей.

В этих условиях роль АСУТ резко возрастает, а качество и степень эффективности ее работы зависит от правильности постановки задачи и учета особенностей транспортной сети.

Анализ полученных результатов

На основных наиболее протяженных автобусных маршрутах нами предлагается ввести режим движения «экспресс», существенно сократив количество остановок на маршруте, и, как следствие, сократить время движения. Также предлагается реализовать приоритетное право движения этих транспортных средств на пересечениях основных магистралей города. Эта задача может быть решена в рамках АСУТ в результате взаимодействия и обмена информацией между подсистемами АСДУТ и АСУДД. При этом для подсистемы АСДУТ необходимо реализовать мониторинг подвижного состава ГПТ в режиме on line с использованием ГЛОНАС/GPS. На карте города в диспетчерской АСУТ наносятся геозоны размерами 50-100 метров на подходах к светофорным объектам, размещенным по маршруту движения. Вход в геозону транспортного средства, работающего в режиме «экспресс» фиксируется подсистемой АСДУТ. Информация автоматически передается в подсистему АСУДД, которая обеспечивает переключение светофорного объекта и проезд перекрестка данным транспортным средством на зеленый свет (рис. 1). В современных условиях организация мониторинга транспортных средств не требует существенных расходов на ее реализацию.

Нами проведена предварительная оценка возможности реализации данного подхода для условий г. Донецка. Так, для автобусного маршрута № 42 «АС Трудовская – АС Центр» г. Донецка при реализации данного подхода и его переводе в режим «экспресс», можно обеспечить безостановочное движение через 19 перекрестков, оборудованных светофорными объектами. При работе в режим «экспресс» предлагается также на данном маршруте сократить общее количество остановок с 27 до 9, что позволит существенно сократить время доставки пассажиров. Эти мероприятия позволят сократить время движения на 28 минут по сравнению с существующим графиком (табл. 1).

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

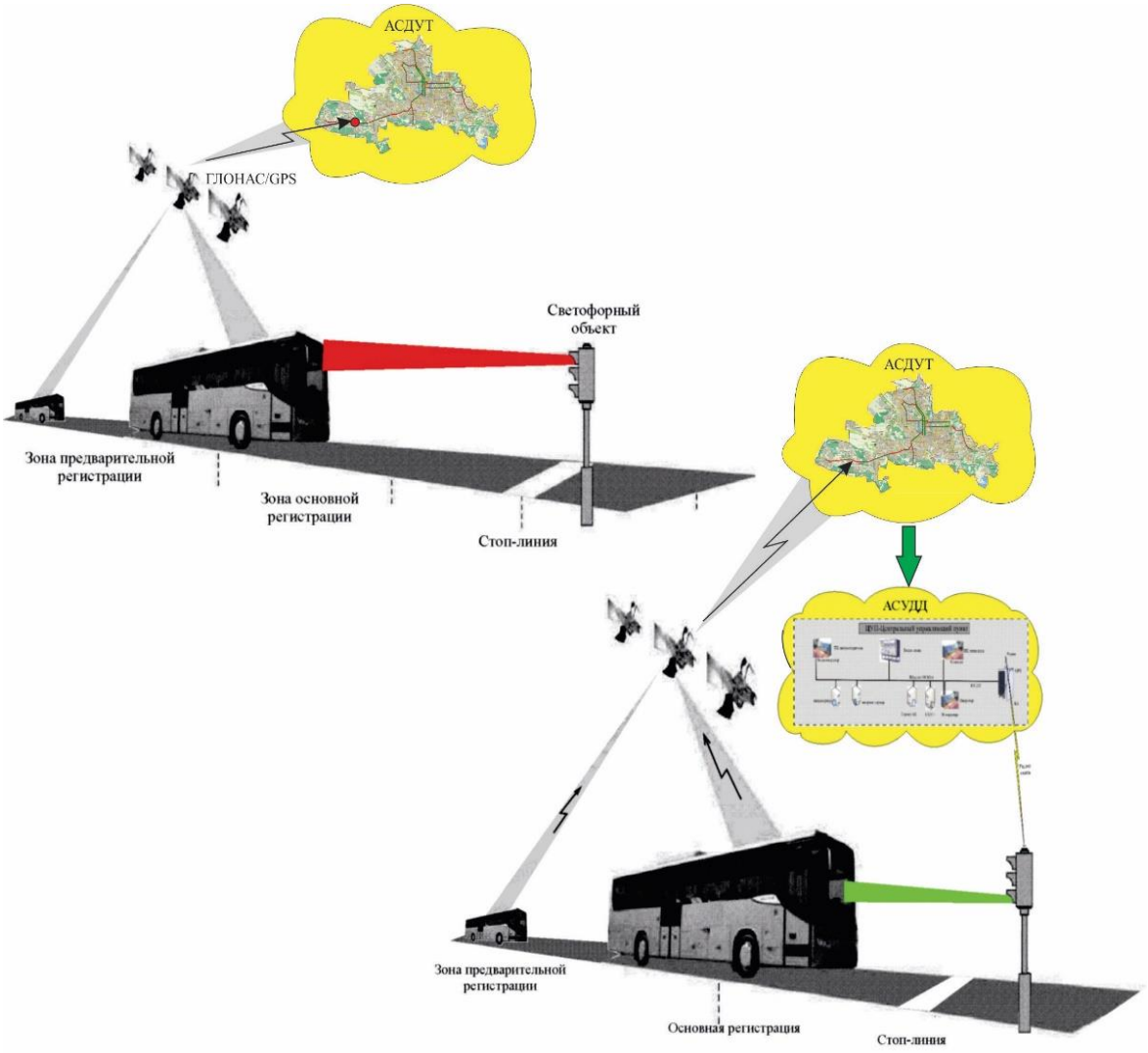


Рис. 1. Взаимодействие подсистем АСДУТ и АСУДД при организации работы ГПТ

Таблица 1

Количественные показатели маршрута №42 в обычном режиме и режиме «экспресс»

Наименование показателей	Показатели для режимов	
	обычный	«экспресс»
Протяженность маршрута, км	22,9	
Количество перекрестков на маршруте, ед	56	
в том числе со светофорными объектами	19	
Эксплуатационная скорость, км/час	19,7	32,7
Техническая скорость, км/час	29,4	41,6
Количество остановок, ед	27	9
Продолжительность движения между конечными пунктами на маршруте	1ч 10мин	42 мин

Анализ маршрутной сети ГПТ г. Донецка позволяет предложить внедрение режима «экспресс» для 16 маршрутов автобусов. В этом случае необходимо провести работы по согласованию работы 111 светофорных объектов (рис.2). Это позволит также сократить время движения на 7-ми троллейбусных маршрутах, конфигурация которых частично или полностью совпадает с основными магистралями города и размещенными на них светофорными объектами.

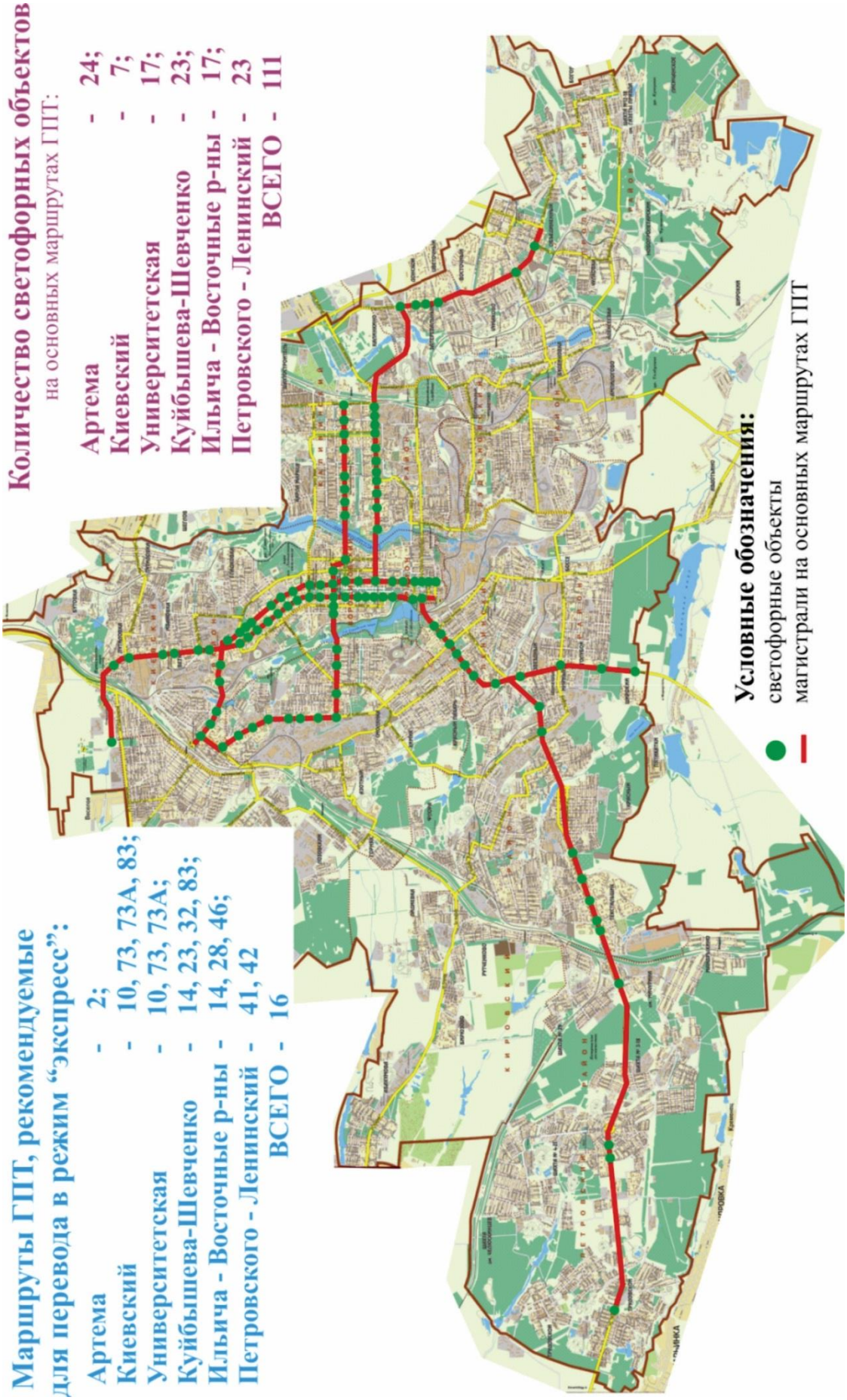


Рис. 2. Предлагаемая схема реализации режима «экспресс» и совершенствования АСУДД для г. Донецка.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Выводы

В условиях возрастающего уровня автомобилизации сокращение времени на передвижения от мест проживания до мест приложения труда с использованием ГПТ может достигаться за счет качественного взаимодействия подсистем АСДУТ и АСУДД. Создание вышеописанного взаимодействия в системе АСУТ будет способствовать повышению качества городских пассажирских перевозок и совершенствованию организации дорожного движения в г. Донецке и позволит повысить среднюю скорость движения на основных магистралях ГПТ на 40-50%, уменьшить задержки и неритмичность движения общественного транспорта на 25-35%.

Список литературы

1. Хаханов В.И., Энглези И.П., и др. Облачная инфраструктура мониторинга и управления дорожным движением // Радіоелектронні і комп'ютерні системі. – Харьков: ХНУРЭ, 2013, №5(64). – с. 106 – 111.

2. Белов Ю.В., Полетайкин А.Н. Интеллектуальные средства и технологии инфраструктуры городского дорожного движения // Автомобильный транспорт. – Харьков: ХНАДУ, 2014, №35 – с.13-21.

3. Белов Ю.В., Полетайкин А.Н. Совершенствование системы управления транспортом на основе концепции интеллектуальной транспортной системы // Вісник ДААТ. – Донецк: ДААТ, 2015, №2 – с.4-9 .

Бєлов Ю.В., Науменко А.В., Яблуновська І.А. Удосконалення організації дорожнього руху міського пасажирського транспорту м. Донецька на основі концепції інтелектуальної транспортної системи (ITS)

Анотація. *Розглянута можливість удосконалення роботи міського пасажирського транспорту з використанням Автоматизованої системи управління транспортом, яка побудована на основі концептуальної моделі Інтелектуальної транспортної системи (ITS).*

Ключові слова: *міський пасажирський транспорт, час руху, експрес, маршрутна мережа*

Belov Yu., Naumenko A., Yablunovskaya I. Improvement of traffic organization of municipal passenger transport in Donetsk on the basis of the concept of intelligent transport systems (ITS)

Abstract. *The possibility of improving the work of urban passenger transport using an Automated transport management system, built on the basis of the conceptual model of the Intelligent transport system (ITS).*

Keywords: *urban passenger transport, travel time, Express, route network*

Стаття надійшла до редакції 20.10.2017 р.

УДК 342.5

БОБЕШКО А.С., магистрант; КУЩЕНКО Л.Е., к.т.н.;
КУЩЕНКО С.В., к.т.н.; НОВИКОВ И.А., к.т.н., доцент;
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
г. Белгород, Российская Федерация

АНАЛИЗ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РАЗНЫХ СТРАНАХ

В статье рассмотрены история и анализ вопроса подготовки водителей, их допуска к управлению транспортными средствами. Тенденции современного развития общества, экономики, техники качественно изменяют дорожное движение и требуют постоянного совершенствования уровня подготовки водителей, их нацеленности на безопасное вождение транспортного средства. Необходима разработка современных превентивных технологий и внедрения эффективных программ подготовки водителей с целью снижения дорожно-транспортных происшествий и их последствий.
Ключевые слова: *подготовка водителей, безопасность дорожного движения, аварийность, транспортное средство.*

Постановка задачи

Аварийность на автомобильном транспорте наносит огромный материальный и моральный ущерб как обществу в целом, так и отдельным гражданам. «Дорожно-транспортный травматизм приводит к исключению из сферы производства людей трудоспособного возраста. Гибнут и становятся инвалидами дети. Ежедневно в РФ в результате дорожно-транспортного происшествия (ДТП) погибают и получают ранения свыше 275 человек. Эти обстоятельства во всех странах мира приводят к повышенному интересу обеспечения безопасности участников дорожного движения» и к вопросам совершенствования подготовки водителей [1].

В настоящее время в России осуществляется реализация Федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах», целью которой является сокращение смертности от ДТП к 2020 г. на 8 тыс. человек (28,82 %) по сравнению с 2012 г. В Программе сформулирован и определен ряд задач, одна из которых — повышение требований к подготовке водителей на получение права на управление транспортными средствами (ТС) и требований к автошколам, осуществляющим такую подготовку.

Основная часть

Анализ вопроса подготовки водителей и их допуска к управлению ТС свидетельствует о том, что органы государственной власти всегда стремились к упорядочению процесса автомобилизации общества и обеспечению безопасности дорожного движения (БДД).

Первыми в мире водительскими правами стала «справка о способности управлять транспортным средством с механическим мотором», врученная префектом полиции Парижа Луи Лепином 14 августа 1893 г. одному французскому автомобилисту. Тогда подобные справки выдавались без каких-либо экзаменов, для их получения кандидат был должен лишь продемонстрировать умение управлять собственным автомобилем.

В России история автомобиля, как и история происхождения «водительского удостоверения», насчитывает почти 120 лет. С появлением первых автомобилей в городах Российской империи власти сразу же озаботились разработкой правил дорожного движения (ПДД). Уже 11 сентября 1896 г. министр путей сообщения подписал постановление «О порядке и услови-

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

ях перевозки тяжестей и пассажиров по шоссе ведомства Путей сообщения в самодвижущихся экипажах».

На основе этого документа 25 июня 1900 г. городская Дума Санкт-Петербурга утвердила обязательное постановление «О порядке пассажирского и грузового движения по городу Санкт-Петербургу на автомобилях». Постановлением вводился ряд требований, обязательных к исполнению (медицинское освидетельствование водителей; ежегодный технический осмотр автомобилей и др.). Вождение автомобиля разрешалось с 17 лет, а управление общественным транспортом (омнибусами) — с 21 года. Вводилось ограничение скорости передвижения по улицам города — 12 верст в час (приблизительно 13 км/ч).

В октябре 1909 г. Россия в числе 12 государств подписала Международную конвенцию Парижской конференции по урегулированию автомобильного движения, которая выработала «Общие правила езды по дорогам на автомобилях». Конвенцией вводился возрастной ценз на управление автомобилем — 18 лет, регулировались правила обгона, проезда перекрестков и т. д. В 1911 г. в России вступают в силу правила «О безопасности движения по улицам», регулирующие взаимоотношения участников движения и полиции.

Первые курсы водителей открыл в 1908 г. А. М. Фокин, известный спортсмен, владелец крупного магазина по продаже автомобилей и гаража при нем. На курсах обучали не только вождению автомобиля, но и ремонту. В 1909 г. эти курсы были закрыты. В 1910 г. при первых Санкт-Петербургских политехнических курсах была открыта школа шоферов «Аутотехникум». Школа была организована по образцу подобных заведений Германии. Прием в школу осуществлялся с 17 лет, проводились ежедневные теоретические и практические занятия. Обучение было платное и длилось от 2 до 5 месяцев. К 1917 г. в Санкт-Петербурге действовало 6 автомобильных школ и курсов.

В 1909 г. Россия присоединилась к международной «Конвенции о передвижении автомобилей». На всей территории России была введена принятая за рубежом форма водительского документа.

В 1923 г. Совет Народных Комиссаров утвердил «Свидетельство на право управления экипажем», которое имело три категории. С 1936 г. «водительские удостоверения», которые имели новое название — «Удостоверение шофера» и единую форму, стали выдавать органы внутренних дел (ОВД). С увеличением автомобильного транспорта разных видов увеличилось количество ДТП, в том числе по вине водителей, что повлекло за собой новые законодательные меры. В 1956 г. Постановлением Совета Министров РСФСР № 382 от 24 мая 1956 года Госавтоинспекции Управления милиции МВД РСФСР предоставлено право лишать водительского удостоверения сроком до 1 года.

В Положении о порядке присвоения квалификации водителя автомототранспорта и городского электротранспорта от 6 июля 1964 г. № 840 в п. 2 устанавливаются следующие категории водителей: автомобиля, мотоцикла, мотоколяски, мопеда, трамвая, троллейбуса. Также в п. 2 Положения сказано, что водитель может быть профессионалом или любителем. В зависимости от теоретических знаний, практических навыков вождения и стажа работы водители (профессионалы) могли иметь квалификацию:

– водитель автомобиля третьего (3) класса;

– водитель автомобиля второго (2) класса;

– водитель автомобиля первого (1) класса [1,3].

В 1968 г. СССР присоединился к Международной Венской конвенции о дорожном движении, а в 1971 г., конвенция была дополнена в Женеве, и в стране впервые появилось международное водительское удостоверение. С 70-х гг. появляется пять категорий водительских прав, каждая из которых обозначала право на управление определенным видом ТС.

Обучение водителей осуществлялось в соответствии с Единой программой подготовки водителей автомобилей первого, второго и третьего классов, а также Положением «О порядке подготовки и повышения квалификации водителей автомобилей».

В настоящее время в соответствии со ст. 26 Федерального закона от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» (с изменениями и дополнениями) самый ранний возраст получения водительских прав — 16 лет для категории «М» и подкатегории «А1». Права категорий «А», «В», «С» и подкатегорий «В1», «С1» могут получить совершеннолетние граждане. По достижении возраста 20 лет выдаются водительские удостоверения категорий «D», «Tm», «Tb» и подкатегории «D1». Лица, достигшие возраста 17 лет, допускаются к сдаче экзамена на вождение ТС категорий «В» и «С».

Согласно Федеральному закону от 7 мая 2013 г. № 92-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О безопасности дорожного движения" и КоАП» (с изменениями и дополнениями) для получения водительских прав будущие водители должны пройти профессиональное обучение в специальных учреждениях по утвержденным программам [1].

Обучение проводится в соответствии с Приказом Минобрнауки России от 26 декабря 2013 г. № 1408 «Об утверждении примерных программ профессионального обучения водителей ТС соответствующих категорий и подкатегорий» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 9 июля 2014 г., регистрационный № 33026), утверждены примерные программы профессионального обучения водителей ТС соответствующих категорий и подкатегорий.

За последние двадцать лет мощный социально-экономический импульс изменил ряд факторов, связанных с высоким уровнем автомобилизации в нашей стране, ее более высоким техническим оснащением, а также с изменением контингента обучающихся по возрастным, гендерным, образовательным и статусным характеристикам, что требует серьезных изменений в сформировавшейся образовательной системе подготовки водителей. Известно, что наибольшее количество дорожно-транспортных происшествий совершается начинающими водителями со стажем вождения до трех лет.

Автошкола — это учебное заведение, осуществляющее подготовку начального профессионального образования по профессии «водитель транспортного средства определенной категории». Ежегодно в России проходят подготовку около 2 млн. водителей. И примерно около 1 млн. водителей ежегодно лишаются прав на вождение транспортного средства.

Так как наибольшее количество ДТП совершается начинающими водителями, то одной из причин аварийности среди них является низкий уровень подготовки, который связан с несоответствием материально-технической базы образовательных учреждений предъявляемым требованиям или ее неэффективным использованием, недостаточной квалификацией преподавательского состава, невыполнением в полном объеме программ обучения.

Анализируя систему подготовки водителей в автошколах России и отношение к ее качеству, ряд исследователей из разных сфер научного знания (техническая, педагогическая, психологическая, медицинская и др.) выделяют существенные недостатки в обучении, которые впоследствии отражаются на такой сверхвысокой аварийности на дорогах (табл. 1 – 3).

В педагогических исследованиях подготовки водителей указывается, что в процессе обучения не применяются современные педагогические инновации, когда у слушателей должны быть задействованы все виды получения информации (визуальные, аудиальные, кинестетические); не учитываются возрастные особенности обучающихся; не применяются педагогические технологии поэтапного формирования знаний; процесс обучения осуществляется некомпетентными «преподавателями» [2,3].

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Таблица 1

Характеристика обучения вождению в автошколах разных стран

	Россия	Германия	Финляндия	Норвегия	Швеция
Количество теоретических занятий	14	14	20	15	3
Количество практических занятий	26	16	20	15	15
Практические занятия по оказанию медицинской помощи	+	+	+	+	-
Знание устройства основных узлов и агрегатов ТС	+	+	+	+	-

Таблица 2

Сравнение выполнения упражнений на вождении в автошколах разных стран

	Россия	Германия	Финляндия	Норвегия	Швеция
Выполнение упражнения «Ночная езда»	-	+	+	+	+
Выполнение упражнения «Езда по скользкой дороге»	-	-	+	+	+
Выполнение упражнения «Скоростная езда»	-	+	+	+	+
Выполнение упражнения «Парковка в городе»	+	+	+	+	+
Выполнение упражнения «Обгон»	+	+	+	+	+
Выполнение упражнения «Езда по картам»	-	-	-	+	-
Выполнение упражнения «Езда на длинные дистанции»	-	-	-	+	-

Таблица 3

Сравнение требований к инструкторам и их методик при обучении вождению в разных странах

	Россия	Германия	Финляндия	Норвегия	Швеция
Высокий профессионализм инструктора	-	+	+	+	+
Методики обучения	-	+	+	+	+
Бальные/льготные поощрения «безаварийных» водителей	-	+	+	+	+
Манеры водителя на дороге	-	+	-	+	+

В психологических исследованиях, посвященных изучению «человеческого фактора» и влиянию психологических установок у начинающих водителей на безопасное или рискованное вождение автотранспортного средства, установлено, что на первый план выходят сложившиеся устойчивые отрицательные психологические качества – склонность к необоснованному риску, легкомыслие, неумение предвидеть и просчитывать сложные ситуации, и прежде всего психологическая установка на нарушение ПДД, а также пренебрежительное отношение к другим

участникам этого движения [4,6]. Данные фактические характеристики поведения указывают на личностную социально-психологическую незрелость: человек управляет автомобилем так, как он живет. Сложившиеся отрицательные поведенческие стереотипы изменить очень сложно, но можно. Именно для таких «ненадежных водителей» на дорогах применяются «лежачие полицейские» (для снижения скорости), «эффект психологического присутствия полицейского» (аппаратура слежения за нарушением ПДД) и т. п. Процесс обучения должен быть направлен на выработку «социально полезных стереотипов» безопасного вождения на дорогах, на формирование более высокого уровня правосознания.

Обращение к значительному опыту зарубежных стран с высоким уровнем автомобилизации показывает, что наиболее успешным является не только правовая регламентация БДД, но именно изменение отношения всех его участников к соблюдению ПДД, что ведет и к изменению реального поведения на дорогах. «Несомненно, что зарубежный опыт содержит много элементов, которые могут оказаться полезными» в подготовке водителей [5,7].

Выводы

Как показывает анализ, такие страны, как Норвегия, Германия, Финляндия, а затем Швеция, являются самыми эффективными при обучении подготовки водителей, а статистика ДТП подтверждает этот факт. Тенденции современного развития общества, экономики, техники качественно изменяют дорожное движение и требуют постоянного совершенствования уровня подготовки водителей, их нацеленности на безопасное вождение ТС. Совершенствование содержательной части программ подготовки водителей, правильная расстановка приоритетов должны способствовать формированию у водителей более высокого уровня правосознания, общественно ценных психологических установок, содействовать стремлению лучше знать ПДД, настаивать на безопасном управлении ТС и повышении транспортной культуры. Необходима разработка современных превентивных технологий и внедрения эффективных программ подготовки водителей с целью снижения ДТП и их последствий.

Список литературы

1. О внесении изменений в Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» и КоАП: ФЗ от 7 мая 2013 г. № 92-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. - 2013. - № 19. - Ст. 2319.

2. О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 20132020 годах»: постановление Правительства РФ от 03.10.2013 № 864 // Собр. законодательства РФ - 2013. - № 41.

3. Об утверждении примерных программ профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий: приказ Минобрнауки России от 26.12.2013 № 1408 // Рос. газ. - 2014. - 1 авг.

4. Борисова, С.Е. Влияние психологических установок водителей на безопасность дорожного движения / С. Е. Борисова // Психология и право. - 2011. - № 4. - С. 3 -12.

5. Майоров, В.И. К вопросу о безопасности в сфере дорожного движения / В. И. Майоров // Транспорт. право. - 2009. - № 4. - С. 38.

6. Майоров, В.И. О нормативно-правовом регулировании деятельности полиции / В. И. Майоров // Полицейс. право. - 2005. - № 1. - С. 41.

7. Гай, Л.Е. Заторовые явления. Возможности предупреждения /Л.Е. Гай, А.И. Шутов, П.А. Воля, С.В. Кущенко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова – 2013. - №3.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Бобешко А.С., Кущенко Л.Є., Кущенко С.В., Новіков І.О. Аналіз підготовки водіїв транспортних засобів в різних країнах

Анотація. *У статті розглянута історія і аналіз питання підготовки водіїв, їх допуску до керування транспортними засобами. Тенденції сучасного розвитку суспільства, економіки, техніки якісно змінюють дорожній рух і вимагають постійного вдосконалення рівня підготовки водіїв, їх націленості на безпечне водіння транспортним засобом. Необхідна розробка сучасних превентивних технологій і впровадження ефективних програм підготовки водіїв з метою зниження дорожньо-транспортних пригод та їх наслідків.*

Ключові слова: *підготовка водіїв, безпека дорожнього руху, аварійність, транспортний засіб.*

Bobeshko A.S., Kushchenko L.E., Kushchenko S.V., Novikov I.A. Analysis of training of vehicle drivers in different countries

Abstract. *In the article the history and the analysis of a question of preparation of drivers, their admission to management of vehicles are considered. The tendencies of the modern development of society, economy and technology qualitatively change the traffic and require constant improvement of the driver training level, their focus on safe driving of the vehicle. It is necessary to develop modern preventive technologies and introduce effective driver training programs to reduce road traffic accidents and their consequences.*

Keywords: *driver training, road safety, accident rate, vehicle.*

Стаття надійшла до редакції 29.10.2017 р.

УДК 656.1+658+629.3+004.94

ВОЛОДАРЕЦ Н.В., к.т.н., доцент;
МАСЛЕНИКОВА А.Г., магистрант;
Донецкая академия транспорта

К ВОПРОСУ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

В статье проведено исследование транспортных систем, рассмотрена возможность их имитационного моделирования для решение транспортных задач, связанных с управлением дорожным движением, автопарком, перевозкой грузов, складированием. Выявлены основные особенности имитационных моделей транспортных систем для дальнейшего применение полученных результатов в реальном времени.
***Ключевые слова**: транспортная система, элемент транспортной системы, имитационное моделирование, эффективность.*

Постановка задачи

Транспортная система – это система, с помощью которой выполняются перевозки грузов и пассажиров. Она включает в себя предприятия и их транспортные средства различных видов: воздушный, железнодорожный, автомобильный, морской/речной; оборудование и организации, обслуживающие транспортные средства (СТО, АЗС, стоянки и т.д.); составляющие инфраструктуры транспорта: транспортная сеть, дороги и организации, которые ремонтируют их и поддерживают в надлежащем состоянии; устройства, организации и структуры контроля и регулирования дорожного движения, а так же субъекты перевозок и управления перевозками (перевозчики, грузоотправители, грузополучатели, сотрудники транспортной отрасли), различные методы и системы организации процесса перевозок [1]. Кроме того, в систему входят организации и предприятия, занимающиеся деятельностью, направленной на совершенствование и развитие транспортной системы: отраслевое машиностроение, строительство, топливо-энергетические системы, научные и образовательные центры.

Цель любой транспортной системы заключается в организации и осуществлении эффективной перевозки грузов и пассажиров.

Задачи, которые должна решать логистика транспортных систем очень большое количество, но в связи со значительным увеличением транспортных средств, а, следовательно, и транспортных потоков в сети появляется проблема их рациональной организации. Из-за влияния различных факторов, таких как загруженность участка дороги, состояния дороги, наличие внутренних потоков, данная задача не может быть решена с помощью аналитических моделей, основанных на математических моделях [2].

Поэтому актуальна разработка компьютерных имитационных моделей, позволяющих учесть все перечисленные случайные факторы, и рационально организовать движение потоков в сети. Необходимость использования моделирования определяется тем, что многие объекты (или проблемы, относящиеся к этим объектам) непосредственно исследовать вовсе невозможно или же это исследование требует много времени, физических или материальных затрат. Использование имитационного моделирования позволяет исследовать явления, процессы, объекты и устройства в транспортных системах [3].

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Цель работы

Цель работы заключается в следующем: рассмотрение возможности построения моделей управления дорожным движением, автопарком, перевозкой грузов, складированием, а также управления цепями поставок; в анализе целесообразности и эффективности дальнейшего применение созданных моделей в реальном времени.

Основная часть

Если рассматривать транспортные системы как объект управления, то контроль работы транспортных систем – это комплекс, включающий в себя две подсистемы: управление транспортными потоками (регулирование движения транспорта) и управление транспортными средствами (водитель, диспетчер) [4].

Основные задачи системы – обеспечение мобильности населения и удовлетворение экономических требований к перевозочным процессам, заключающихся в максимально эффективном перемещении грузов. Другими словами, задача транспортной системы определяется как разработка наиболее экономичного плана перевозки продукции от пункта отправления в пункты назначения. При этом величина транспортных расходов должна быть минимизирована, благодаря предварительному математическому анализу и имитационному моделированию.

Для эффективной работы транспортной системы нужно стремиться оптимизировать процесс так, чтобы потребности общества и получение экономической выгоды были равнозначно удовлетворены.

Например, в системе общественного транспорта: пассажир желает сэкономить время и доехать до места назначения с максимальным комфортом, с его точки зрения транспортных средств на маршруте должно быть как можно больше, и ездить они должны как можно чаще. А для перевозчика выгоднее полностью заполнять как можно меньшее количество транспортных средств с целью получения максимальной прибыли, а удобство и время ожидания пассажира становятся второстепенным фактором. В данном случае необходимо принять компромиссное решение, как установить не слишком большой интервала движения, так и обеспечить более-менее комфортные условия для пассажиров. Так для эффективной организации и развития транспортной системы следует знать и использовать не только теорию транспортных систем, но и основы экономической деятельности [5].

Понятие, которое четко охарактеризовывает поставленные задачи, называется логистика. Можно выделить следующие разделы логистики: транспортная, производственная, снабженческая, сбытовая, информационная и другие разновидности [3].

Какой бы логистика не была – это наука о планировании, организации, управлении и контроле движения материальных и информационных потоков в пространстве и во времени от их первичного источника до конечного потребителя. [6, с. 7].

Существуют два вида проблем, которые требуют особого решения при работе с транспортными системами: описательные проблемы и проблемы, связанные с непосредственным процессом оптимизации.

Описательные проблемы – это проблемы, с которыми сталкивается любое автотранспортное предприятие при определении и описании некоторых характеристик, таких как средняя скорость, плотность или интенсивность транспортного потока, время на решение определенных проблем, возникающих в процессе перевозки. Знание путей решения таких проблем на практике позволяет определить необходимость внесения изменений в текущее состояние транспортной системы.

Проблемы оптимизации – это проблемы, для решения которых требуется заранее выбрать параметры транспортного процесса, с тем, чтобы найти оптимальные значения для многоцелевых функций или задач [7, с.23].

Многие проблемы описывает теория массового обслуживания [8]. Благодаря данной теории можно находить оптимальные либо близкие к оптимальным решения вопросов определения числа постов погрузки/выгрузки или технического обслуживания, оптимизации процесса заправки автомобилей, определения количества резервных и основных транспортных средств, обслуживания населения автомобилями-такси и другое. Массовое обслуживание означает, что речь идет не о каком-то конкретном объекте, а о совокупности объектов, потребности которых требуется удовлетворить, хотя любой процесс массового обслуживания рассматривается как вероятностный. Эта теория изучает транспортные процессы, в которых возникают очереди на обслуживание из-за случайно изменяющихся потребностей, которые могут быть вызваны неравномерным прибытием автомобилей на погрузку/выгрузку, заправку, станцию технического обслуживания, а также ограниченностью мощности постов обслуживания; ограниченностью мощностей погрузо-разгрузочных постов; прибытием такси по вызову; подход пассажиров к остановкам городского транспорта; прибытие транспортных средств к пассажирским остановкам и т.д. На основании теории массового обслуживания решаются задачи математического моделирования транспортных процессов [9].

Но можно сказать, что моделирование транспортных систем является основным методом исследований объектов этих систем, выявления проблемных мест и научно обоснованным методом оценки их характеристик, используемых для принятия решений.

Имитационное моделирование применяется в тех случаях, когда необходимо учитывать некоторый случайный фактор, который невозможно описать аналитически. Данный метод применим к анализу работы систем практически любой сложности и природы [10].

При изучении сложных явлений, процессов, объектов не удается учесть полную совокупность всех элементов и связей, определяющих их свойства. В связи с этим любая модель всегда проще реального объекта и отображает лишь часть наиболее характерных, доминирующих составляющих, основных элементов и связей, которые определяют основные свойства объекта исследования. В результате объект исследования заменяется неким упрощенным подобием, которое обладает характерными, главными свойствами, аналогичным свойствам объекта исследования. По этой причине для одного объекта исследования существует множество различных моделей. Вид модели зависит от выбранной цели моделирования.

Существуют две концепции моделирования транспортных систем: оптимизация/ эксперимент на самой модели транспортной системы и усовершенствование модели.

Основные задачи имитационной модели следующие:

1) понимать, как устроен определенный объект, его структуру, основные свойства, законы развития и взаимодействия с окружающим миром;

2) научиться управлять объектом (возможно процессом) и определить наилучшие способы управления им при поставленных целях и критериях;

3) прогнозировать последствия внедрения заданных способов и форм воздействия на объект.

При этих задачах необходимо соблюдать адекватность модели – это степень совпадения модели и объекта, свойство модели быть основой для прогнозирования событий, протекающих в транспортных системах и процессах, и давать подтверждаемые результаты. Проще говоря, для получения точных результатов должна быть создана более точная модель объекта исследования.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Например, даже карта – это графическая модель местности. В карте соблюдается принцип подобия: сохраняется форма контуров материков, водоемов, лесных массивов, рек, созвездий, относительное расположение объектов, относительное расстояния между объектами, угловое расстояние между звездами, соотношение между их светимостью и т.д. [11].

При выполнении моделирования транспортных систем и их подсистем решается задача определения структуры процесса, возникают многочисленные задачи, требующие оценки количественных характеристик и качественных закономерностей процессов функционирования этих систем. Экспериментальное исследование больших транспортных систем является невозможным из-за очень большого количества объектов системы и ограниченности их передвижения.

Полное проектирование, внедрение и эксплуатация невозможны без использования методики моделирования, которая позволяет правильно представить процессы функционирования систем и описать протекания этих процессов с помощью математических моделей. Т.к. математический аппарат, применяемый в имитационном моделировании практически нечем неограничен и в основе данного моделирования системы лежит моделирование случайных явлений (генерация случайных событий), следственно, существует реальная возможность прогнозировать различные события в транспортной системе.

Транспортная модель – наглядное отображение комплексных транспортных процессов, с возможностью их прогнозирования в зависимости от различных условий. Транспортные имитационные модели применяются для решения транспортных задач, например, как финансовый анализ работы предприятия, управление транспортными средствами и перевозками, управление транспортными сетями и цепями поставок, складская деятельность, дорожное движение.

Моделирование дорожного движения является важным инструментом для отображения различных ситуаций на дорогах, возможных схем движения или решения проблемным вопросов [12].

Все участники движения как транспорт, так и пешеходы рассматриваются в виде отдельных частей. Благодаря этому можно решать различные задачи, например, устанавливать и оценивать пропускную способность и интенсивность движения любого участка дороги (легковой, грузовой, общественный транспорт), любой зоны пешеходного перехода, остановок общественного транспорта, либо программировать движение на перекрестке в целом, в дальнейшем анализировать и прогнозировать данные параметры. Также оценивать количественные показатели движения, которые характеризуют работу выбранного перекрестка, применять какие-то нововведения на транспортном участке, понимать на каком участке сети возникают транспортные заторы, а после анализа всех данных можно выбрать оптимальную схему организации дорожного движения на перекрестке, в том числе и расположение светофорных объектов и их циклы, конфликтные зоны, правила приоритета, различные ограничения (например, скорость, знаки «стоп» и т.д.).

Существует еще моделирование движения на уровне города и агломерации, так называемое мезомоделирование. С его помощью решаются следующие задачи: анализ транспортного и пассажирского потоков; оптимизация маршрутов городского пассажирского транспорта; разработка и внедрение транспортных развязок.

Повышение эффективности управления дорожным движением возможно благодаря разработке и внедрению оптимальной схемы организации дорожного движения путем анализа различных смоделированных схем организации движения.

В последнее время очень актуальным становится вопрос использования транспортных моделей, как основной идеи для современных интеллектуальных транспортных систем, благодаря внедрению и развитию которых можно обеспечить управление дорожным движением на существующем участке дорожного сооружения без увеличения плотности дорожной сети

Планирование и составление расписаний работы транспортной системы. Для деятельности любого логистического предприятия требуется планирование и составление расписания работы транспортной системы [13]. Например, если парк автомобилей составляет 5 единиц, то эффективное расписание можно составить исходя из простых логических умозаключений и это будет сделать довольно легко. Но что же делать если есть производство, сложный технологический процесс, значительный парк транспортных средств? Процесс составления «вручную» эффективного расписания будет очень трудоемким, если же вообще возможным.

Вообще составление расписания или любое планирование во времени взаимосвязанных динамических событий является сложной и, как правило, не решаемой аналитически задачей.

Единственный метод, который позволяет найти оптимальное расписание – это полный перебор всех возможных вариантов развития событий. Но решения подобной системы нет, т.к. события развиваются во времени, и чем дальше мы смотрим вперед, тем больше различных вариантов получаем, и количество необходимых расчетов растет в геометрической прогрессии.

Так для составления всевозможных сложных расписаний используется комбинация имитационных моделей со специальными оптимизационными приемов исследования, которые позволяют найти расписание, близкое к оптимальному.

Управление складами и терминалами. Все начинается со склада, складом же все и заканчивается, поэтому он является неотъемлемой частью любой цепочки поставок. Без учета складских параметров, его ресурсов, динамики движения товаров невозможно эффективно управлять цепочкой поставок в целом. От того, как используются складские площади и ресурсы, насколько эффективно работает склад, очень зависит результативность функционирования всей логистической системы [14].

Например, бывают ситуации, когда из-за неэффективной работы склада либо терминала транспорт может очень долго ожидать погрузку, либо выгрузку. Даже если расстояние перевозки незначительное, из-за простоя эффективность перевозок может уменьшиться на 20-50%.

С помощью имитационных моделей можно анализировать сети терминалов и складов.

Многие методы организации взаимодействия терминально-складских комплексов предприятия прекратили использовать, т.к. они содержат существенные недостатки.

Теории массового обслуживания, применяемая многими специалистами для расчета количества постов обслуживания терминально-складских комплексов, показал, что она не учитывает внутренний порядок и возможную оптимизацию выполнения технологических операций на складе, которые непосредственно влияют на скорость и стоимость обработки внешних потоков.

Имитационные модели складских помещений и терминалов помогают проанализировать различные варианты их расположения, правильно организовать грузопотоки, проанализировать реакцию терминалов на увеличение грузопотока, в какой очередности рекомендуется строить терминалы, позволит более оптимально организовывать совместную работу указанных элементов, тем самым сокращая уровень общих транспортно-складских затрат и повышая уровень обслуживания потребителей. Все это делается на основании не средних величин и непонятно как полученных коэффициентов, а с учетом реальных вероятностных характеристик, так как, первые, как правило, дают результаты, значительно отличающиеся от фактических.

Управление парком и перевозками включает в себя множество различных аспектов, например, управление человеческими ресурсами, план ремонтных работ, комплектование парка, обновление парка, в том числе и закупка новых транспортных средств, непосредственное управление перевозками. Другими словами, какое транспортное средство, когда, куда и зачем надо направить.

Задачи, которые содержит управление парком транспортных средств и перевозками: планирование и оптимизация перевозок; как оперативное, так и стратегическое управление парком

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

транспортных средств; автоматизация процесса принятия решений на управленческом уровне; оценка рисков принимаемых решений; автоматизация бизнес-процесса по управлению перевозками; минимизация затрат на управление перевозками и содержание парка.

Управление перевозками можно разделить на краткосрочное и долгосрочное планирование, например, составление расписания движения транспортных средств и перевозок в целом, или оперативное управление транспортными средствами.

Требования к управлению перевозками могут быть абсолютно разные – это и минимизация стоимости перевозок, и увеличение либо доведение до максимума объема перевозок, и вероятность превышения себестоимости перевозок.

Так как аналитического решения для составления расписания не существует, единственно верным способом является система поддержки принятия решений на основании оптимизации имитационной модели, которая позволяют получить самый оптимальный результат. Эти модели позволяют проанализировать различные варианты развития событий, можно сказать, «проиграть» различные схемы управления парком транспортных средств с учетом текущего местоположения, и выбрать на данный момент времени наиболее эффективное решение.

Управление транспортными сетями. Транспортные сети – это совокупность всех средств, ресурсов и процессов, связанных с хранением и доставкой грузов, они включают в себя: транспортные средства, маршруты доставки, склады и терминалы, спецтехника для перемещения грузов, участки для погрузки/разгрузки, офисные и вспомогательные сооружения, информационные системы, средства связи.

Управление транспортной сетью еще более сложное, чем управление парком транспортных средств, складом или терминалом. Фактически, оно дает общий взгляд на всю транспортную систему в целом, а задача эффективного управления сводится к эффективному управлению всеми ее компонентами.

Когда достигается эффективное управление транспортной сетью значительно снижаются затраты на содержание всех ее составляющих, сокращаются риски принятых управленческих решений, уменьшаются потенциальные и фактические финансовые потери, т.к. учитываются особенности всех узлов системы.

Управление цепями поставок. Цель управления цепями поставок состоит в объединении производства и закупки, системы распределения, рынка сбыта, таким образом, чтобы при одновременном снижении затрат клиенты так же обслуживались на более высоком уровне. Проще говоря, цепь поставок описывает как материалы поступают в организацию от поставщиков, как в ходе выполнения операций они перемещаются внутри организации и как после этого они отправляются к потребителям.

Представить структуру цепи поставок легче всего показав, как продукт перемещается через ряд организаций. Если рассмотреть процесс перемещения товара с точки зрения отдельного предприятия, то виды деятельности, которые выполняются до нее (перемещения материалов в организацию) является предыдущими видами деятельности, а те, которые осуществляются после выхода материалов из организации – последующие.

Управления цепочками поставок состоит из трех основных этапов: принятие решений (время, количество и состав закупок, место заказа и уровень заказа, путь доставки – маршрут движения, место на складе, сколько и когда нужно освободить и т.д.); мониторинг состояния заказов (регулирование уровня запасов с целью выявления отклонений от норм запасов и принятия оперативных мер к ликвидации отклонений), документирование процесса (создание необходимого документа, описывающего процесс). Самый сложный этап – это процесс принятия решений, так как необходимо проанализировать множество взаимосвязанных, возможно случайных непредсказуемых событий. Тем не менее, большинство систем по управлению цепями поставок

предоставляет только возможности мониторинга и документирования процесса, что является необходимой, но все же не основной составляющей.

Имитационные модели позволяют полностью спрогнозировать процесс управления цепочками поставок от принятия решений до их выполнения, мониторинга и документирования.

Все вышеперечисленные модели достаточно важны и им должно уделяться достаточное внимание управляющими отделами, так как с них начинается процесс перевозки.

Выводы

В данной статье были рассмотрены следующие логистические аспекты при моделировании транспортных систем: организация и управление дорожным движением, планирование и составление расписаний движения, управление складами и терминалами, управление транспортными средствами автопарка и перевозками, осуществляемые этим парком, управление транспортными сетями, управление цепями поставок.

Все составляющие транспортной системы очень важны, так как функционируя вместе как единый механизм они влияют на общий результат работы предприятия. Создание и анализ имитационных моделей логистических систем позволяет использовать единую оценку эффективности транспортных и складских операций, выполняемых различными субъектами в цепи поставки.

Выявлено, что для оценки эффективности нужно выбрать показатель на который будет ориентироваться модель транспортной системы, чтобы потом отслеживать соответствие реального результата требуемому.

Список литературы

1. Танкович В.С., Михальченко А.А., Ярошевич В.П., Шкурин М.И. Транспорт. Общий курс: Учебное пособие для студентов транспортных специальностей вузов/ Белорус. гос. ун-т трансп.– Гомель, 2001.– 389 с.

2. Транспортная логистика: задачи, проблемы, сущность URL: https://businessman.ru/new-transportnaya-logistika-zadachi-problemy-sushhnost.html

3. Майоров Н.Н. Факторы выбора имитационного моделирования, как универсального средства, для исследования транспортных процессов [Текст] // Проблемы и перспективы экономики и управления: материалы Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, апрель 2012 г.). – СПб.: Реноме, 2012. – С. 224-228. – URL https://moluch.ru/conf/econ/archive/15/2086/ (дата обращения: 22.04.2018).

4. Горев, А.Э. Основы теории транспортных систем: учеб. пособие; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 214 с.

5. Никитина А.Н. Доступность пассажирского транспорта для населения с точки зрения формирования тарифа // Молодой ученый. — 2012. — №8. — С. 134-136. — URL: https://moluch.ru/archive/43/5218/ (дата обращения: 22.04.2018).

6. Логистика: Учеб. пособие / Под ред. Б.А. Аникина. — М.: ИНФРА-М, 1999. - 327 с. ISBN 5-86225-958-9

7. Малин А.С., Мухин В.И. Исследование систем управления: Учебник для вузов. — М.: ГУ 2002.-400с. ISBN 5-7598-0192-9

8. Каштанов В.А., Ивченко Г.И., Коваленко И.Н. Теория массового обслуживания. – М.: Либроком, 2012.

9. В.А. Павский, Теория массового обслуживания: учебное пособие / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2008. - 116 с. ISBN 978-5-89289-513-2

10. Кийкова Е.В., Лаврушина Е.Г., редактор: М.А. Касаткина. Имитационное моделирование.: Практикум.–Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2005.–100 с

11. В.И. Финаев. Модели систем принятия решений: Учебное пособие. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. - 118 с.

12. Беспалов Дмитрий, PTV VISSIM: моделирование транспортных потоков. URL: https://bespalov.me/2012/12/03/ptv-vissim-modelirovanie-transportnih-potokov/

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

13. Титов, Б.А. Транспортная логистика [Электронный ресурс]: электрон, учеб. пособие / Б.А. Титов; М инобрнауки России, Самар, гос. аэрокосм, ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон, текстовые и граф. дан. (3,15 Мбайт). - Самара, 2012.

14. Имитационное моделирование с AnyLogic в логистике. URL: https://www.anylogic.ru/resources/articles/imitatsionnoe-modelirovanie-s-anylogic-v-logistike/.

Володарець М.В., Масленікова Г.Г. До питання імітаційного моделювання транспортних систем

Анотація. *У статті проведено дослідження транспортних систем, розглянуто можливість їх імітаційного моделювання для вирішення транспортних завдань, пов'язаних з управлінням дорожнього руху, автопарком, перевезенням вантажів, складуванням. Виявлено основні особливості імітаційних моделей транспортних систем для подальшого застосування отриманих результатів у реальному часі.*

Ключові слова*: транспортна система, елемент транспортної системи, імітаційне моделювання, ефективність.*

Volodares M.V., Maslenikova A.G. To the question of imitation modeling of transport systems

Abstract*. The article deals with the study of transport systems and the possibility of their simulation for solving transport problems related to traffic management, fleet management, cargo transportation, warehousing. The main features of simulation models of transport systems for further application of the results in real time.*

Keywords*: transport system, transport system element, simulation modeling, efficiency.*

Стаття надійшла до редакції 17.10.2017 р.

УДК 629.1.031

СЕМЕРНИН А.Н., к.т.н., профессор; АЯЗБАЙ М.Д., к.т.н., доцент;
ТУКУСБАЕВ Б.А., магистрант; СЕРИКБАЕВ Е.Н., магистрант;
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Выполнен анализ влияния основных эксплуатационных показателей на технико-экономические характеристики двигателей внутреннего сгорания различных автомобилей.
Приведены формулы для расчета основных технико-экономических показателей работы двигателей внутреннего сгорания и автомобилей в условиях эксплуатации. Определены основные факторы, которые влияют на надежность, регулярность, безотказность, долговечность и ремонтопригодность двигателей.
Ключевые слова: *показатели, двигатель, автомобиль, надежность, безотказность, долговечность, коэффициент, затраты, ресурс*

Под технико-экономическими характеристиками двигателя будем рассматривать такие, которые определяют эксплуатационные показатели двигателей внутреннего сгорания, а именно: безотказность, регулярность и экономичность двигателей при эксплуатации.

Регулярность осуществления транспортной работы – это важная характеристика оценки производственной деятельности на автомобильном транспорте [1].

Для оценки в количественном выражении регулярности осуществления транспортной работы используется коэффициент технической готовности, при этом коэффициент технической готовности не должен иметь отклонения от заранее установленного значения.

Вероятность задержки группы автомобилей перед выходом на линию определяется по формуле, приведенной ниже [2]:

$$Q_{\Sigma(t)} = \frac{nt}{\left[T_{\Sigma} P_{y(t)}\right]}. \qquad (1)$$

Вероятность задержки одного автомобиля перед выходом на линию определяется по формулам, приведенным ниже:

$$Q_{\Sigma\Phi(t)} = \frac{nt}{\left[T_{\Sigma\Phi} P_{y(t)}\right]}; \quad Q_{\Sigma N(t)} = \frac{nt}{\left[T_{\Sigma N} P_{y(t)}\right]}. \qquad (2)$$

Комбинированный расчет приведенных формул позволит получить относительную вероятность задержек перед выходом на линию, которая называется коэффициент вероятности задержек (КВТ):

$$\overline{Q}_{\Sigma N(t)} = \left(Q_{\Sigma\Phi(t)}\right) / Q_{\Sigma N(t)} = T_{\Sigma N}^{-1}. \qquad (3)$$

Эксплуатационные расходы на амортизации автомобильного двигателя в общем виде (не учитывая расходы на топливо):

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

$$S_Э = S_a + S_{то} + S_c\,, \tag{4}$$

где S_a – расходы на амортизацию, тг/тыс.км;

$S_{то}$ – расходы на техническое обслуживание, тг/ тыс.км;

S_c – замена двигателя, тг/ тыс.км.

Расходы на замену двигателя определяются по следующей формуле:

$$S_a = \left(C_д / A_a\right) + n_{кр}\left(C_{кр} / A_a\right), \tag{5}$$

где $С_д$ – стоимость двигателя внутреннего сгорания, тг;

A_a – назначенный срок службы двигателя внутреннего сгорания, тыс.км;

$п_{кр}$ – плановое количество капитальных ремонтов за период эксплуатации двигателя внутреннего сгорания;

$С_{кр}$ – затраты на 1 капитальный ремонт, тг.

Фактические затраты на амортизацию двигателя внутреннего сгорания с учетом надежности определяются по следующей формуле:

$$S_a = \left(C_д / A_a\right) + n_{кр}\left(C_{кр} / A_a\right) + \Delta S_{кр}\,. \tag{6}$$

Дополнительные расходы на КР двигателя внутреннего сгорания:

$$\Delta S_{кр} = N'_{ДСД}\left(C_{кр} / A'\right), \tag{7}$$

где $N'_{ДСД} = N_{ДСД} / N$ – отношение снятых двигателей внутреннего сгорания к 1 двигателю внутреннего сгорания в эксплуатации;

$A' = \tau_\Sigma / N$ –наработка на 1 двигатель внутреннего сгорания в эксплуатации, тыс. км;

N – число двигателей внутреннего сгорания в эксплуатации.

Проведя несколько преобразований, имеем

$$\Delta S_{кр} = C_{кр} / T_{ДСД}\,, \tag{8}$$

И, далее, получаем выражение:

$$S_a = \left(C_д / A_a\right) + n_{кр}\left(C_{кр} / A_a\right) + \left(C_{кр} / T_{ДСД}\right), \tag{9}$$

Фактические расходы на капитальный ремонт двигателя внутреннего сгорания:

$$\Delta S_{крф} = C_{кр} / T_{ДСДФ}\;;\;\; \Delta S_{крN} = C_{кр} / T_{ДСДN}\,, \tag{10}$$

Решая указанные формулы совместно, мы получим значение относительных дополнительных расходов на капитальный ремонт двигателя внутреннего сгорания, которые называются «коэффициент дополнительных затрат на капитальный ремонт двигателя»:

$$\Delta\overline{S}_{крN} = \Delta S_{крф} / \Delta S_{крN} = \overline{T}^{-1}_{ДСДN}. \quad (11)$$

Чем выше относительные показатели надежности для досрочного снятия двигателя внутреннего сгорания $\overline{T}_{ДСДN}$, т.е. чем выше способность отработать установленный ресурс двигателя, тем меньше $\Delta\overline{S}_{крN}$ и, следовательно, меньше удельные расходы на капитальный ремонт двигателя внутреннего сгорания. При $\overline{T}_{ДСДN} = 1$ и $\Delta\overline{S}_{крN} = 1$.

Средний межремонтный ресурс двигателя внутреннего сгорания определяется по формуле:

$$S_{кр} = n_{кр}\left(C_{кр} / A_a\right) + \left(C_{кр} / T_{ДСД}\right) \text{ и } S_{кр} = n_{крс}\left(C_{кр} / A_a\right), \quad (12)$$

где $n_{кр}$ – количество капитальных ремонтов за время отработки двигателя внутреннего сгорания назначенного ресурса без учета досрочного снятия ДВС;

$n_{крс}$ – среднее число капитальных ремонтов за время отработки назначенного ресурса с учетом досрочного снятия двигателя внутреннего сгорания.

Как известно

$$n_{кр} = \left(A_a / A_M\right) - 1 \text{ и } n_{крс} = \left(A_a / A_{MC}\right) - 1. \quad (13)$$

и

$$A_{MC} = A_M \, T_{ДСД} / \left(A_M + T_{ДСД}\right), \quad (14)$$

Затраты на техническое обслуживание двигателя внутреннего сгорания во время эксплуатации включают в себя затраты на регламентированное техническое обслуживание и текущий ремонт.

В данном случае регламентированное техническое обслуживание включает в себя оперативные и периодические технические обслуживания.

Текущий ремонт двигателя внутреннего сгорания вызван обычно надобностью устранять следствия появлений, имевших место внезапных отказов и поломок, выполняется текущий ремонт двигателя внутреннего сгорания непосредственно на транспортном средстве.

Анализ влияния надежности двигателя внутреннего сгорания на расходы по техническому обслуживанию показал, что надежность двигателя внутреннего сгорания влияет главным образом на расходы по текущему ремонту, которые связаны с ликвидацией следствий производственных и технологических отклонений, дефектов и неисправностей [3].

Расходы на техническое обслуживание двигателя внутреннего сгорания можно описать в виде следующей формулы:

$$S_{то} = S_{ро} + \Delta S_{тр}, \quad (15)$$

где $S_{ро}$ – расходы на регламентированное техническое обслуживание двигателя внутреннего сгорания, тг/тыс.км;

$\Delta S_{тр}$ – расходы на текущий ремонт двигателя внутреннего сгорания, тг/тыс.км.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Расходы на текущий ремонт двигателя внутреннего сгорания можно описать в виде следующей формулы:

$$\Delta S_{тр} = N'_{ОУЭ}\left(C_{тр} / A'\right) = C_{тр} / T_{ОУЭ}\,, \tag{16}$$

где $C_{тр}$ – расходы на 1 текущий ремонт двигателя внутреннего сгорания, тг;

$N'_{ОУЭ} = N_{ОУЭ} / N$ – число текущих ремонтов на 1 двигателя внутреннего сгорания.

Расходы, на техническое обслуживание двигателя внутреннего сгорания, учитывая показатели надежности, находятся из выражения:

$$S_{то} = S_{ро} + \left(C_{тр} / T_{ОУЭ}\right). \tag{17}$$

Расходы на текущий ремонт для фактических и нормированных показателей надежности находятся из выражения:

$$\Delta S_{трф} = C_{тр} / T_{ОУЭФ}\,, \quad \Delta S_{трN} = C_{тр} / T_{ОУЭN}\,, \tag{18}$$

Расходы на замену двигателя внутреннего сгорания на транспортном средстве можно записать в виде формулы:

$$S_c = n_c\left(C_c / A_a\right) + \Delta S_c\,, \tag{19}$$

где n_c – количество смен двигателя внутреннего сгорания за срок службы автомобиля;

C_c – расходы на 1 замену двигателя внутреннего сгорания, тг;

ΔS_c – дополнительные расходы на замену двигателей внутреннего сгорания, тг/тыс.км.

Добавочные расходы на замену двигателя внутреннего сгорания определяются аналогично дополнительным расходам на капитальный ремонт:

$$\Delta S_c = C_c / T_{ДСД}\,. \tag{20}$$

Расходы на замену двигателей внутреннего сгорания на транспортном средстве, учитывая показатели надежности, можно выразить в виде:

$$S_c = n_c\left(C_c / A_a\right) + C_c / T_{ДСД} \tag{21}$$

Коэффициент добавочных расходов на замену двигателей внутреннего сгорания:

$$\Delta\overline{S}_{CN} = \Delta S_{сф} / \Delta S_{CN} = \overline{T}^{-1}_{ДСДN} \tag{22}$$

Определение технико-экономических показателей по эффективности работы двигателей внутреннего сгорания:

– коэффициент вероятности отказов

$$\overline{Q}_{ОПВN(t)} = \overline{T}^{\,2}_{ОПВN} = \left(T_{ОПВN}/T_{ОПВ}\right)^2; \tag{23}$$

– коэффициент вероятности задержек перед выходом на линию:

$$\overline{Q}_{\Sigma N(t)} = T_{\Sigma N}^{\,1} = T_{\Sigma N}/T_{\Sigma}; \tag{24}$$

– коэффициент расходов на капитальный ремонт двигателя внутреннего сгорания:

$$\Delta\overline{S}_{крN} = \overline{T}^{\,1}_{ДСДN} = \left(T_{ДСДN}/T_{ДСД}\right); \tag{25}$$

– коэффициент расходов на текущий ремонт двигателя внутреннего сгорания:

$$\Delta\overline{S}_{трN} = \overline{T}^{\,1}_{ОУЭN} = \left(T_{ОУЭN}/T_{ОУЭ}\right). \tag{26}$$

Теперь рассмотрим зависимости, определяющие влияние эксплуатационных факторов на технико-экономические показатели работы двигателей различных автомобилей.

Анализируя выражения, связывающие $\overline{Q}_{ОПВN(t)}$, $\overline{Q}_{\Sigma N(t)}$, $\Delta\overline{S}_{крN}$, $\Delta\overline{S}_{трN}$ с надежностью, а также надежность двигателя внутреннего сгорания с параметрами эксплуатации, получаем зависимости, которые определяют воздействие эксплуатационных факторов на ТЭП [3]:

$$\overline{Q}_{ОПВN(t)} = T^2_{ОПВN}\left(a_{ОПВ}\rho^{-\alpha_{ОПВ}}h^{\beta_{ОПВ}}\tau^{\varepsilon_{ОПВ}}\right)^{-2}; \tag{27}$$

$$\overline{Q}_{\Sigma N(t)} = T_{\Sigma N}\left(a_{\Sigma}\rho^{-\alpha_{\Sigma}}h^{\beta_{\Sigma}}\tau^{\varepsilon_{\Sigma}}\right)^{-1}; \tag{28}$$

$$\Delta\overline{S}_{крN} = T_{ДСДN}\left(a_{ДСД}\rho^{-\alpha_{ДСД}}h^{\beta_{ДСД}}\tau^{\varepsilon_{ДСД}}\right)^{-1}; \tag{29}$$

$$\Delta\overline{S}_{трN} = T_{ОУЭN}\left(a_{ОУЭ}\rho^{-\alpha_{ОУЭ}}h^{\beta_{ОУЭ}}\tau^{\varepsilon_{ОУЭ}}\right)^{-1}. \tag{30}$$

Основываясь на общих зависимостях, получаем частные зависимости, определяющие воздействия какого-либо эксплуатационного фактора на ТЭП двигателя:

– воздействие средней величины использования максимальных режимов за ресурс ρ при $h = h_0$ и $\tau = \tau_0$:

$$\left.\begin{aligned}
&\overline{Q}_{ОПВN(t)} = a^I_{ОПВN}\rho^{2\alpha_{ОПВ}};\\
&\overline{Q}_{\Sigma N(t)} = a^I_{\Sigma N}\rho^{\alpha_{\Sigma}};\\
&\Delta\overline{S}_{крN} = a^I_{ДСДN}\rho^{\alpha_{ДСД}};\\
&\Delta\overline{S}_{трN} = a^I_{ОУЭN}\rho^{\alpha_{ОУЭ}}
\end{aligned}\right\} \tag{31}$$

– воздействие средней продолжительности работы h при $\rho = \rho_0$ и $\tau = \tau_0$:

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

$$\left.\begin{aligned}
&\overline{Q}_{ОПВN(t)} = a^{II}_{ОПВN} h^{-2\beta_{ОПВ}};\\
&\overline{Q}_{\Sigma N(t)} = a^{II}_{\Sigma N} h^{-\beta_{\Sigma}};\\
&\Delta\overline{S}_{крN} = a^{II}_{ДСДN} h^{-\beta_{ДСД}};\\
&\Delta\overline{S}_{трN} = a^{II}_{ОУЭN} h^{-\beta_{ОУЭ}}
\end{aligned}\right\} \qquad (32)$$

– влияние средней продолжительности работы τ при $\rho = \rho_0$ и $\tau = \tau_0$:

$$\left.\begin{aligned}
&\overline{Q}_{ОПВN(t)} = a^{II}_{ОПВN} h^{-2\beta_{ОПВ}};\\
&\overline{Q}_{\Sigma N(t)} = a^{II}_{\Sigma N} h^{-\beta_{\Sigma}};\\
&\Delta\overline{S}_{крN} = a^{II}_{ДСДN} h^{-\beta_{ДСД}};\\
&\Delta\overline{S}_{трN} = a^{II}_{ОУЭN} h^{-\beta_{ОУЭ}}
\end{aligned}\right\} \qquad (33)$$

Представляет интерес зависимости технико-экономических показателей двигателя внутреннего сгорания от его ресурса [2,3].

1. Выразив через ρ_0 получаем коэффициенты:

– вероятность отказов в работе критического количества ДВС:

$$\overline{Q}_{ОПВN(t)} = a^{I}_{ОПВN} \rho_0^{2\alpha_{ОПВ}} \left(A_{МО}/A_{М}\right)^{2\alpha_{ОПВ}/\alpha_{ДСД}}; \qquad (34)$$

– вероятности задержек перед выходом на линию:

$$\overline{Q}_{\Sigma N(t)} = a^{I}_{\Sigma N} \rho_0^{\alpha_{\Sigma}} \left(A_{МО}/A_{М}\right)^{\alpha_{\Sigma}/\alpha_{ДСД}}; \qquad (35)$$

– расходы на КР двигателя внутреннего сгорания:

$$\Delta\overline{S}_{крN} = \left(A_{МО}/A_{М}\right)\left(T_{ДСДN}/T_{ДСДО}\right); \qquad (36)$$

– расходы на ТР двигателя внутреннего сгорания:

$$\Delta\overline{S}_{трN} = a^{I}_{ОУЭN} \rho_0^{\alpha_{ОУЭ}} \left(A_{МО}/A_{М}\right)^{\alpha_{ОУЭ}/\alpha_{ДСД}}. \qquad (36)$$

2. Выразив через h_0 коэффициенты примут вид:

– вероятность отказов в работе:

$$\overline{Q}_{ОПВN(t)} = a^{II}_{ОПВN} h_0^{-2\beta_{ОПВ}} \left(A_{МО}/A_{М}\right)^{2\beta_{ОПВ}/\beta_{ДСД}}; \qquad (37)$$

– вероятности задержек перед выходом на линию:

$$\overline{Q}_{\Sigma N(t)} = a^{II}_{\Sigma N} h_0^{-\beta_{\Sigma}} \left(A_{МО}/A_{М}\right)^{\beta_{\Sigma}/\beta_{ДСД}}; \qquad (38)$$

– расходы на капитальный ремонт двигателя внутреннего сгорания:

$$\Delta\overline{S}_{крN} = \left(A_{МО}/A_{М}\right)\left(T_{ДСДN}/T_{ДСДО}\right); \quad (39)$$

– расходы на текущий ремонт двигателя внутреннего сгорания:

$$\Delta\overline{S}_{трN} = a^{II}_{ОУЭN} h_0^{-\beta_{ОУЭ}} \left(A_{МО}/A_{М}\right)^{\beta_{ОУЭ}/\beta_{ДСД}}. \quad (40)$$

3. Выразив через τ_0 коэффициенты, получаем [3]:

– вероятность отказов в работе:

$$\overline{Q}_{ОПВN(t)} = a^{III}_{ОПВN} \tau_0^{-2\varepsilon_{ОПВ}} \left(A_{МО}/A_{М}\right)^{2\varepsilon_{ОПВ}/\varepsilon_{ДСД}}; \quad (41)$$

– вероятности задержек перед выходом на линию:

$$\overline{Q}_{\sum N(t)} = a^{III}_{\sum N} \tau_0^{-\varepsilon_{\sum}} \left(A_{МО}/A_{М}\right)^{\varepsilon_{\sum}/\varepsilon_{ДСД}}; \quad (42)$$

– расходы на КР двигателя внутреннего сгорания:

$$\Delta\overline{S}_{крN} = \left(A_{МО}/A_{М}\right)\left(T_{ДСДN}/T_{ДСДО}\right); \quad (43)$$

– расходы на текущий ремонт двигателя внутреннего сгорания:

$$\Delta\overline{S}_{трN} = a^{III}_{ОУЭN} \tau_0^{-\varepsilon_{ОУЭ}} \left(A_{МО}/A_{М}\right)^{\varepsilon_{ОУЭ}/\varepsilon_{ДСД}}. \quad (44)$$

Выводы

Приведенные зависимости показывают, что при нормальной эксплуатации двигателя внутреннего сгорания, когда имеет место экспоненциальный закон распределения вероятности отказов, увеличение ресурса двигателя ведет к росту эффективности использования его технико-экономических характеристик.

При этом, чем выше в начале эксплуатации были показатели надежности двигателя внутреннего сгорания $T_{ДСДО}$, или чем больше была продолжительность работы $\boldsymbol{h_0}$ и суммарные наработки парка двигателя внутреннего сгорания τ_0, тем выше степень использования указанных характеристик.

Список литературы

1. Беднардов Б.В. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей. М.: Транспорт, 2012. – 399 с.

2. Влас Ю.М. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей. М.: Транспорт, 2007. – 500 с.

3. Лукин Б.Б., Зайцев А.Е. Прогнозирование надежности автомобилей. – Л.: «Политехника», 1993 – 309 с.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Семернін О.М., Аязбай М.Д., Тукусбаєв Б.А., Серікбаєв Е.Н. Аналіз впливу експлуатаційних показників на техніко-економічні характеристики двигунів автомобілів

Анотація. *Виконано аналіз впливу основних експлуатаційних показників на техніко-економічні характеристики двигунів внутрішнього згоряння різних автомобілів.*

Наведено формули для розрахунку основних техніко-економічних показників роботи двигунів внутрішнього згоряння автомобілів в умовах експлуатації. Визначено основні фактори, які впливають на надійність, регулярність, безвідмовність, довговічність і ремонтопридатність двигунів.

Ключові слова: *показники, двигун, автомобіль, надійність, безвідмовність, довговічність, коефіцієнт, витрати, ресурс*

Semernin A.N., Ayazbai M.D., Tukusbaev B.A., Serikbaev Ye.N. Analysis of the impact of performance indicators on the technical and economic characteristics of cars

Abstract. *The analysis of the influence of the main operational indicators on the technical and economic characteristics of internal combustion engines of various vehicles is performed. Formulas for calculating the main technical and economic performance of internal combustion engines and cars under operating conditions are given. The main factors that influence on the reliability, regularity, dependability, durability and maintainability of engines are determined.*

Keywords: *indicators, engine, car, reliability, dependability, durability, coefficient, costs*

Стаття надійшла до редакції 13.11.2017 р.

УДК 629.424.1:621.319.4

ПРИЛЕПСКИЙ Ю.В., к.т.н., доцент;
МАРЕНИЧ А.С., магистрант; ТКАЧЕВ С.А.;
Донецкая академия транспорта, г. Донецк

ВЫБОР ДАТЧИКОВ ДЛЯ ВИБРОДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В статье представлен анализ датчиков, которые теоретически можно использовать для фиксирования, записи визуального наблюдения и анализа вибросигнала. Проведенные сравнительные оценки датчиков различного типа позволили остановить выбор на датчиках ускорения (акселерометрах), которые обладают преимуществами перед иными типами датчиков, поскольку они практически температурно нечувствительны, безынерционные и позволяют охватить широкий частотный диапазон колебаний с достаточно высокой стабильностью амплитудно-частотной характеристики.
Ключевые слова: *датчик, акселерометр, амплитуда, вибродиагностика, вибросигнал, колебания упругие*

Постановка задачи

Процессы, происходящие в двигателях внутреннего сгорания, сопровождаются генерированием большого числа колебательных процессов, причем, эти колебания генерируются различными механизмами, устройствами и динамическими процессами, происходящими внутри цилиндра двигателя. При этом следует учитывать, что генерируемые колебания изначально имеют разную амплитуду, частоту и, кроме того, среда их распространения неоднородна.

В связи с этим одним из важнейших вопросов является правильный выбор средств и аппаратурного обеспечения индикации, фиксации и регистрации данных упругих колебаний с возможностью дальнейшей обработки и количественной оценки параметров вибросигнала в зависимости от режимов работы ДВС. Одним из важнейших элементов является датчик.

Данная работа посвящена анализу существующих датчиков, с помощью которых можно воспринимать упругие колебания и преобразовывать их в электрические сигналы.

Цель работы

Цель работы – сравнительное рассмотрение возможности использования датчиков различного типа для регистрации вибросигналов, возникающих при работе ДВС.

Основная часть

В виброметрической практике используются три величины, описывающие механические колебания:

1) вибросмешение – расстояние при движении измерительной точки относительно ее нормального положения в состоянии покоя;

2) виброскорость – скорость движения измерительной точки;

3) виброускорение – скорость, с которой изменяется скорость движения измерительной точки во времени.

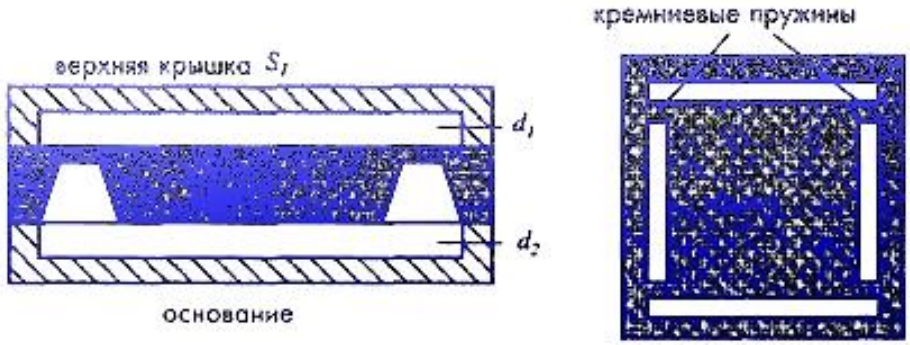
На основании литературных источников было определено, что наиболее приемлемыми для регистрации упругих колебаний являются датчики-акселерометры, фактически измеряющие ускорения в колебательных процессах. Их типы и конструкции и будут рассмотрены в данной статье.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Емкостные акселерометры

В состав всех акселерометров входит специальный элемент, называемый инерционной массой, движение которой отстает от движения корпуса. И независимо от конструкции датчика ускорений его основная цель заключается в детектировании перемещения этой массы относительно корпуса устройства и преобразовании его в пропорциональный электрический сигнал. Поэтому другой составной частью всех акселерометров является детектор перемещений, способный измерять микроскопические амплитуды вибрационных колебаний или линейных ускорений. Емкостной метод преобразования перемещений в электрический сигнал является самым проверенным и надежным. Емкостной датчик ускорений состоит, по крайней мере, из двух пластин: стационарной, часто соединенной с корпусом, и свободно перемещающейся внутри корпуса, к которой подсоединена инерционная масса. Эти пластины формируют конденсатор, величина емкости которого зависит от расстояния d между пластинами, а значит, и от ускорения движения, испытываемого датчиком. Максимальное перемещение, определяемое емкостным акселерометром, редко превышает 20 мкм. Следовательно, в таких датчиках всегда необходимо компенсировать дрейф различных параметров, а также подавлять всевозможные помехи. Поэтому обычно акселерометры имеют дифференциальную структуру, для чего в их состав вводится дополнительный конденсатор, емкость того должна быть близка к емкости основного конденсатора. При этом напряжения на конденсаторы подаются со сдвигом фаз 180°. Тогда величина ускорения датчика будет пропорциональна разности значений емкостей конденсаторов.

На рис. 1, *а*) отображено поперечное сечение емкостного дифференциального акселерометра, в котором инерционная масса расположена между верхней крышкой и основанием. Масса поддерживается четырьмя кремниевыми пружинами (рис. 1, *б*). Верхняя крышка и основание отделены от массы расстояниями d_1 и d_2. Все три элемента изготовлены методами микротехнологий на одной кремниевой подложке. На рис. 2 отображена упрощенная схема преобразователя емкость-напряжение.



а) *б)*

а) – поперечное сечение акселерометра, б) – вид сверху на инерционную массу, поддерживаемую четырьмя кремниевыми пружинами

Рис. 1. Емкостный акселерометр с дифференциальным конденсатором

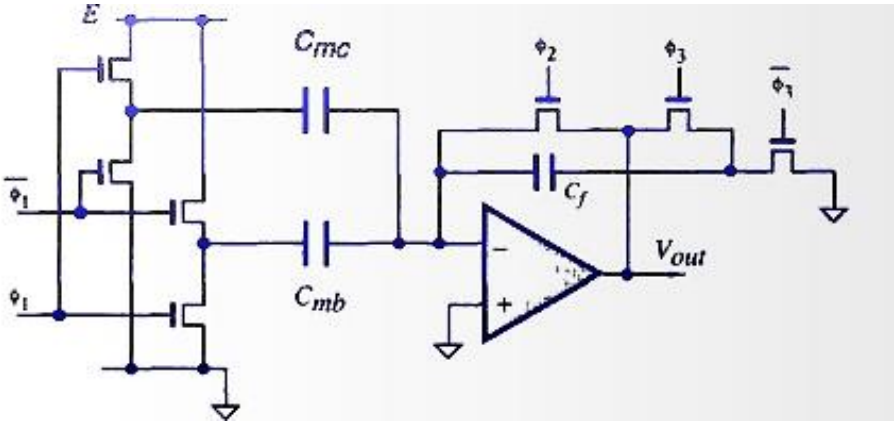


Рис. 2. Схема преобразователя емкость-напряжение, реализуемая на одной кремниевой подложке с датчиком

Площадь пластины конденсатора C_{mc}, образованного массой и верхним электродом, равна S_1 а площадь пластины второго конденсатора C_{mb}, образованного массой и основанием - S_2 При движении массы по направлению к верхнему электроду расстояние d_1, уменьшается на Δ, а расстояние d_2 увеличивается на ту же самую величину. Значение Δ равно механической силе F_m, действующей на массу, деленной на коэффициент упругости *k* кремниевой пружины:

$$\Delta = \frac{F_m}{k} \tag{1}$$

Строго говоря, эквивалентная схема акселерометра справедлива только тогда, когда на положение массы не влияют электростатические силы (т.е. когда емкость конденсаторов линейно зависит от F_m. Акселерометр стоит на входе управляемого суммирующего усилителя, выходное напряжение которого зависит от значений конденсаторов и, следовательно, от силы:

$$V_{out} = 2E\frac{C_{cm} - C_{mb}}{C_f} \tag{2}$$

Уравнение справедливо только при малых изменениях емкостей датчика. Выходной сигнал акселерометра также зависит от температуры и рассогласования значений конденсаторов. Рекомендуется проводить калибровку таких сенсоров во всем температурном диапазоне и осуществлять соответствующую коррекцию выходного сигнала во время измерений. Другой эффективный способ повышения стабильности устройства – разработка системы самокалибровки, позволяющей компенсировать влияние электростатических сил, возникающих, когда на верхнюю крышку или на основание подается высокое напряжение [1].

Пьезорезистивный акселерометр

Акселерометры пьезорезистивного типа бывают двух видов конструкций:

- мостового типа;
- кантилеверного типа.

Обе конструкции представляют собой уникальную трехслойную кремниевую структуру. На монолитной подложке располагается чувствительный слой. Сверху система закрывается кремниевой крышкой. Различие конструкций заключается в чувствительном слое. Чувствительный слой первого (мостового) типа представляет собой кремниевую рамку, к которой при помощи микробалок крепится инерционная масса (рис. 3).

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

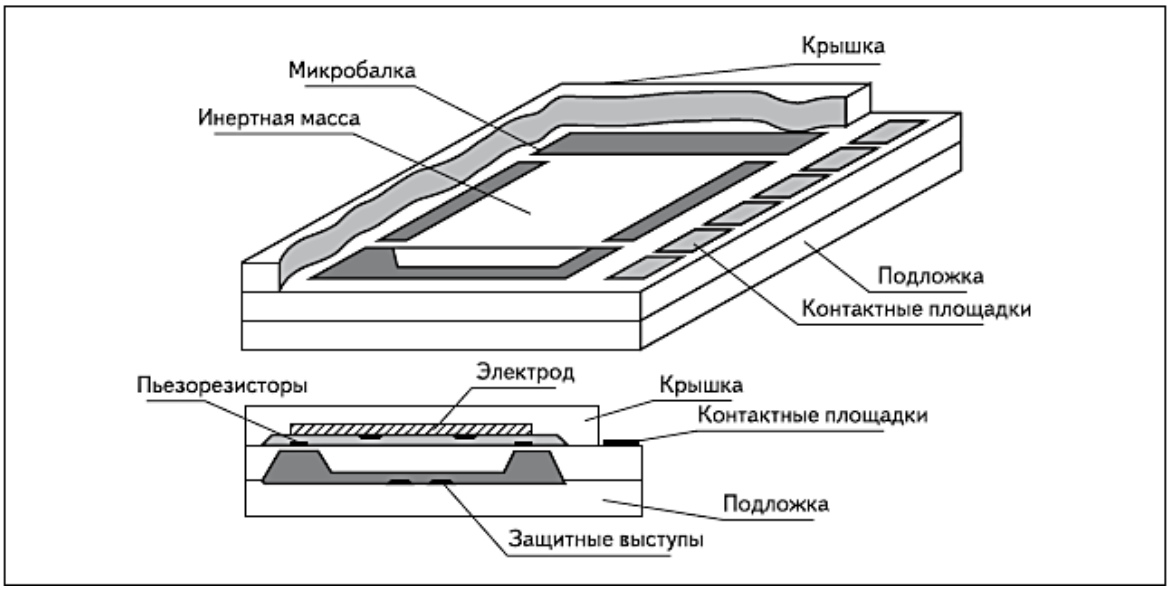


Рис. 3. Общий вид ЧЭ мостового типа

На микробалках методом ионной имплантации выполнены пьезорезисторы. На каждой микробалке размещается по два пьезорезистора: один на стыке микробалки и инерционной массы (m-типа), второй на стыке микробалки и кремниевой рамки (f-типа). Для измерения пьезорезисторы включены в мост Уинстона. Причем каждое плечо содержит пьезорезисторы одного типа: либо f, либо m, по два в каждом плече (рис. 3).

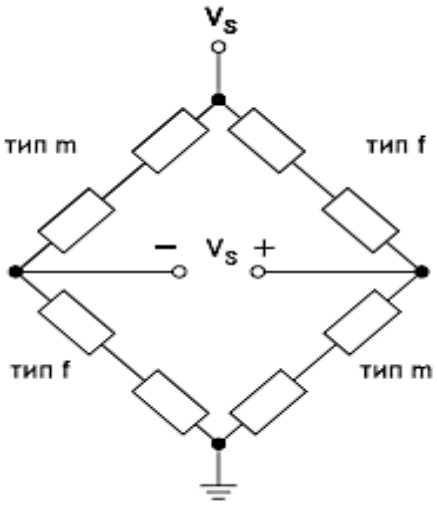


Рис. 4. Мостовая схема

Для соединения резисторных плеч разных типов использована дифференциальная схема. Такое исполнение позволяет достигать чувствительности порядка 1% к ускорению вне чувствительной оси и устранять значимые внеосевые резонансы.

Во втором типе чувствительного слоя отсутствует двусторонняя поддержка. Инерционная масса крепится к кремниевой рамке при помощи кантилевера. На кантилевере расположен всего один пьезорезистор (рис. 5).

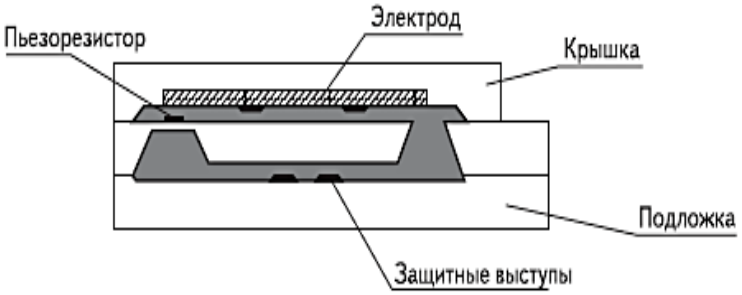


Рис. 5. Поперечный разрез ЧЭ кантилеверного типа

Следовательно, отсутствует и гашение ускорения вне чувствительной оси. Внеосевое ускорение до некоторой степени уменьшают посредством установки кристалла во время производства таким образом, чтобы центр массы кантилевера и центр инерционной массы были компланарны. Обычно угол установки составляет от 3° до 8° между плоскостями. Крышка в обоих типах ЧЭ имеет одинаковую структуру и выполняет несколько задач:

– отверстия, вытравленные на нижней поверхности крышки, обеспечивают пневматическую амортизацию резонансных пиковых перемещений инерционной массы;

– небольшие защитные выступы на крышке и подложке ограничивают движение массы с двух сторон;

– электрод, расположенный с нижней стороны, обеспечивает функцию самоконтроля;

– осуществляется механическая защита измерительной структуры.

Благодаря защитным выступам появилась возможность применять акселерометры в более жестких условиях. Так, акселерометры могут подвергаться перегрузкам (сотрясениям), намного превосходящим верхнюю границу динамического диапазона датчика ускорения. Примером может послужить поведение акселерометра марки 3021, рассчитанного на ускорения до 5 g, при ударе 112 g (рис. 6.) [2].

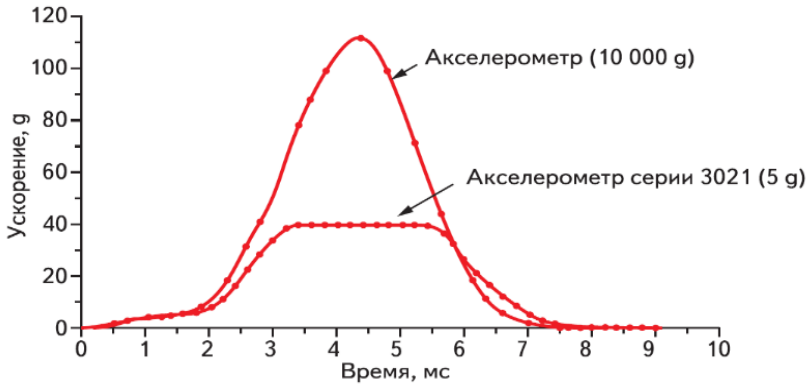


Рис. 6. Поведение акселерометра марки 3021 (5 g) при сверхнагрузке

Пьезоэлектрический акселерометр

Акселерометр содержит поджатые к основанию корпуса пьезочувствительный элемент, работающий на сжатие-растяжение, и инерционный элемент, соединенные электрически параллельно. При этом их вектора поляризации ориентированы вдоль оси чувствительности акселерометра и направлены в разные стороны, и инерционный элемент выполнен из монокристаллического диэлектрика – пьезоэлектрического материала. Изобретение позволяет повысить осевую чувствительность акселерометра при сохранении его габаритов и массы, уменьшить величину смещения нулевой линии практически до 0.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

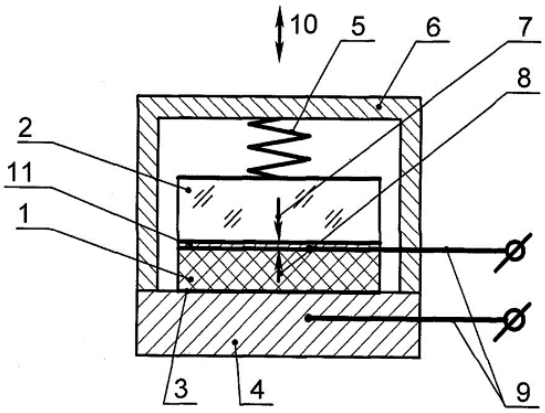


Рис. 7. Схема пьезоэлектрического акселерометра

Пьезоэлектрический акселерометр содержит пьезочувствительный элемент 1 и инерционный элемент 2, поджатые к основанию 3 корпуса 4 посредством упругого элемента 5, например, пружины. Пьезочувствительный элемент 1 выполнен, например, из сегнетожесткого пьезокерамического материала – титаната натрия висмута (ТНАВ). Инерционный элемент 2 выполнен из монокристаллического диэлектрика – пьезоэлектрического материала, например, кварца.

Векторы поляризации 7 и 8, соответственно инерционного элемента 2 и пьезочувствительного элемента 1, ориентированы вдоль оси чувствительности 10 акселерометра и направлены в разные стороны.

Электроды (выделены основными линиями) указанных элементов соединены электрически параллельно. С помощью токосъемника 11, установленного между пьезочувствительным 1 и инерционным 2 элементами, обеспечивается электрическое соединение первой пары электродов, а с помощью пружины 5 и крышки 6 – соединение второй пары электродов. При этом корпус 4 и крышка 6 выполнены из токопроводящего материала. С помощью токовыводов 9 осуществляется электрический съем сигнала.

Пьезоэлектрический акселерометр работает следующим образом. При воздействии на акселерометр ударного ускорения большой амплитуды в направлении оси чувствительности 10 пьезочувствительный элемент 1 испытывает плоскопараллельное напряженно-деформированное состояние сжатия с минимальным смещением (разворотом) доменов от исходного состояния в силу того, что указанный элемент изготовлен из сегнетожесткого пьезокерамического материала и поджат к основанию 3 через инерционный элемент 2 из монокристаллического диэлектрика, обеспечивающего исключение сдвига поверхности контакта между ними.

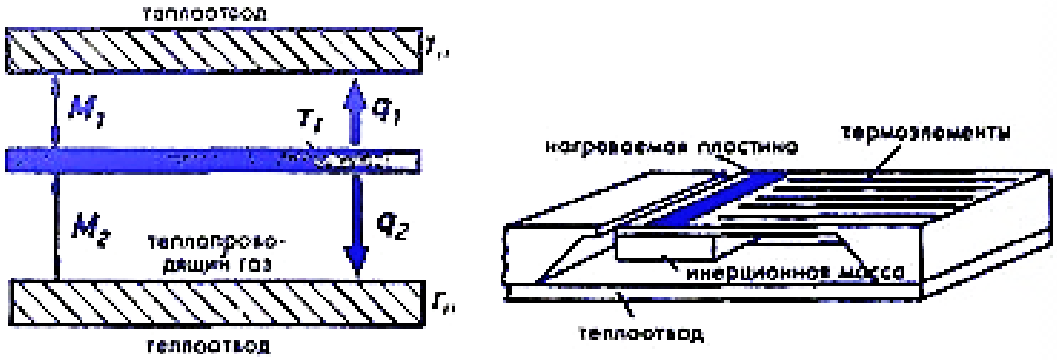
При таком напряженно-деформированном состоянии на электродах пьезочувствительного элемента 1 генерируется электрический заряд, пропорциональный воздействующему ускорению, с минимальным искажением (с минимальным смещением нулевой линии), чем и обеспечивается достоверность измерения. Одновременно с пьезочувствительным элементом 1 деформацию сжатия испытывает и инерционный элемент 2, на электродах которого также генерируется электрический заряд, пропорциональный воздействующему ускорению. Заряды пьезочувствительного и инерционного элементов, соединенных электрически параллельно, складываются, что увеличивает осевую чувствительность и повышает точность измерения [3].

Тепловые акселерометры

Принцип действия такого устройства основан на передаче тепла методом принудительной конвекции. Конвекция может быть естественной (обусловленной силой гравитации) и принудительной (для той требуется применение внешних устройств, к примеру, вентилятора). В акселерометрах с нагреваемым газом (АНГ) источником такой внешней силы является ускорение. Та-

кие датчики определяют внутренние изменения в процессах теплопередачи в замкнутом объеме газа. АНГ функционально эквивалентны традиционным акселерометрам с инерционной массой. В данном случае в роли инерционной массы выступает неравномерно нагретый газ. Такая инерционная масса обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционной твердотельной массой.

Тепловой акселерометр, как и любой другой датчик ускорений, состоит из инерционной массы, подвешенной на тонкой консольной балке, расположенной рядом с теплоотводящей пластиной или между двух теплоотводящих пластин (рис. 8). Масса и балка изготовлены методами микротехнологий. Пространство между ними заполнено теплопроводящим газом. Масса нагревается при помощи встроенного нагревателя до заданной температуры T_1. Когда ускорения нет, между массой и теплоотводами устанавливается тепловое равновесие: количество тепла q_1 и q_2 переданное пластинам через газ пропорционально расстояниям M_1 и M_2.



а) б)

а) – поперечное сечение нагреваемой части, б) – устройство датчика (отображено без крышки)

Рис. 8. Тепловой акселерометр

Температура в любой точке консольной балки, на которой закреплена инерционная масса, зависит от расстояния между ней и опорой x, а также от величины зазоров от нее до теплоотводов. Ее можно найти из дифференциального уравнения:

$$\frac{d^2T}{dx^2} - \lambda^2 T = 0 \tag{3}$$

где

$$\lambda = \sqrt{\frac{K_g\left(M_1 + M_2\right)}{L_{S1} D M_1 M_2}}, \tag{4}$$

где K_g и L_{S1} – коэффициенты теплопроводности газа и кремния;

D – толщина консольной балки.

Для граничных условий, при которых температура теплоотводов равна нулю, решение имеет вид:

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

$$T(x) = \frac{P \sin h(\lambda x)}{WDK_{S1}\lambda \cos h(\lambda L)}, \quad (5)$$

где W и L – ширина и длина балки;

P – тепловая мощность.

Для измерения температуры на балке формируется детектор температуры, в качестве того могут выступать интегрированные в балку диоды или нанесенные на ее поверхность последовательно соединенные термопары. Эта температура, преобразованная в электрический сигнал, и является мерой величины ускорения. Чувствительность тепловых акселерометров (порядка 1% от изменения выходного сигнала, отнесенного Kg) несколько ниже, чем у сенсоров ускорений емкостного и пьезоэлектрического типов, однако они менее подвержены влиянию температурных изменений окружающей среды, а также электромагнитных и электростатических помех [4].

Выводы

Вибросигнал представляет из себя упругие колебания, связи с чем наиболее приемлемые датчиками для фиксации этих колебаний являются акселерометры. Поскольку непосредственно составляющие воздействию упругих колебаний является ускорения.

Из рассмотренных акселерометров наиболее приемлемым является пьезоэлектрический акселерометр поскольку он практически температурно не чувствительный, без инерционный, и позволяет охватить широкий диапазон колебаний с достаточно высокой стабильностью амплитудно-частотной характеристикой.

Список литературы

1. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник Москва: Техносфера, 2005. — 592 с.

2. Акселерометры компании Measurement Specialties [Электронный ресурс]. – 2007. - Режим доступа: https://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2007_07_69.pdf.

3. Проектирование датчиков для измерения механических величин/Под ред. Е. П. Осадчего. —М. Машиностроение, 1979.—480 с.

4. Тепловые акселерометры [Электронный ресурс]. – 2006. - Режим доступа: http://datchikisensor.narod.ru/079.html.

5. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1981 г.— Т. 4. Вибрационные процессы и машины / Под ред. Э. Э. Лавендела. 1981. 509 с., ил.

6. Петрухин В.В., Петрухин С.В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации: учебное пособие. - Москва: Инфра-Инженерия, 2010. - 176 с.: ил.

7. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: Учеб, пособие / СПб. СПбГМТУ, 2004, 156 с.

Прилепський Ю.В., Маренич А.С., Ткачов А.С. Вибір датчиків для вібродиагностики автомобільних двигунів внутрішнього згорання

Анотація*. В статті представлений аналіз датчиків, які теоретично можна використовувати для фіксації запису візуального спостереження та аналізу вібросигналу. Проведені порівняльні оцінки датчиків різного типу дозволили зупинити вибір на датчиках прискорення (ацелерометрів), які володіють перевагами перед іншими типами датчиків, оскільки вони температурно не чутливі, майже без інерційні , та дозволяють охопити широкий діапазон коливань з досить високою стабільністю амплітудно-частотної характеристики.*

Ключові слова: *датчик, акселерометр, амплітуда, вібродіагностика, вібросигнал, коливання*

Prilepskii Yu.V., Marenich A.S., Tkachev A.S. Selection of sensors for vibrodiagnostics of automotive internal combustion engines

Annotation. *The article presents an analysis of sensors that can theoretically be used for fixing record of visual observation and vibration analysis. Conducted comparative evaluations of sensors of various types allowed to stop the choice on acceleration sensors (accelerometers), which have advantages over other types of sensors, since they are practically temperature-insensitive, non- inertial and allows to cover a wide range of oscillations with sufficiently high stability of the amplitude-frequency characteristic.*

Keywords: *sensor, accelerometer, amplitude, vibrodiagnostics, vibration signal, oscillations*

Стаття надійшла до редакції 02.11.2017 р.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

656.212.7.073

МИХАЙЛОВ Д.С.,
Сибирский Государственный Университет Путей Сообщения,
г. Новосибирск, Российская Федерация

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ СТАНЦИИ Н С НЕИСПРАВНЫМИ ВАГОНАМИ

Станция Н находится в составе К-го региона управления железной дороги З и относится к Н-му центру организации работы железнодорожных станций. Станция Н является двухсторонней грузовой станцией 1 класса с параллельным расположением парков, с внутренним расположением главных путей. В связи с большим объёмом маневровой работы по подаче и уборке вагонов нерабочего парка, в данной статье рассматриваются предложения по улучшению существующей технологии работы на станции Н. Рассмотренные мероприятия имеют положительный экономический эффект, а также повышение эффективности работы станции в целом и улучшению качественных и количественных показателей работы.
Ключевые слова: *грузовая станция, маневровая работа, подача вагонов, уборка вагонов, вагоны нерабочего парка.*

Постановка задачи

Обоснование технологии маневровой работы с неисправными вагонами на станции Н.

Цель работы

В рамках данной работы рассматривается выбор рациональных решений по изменению технологии работы станции Н по подачи и уборки вагонов нерабочего парка.

Основная часть

ВРК-2 арендует на станции Н тупиковые пути №9с и №10с для отстоя и накопления вагонов, требующих деповского ремонта. Эти пути примыкают стрелочным переводом № 81 в парке Б к 34 соединительному пути. Заезд на эти пути осуществляется с нечетной стороны по 3 главному пути. Депо ВРК-2 примыкает к парку А, где заезд осуществляется с четной стороны. Такое примыкание путей №9с и №10с, усложняет перестановку неисправных вагонов в депо. Так же с таким примыканием этих путей не предоставляется возможность осуществлять маневровые операции методом одиночных толчков, которые производятся с четной стороны станции с движением вагонов в сторону путей №9с и №10с.

К 1 пути парка Б предлагается примкнуть тупиковые пути 10С и 9С с четной стороны. При вводе в эксплуатацию указанного путевого развития, появится возможность во время маневровых операций методом одиночных толчков направлять неисправные вагоны, адресованные на ВРК-2, на пути 10С и 9С. Такое путевое развитие исключает потребность в перестановке неисправных вагонов после маневровых операций с заездом маневрового локомотива с нечетной стороны на пути 10С и 9С. Кроме того, это дает возможность перестановки неисправных вагонов с путей 10С и 9С с четной стороны на пути ВРК-2 с использованием одного маневрового локомотива, вместо двух.

Для того, чтобы определить, сколько времени чистого хода локомотива с 10 неисправными вагонами из парка Б на ВРК-2 можно будет сэкономить, осуществляя подачу вагонов с новым путевым развитием, необходимо определить расстояние следования вагонов по двум вариантам – с нечетной стороны и четной с новым путевым развитием соответственно [1-3]. На рис.1

представлена схема продвижения неисправных вагонов по существующему варианту, а на рис.2 представлена схема продвижения вагонов по предлагаемому варианту.

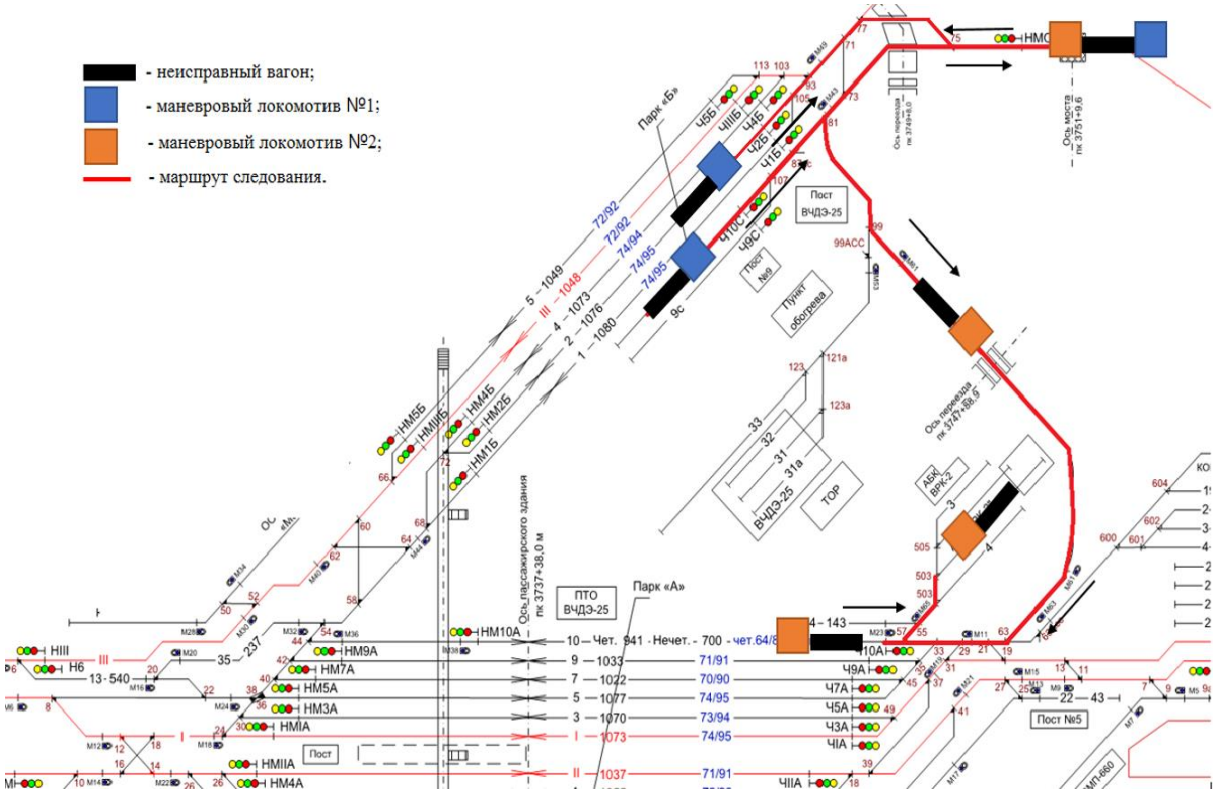


Рис.1. Схема продвижения неисправных вагонов на ВРК-2 с нечетной стороны (вариант1)

Для определения затрат локомотиво-минут на подачу вагонов по существующей и предлагаемой технологиям подачи вагонов на ВРК-2 были составлены технологические карты [3-6].

Протяжённость следования локомотива с неисправными вагонами для деповского ремонта по существующему варианту составляет – 5359 м.

Если предположить, что путь 10С и 9С примыкает к 1 пути парка Б, то возможна подача неисправных вагонов с четной стороны на ВРК-2 по предлагаемому варианту, тогда протяжённость следования неисправных вагонов составляет – 2460 м.

Перестановка неисправных вагонов локомотивом на пути отстоя 10С и 9С не осуществляется, поскольку появляется возможность во время маневровых операций методом одиночных толчков направлять неисправные вагоны, адресованные на ВРК-2, на пути отстоя 10С и 9С.

При подаче неисправных вагонов на ВРК-2 по предлагаемому варианту расстояние следования сократится на – 2899 м.

При подаче неисправных вагонов на путь отстоя 10С время следования составит 19,68 мин. на 10 вагонов.

Суммарное время на подачу вагонов на ВРК-2 с нечетной стороны составит 29,28 мин. на 10 вагонов. Общее время следования неисправных вагонов с 1 пути парка Б в ремонт на ВРК-2 составляет 48,96 мин. на 10 вагонов.

Суммарное время на подачу вагонов на ВРК-2 с четной стороны составит 22,08 мин. на 10 вагонов.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

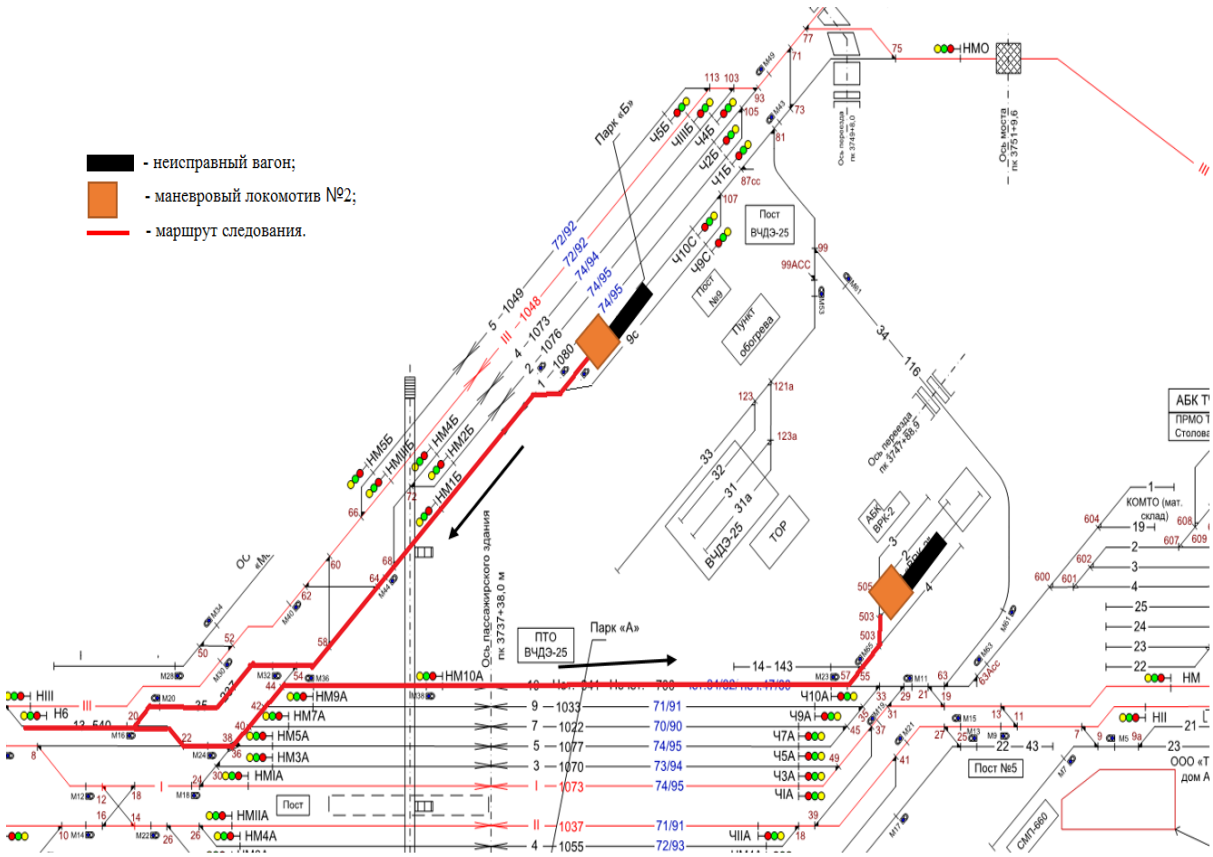


Рис.2. Схема продвижения неисправных вагонов на ВРК-2 с четной стороны (вариант 2)

Общая экономия времени подачи 10 вагонов на ремонт составит:

$$T^{эк} = 48{,}96 - 22{,}08 = 26{,}88 \text{ мин. на 10 вагонов}$$

Для изменения технологии подачи неисправных вагонов на деповской ремонт с четной стороны необходимо примкнуть пути 10С и 9С к 1 пути парка Б. Изменение путевого развития в парке Б по примыканию путей 10С и 9С к 1 пути возможно двумя вариантами. При первом варианте укладываются 2 новых стрелочных перевода с требующейся инфраструктурой, и тупиковые пути 10С и 9С становятся сквозными с примыканием к 1 пути парка Б. При втором варианте производится демонтаж стрелочных переводов с нечетной стороны СП №107, СП №81 и требующейся инфраструктуры и перенос для примыкания путей 10С и 9С к 1 пути парка Б с четной стороны.

Стоимость по переустройству путевого развития по 1 и 2 варианту на основании калькуляции, предоставленной ПЧ:

– стоимость по 1 варианту составляет 4696 тыс. рублей.

– стоимость по 2 варианту составляет 1866 тыс. рублей.

Стоимость переноса стрелочных переводов и соответствующей инфраструктуры (2 вариант) более чем в 2 раза ниже стоимости укладки новых стрелочных переводов и соответствующей инфраструктуры (1 вариант). Выбираем наиболее дешевый 2 вариант.

На рис.3 представлена фотография спутника с наложением примыкания путей 10С и 9С к 1 пути парка Б (с четной стороны).

Модернизация объекта основного средства увеличивает первоначальную стоимость проекта, поэтому при реализации 2 варианта принимаем срок полезного использования объекта 50

лет, рассчитаем годовую величину дополнительных амортизационных отчислений (при линейном методе начисления амортизации):

$$– А=\frac{1860000}{50}=37,32 \text{ тыс. руб.}$$

В нулевом году амортизационные отчисления составят:

$$– А=\frac{37,32}{12}\cdot 10=31.$$

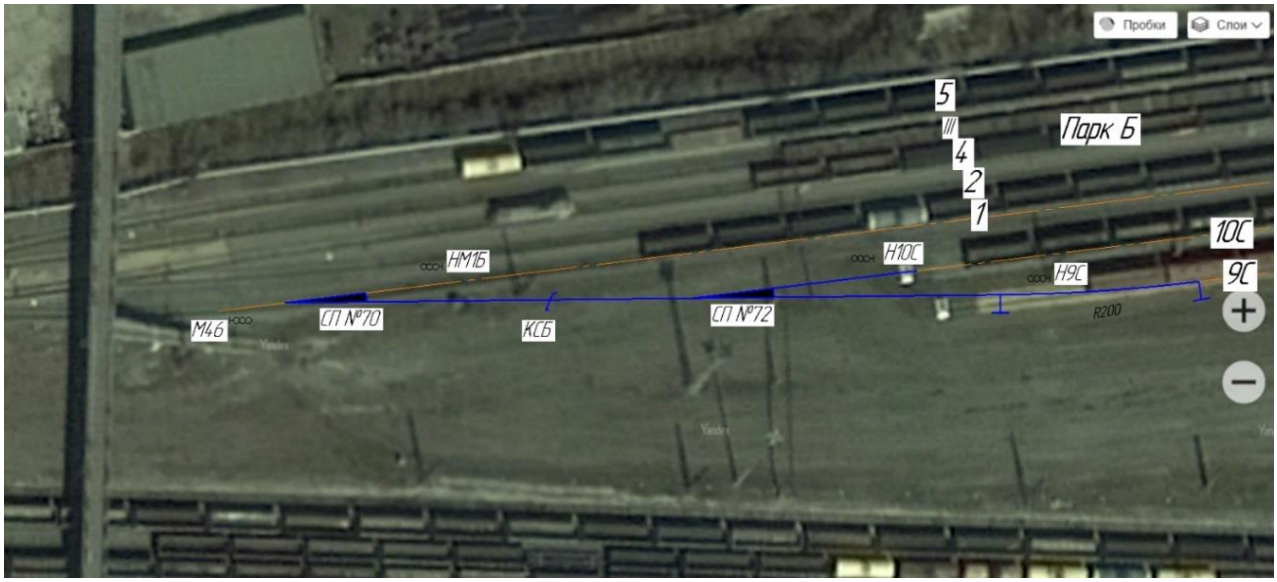


Рис.3. Примыкание путей 10С и 9С к 1 пути парка Б (с четной стороны)

По предлагаемой технологии передвижения неисправных вагонов на пути ВРК-2 время работы локомотива уменьшится на 26,88 мин за одну подачу. В сутки в среднем выполняется 1 подача на пути ВРК-2.

В год экономия локомотиво-часов составит:

$$Т_{эк(год)} = \frac{Т_{эк(сут)}}{60} \cdot 365 \quad (1)$$

где 60 – количество мин в часе;

365 – количество дней в году, дней.

$$Т_{эк(год)} = \frac{26,88}{60} \cdot 365 = 163,5 \text{ лок-ч/год.}$$

Экономия текущих расходов за счет сокращения локомотиво-часов маневровой работы составит:

$$Э_{л-ч}^{мр} = С_{л-ч}^{мр} \cdot Т_{эк(год)} \quad (2)$$

где $Э_{л-ч}^{мр}$ – стоимость локомотиво-часа маневровой работы, руб.

С учетом того, что в нулевом году осуществление проекта фактическая отдача на вложенный капитал начнется в виде экономии маневровой работы начнется через 2 месяца после начала переустройства путей, соответственно экономию текущих расходов в нулевом году рассчи-

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

таем лишь за 10 месяцев. Для расчетов воспользуемся расходной ставкой 1 локомотиво-часа маневровой работы за 2017 год – 2069,62 руб.

$$Э_{л-ч}^{мр} = 2069{,}62 \cdot 163{,}5 \cdot \frac{10}{12} = 281{,}99 \text{ тыс. руб.}$$

Для остальных лет горизонта планирования в расчетах учтем повышение расходной ставкой 1 локомотиво-часа маневровой работы на 3% в год.

Расчет экономической эффективности ИП осуществляется путем моделирования денежных потоков. В таблице 1 представлены денежные потоки по проекту.

Таблица 1

Денежные потоки по проекту, тыс. р.

Показатель	Номер шагов расчета (по годам)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Приток: Доходные поступления	282,0	339,4	340,4	341,4	342,5	343,5	344,5	345,6	346,6
Приток: Амортизационные отчисления	31,1	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3
Итого приток денежных средств (Rt) (стр.1+стр.2)	313,1	377,7	379,7	381,8	383,8	385,8	387,8	389,9	391,9
Отток: Эксплуатационные расходы ($З_t^*$) (амортизационные отчисления)	31,1	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3
Сальдо потока от операционной деятельности (Rt – Зt*) (стр.3 – стр.4)	282,0	340,4	342,4	344,4	346,5	348,5	350,5	352,6	354,6
Отток: Инвестиционные затраты (Kt)	1866,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Сальдо суммарного потока (стр.5 - стр.6)	-1584,0	340,4	342,4	344,4	346,5	348,5	350,5	352,6	354,6
Сальдо накопленного потока (ЧД)	-1584,0	-1243,6	-901,2	-556,1	-210,3	138,2	488,7	841,3	1195,9

В качестве основных показателей, используемых для расчета экономической эффективности ИП (без дисконтирования денежных потоков), рекомендуются:

– Чистый доход (ЧД):

$$ЧД = \sum_{t=0}^{T} \left(R_t - З_t \right); \tag{3}$$

$$ЧД = \sum_{t=0}^{T} \left(R_t - З_t^* \right) - \sum_{t=0}^{T} K_t \tag{4}$$

– Индекс доходности (ИД):

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^{T}\left(R_t - З_t^*\right)}{\sum_{t=0}^{T} K_t} \quad (5)$$

– Срок окупаемости (простой срок окупаемости, $Т_{ок}$):

$$\sum_{t=0}^{T_{ок}}\left(R_t - З_t^*\right) = \sum_{t=0}^{T_{ок}} K_t \quad (6)$$

Показатели и критерии экономической эффективности проекта приведены в таблице 2. Согласно критериям в таблице 2 проект эффективен по всем показателям.

Таблица 2

Показатели и критерии экономической эффективности ИП (статический метод оценки (без дисконтирования)

Показатель	Значение показателя	Критерии экономической эффективности	Вывод (проект эффективен/не эффективен)
Инвестиционные затраты по проекту, тыс. руб.	1866	-	-
Чистый доход (ЧД), тыс. руб.	1195,9	Проект признается эффективным в случае положительного значения ЧД	Эффективен
Срок окупаемости инвестиций ($Т_{ок}$), лет	5,6	При значении РР меньше горизонта планирования проект признается эффективным	Эффективен
Индекс доходности инвестиций (ИД)	1,64	Инвестиционный проект признается эффективным при значении ИД, превышающем 1	Эффективен

Согласно критериям в таблице 2 проект эффективен по всем показателям.

Выводы

В ходе выполнения работы получены следующие результаты:

1) общая экономия времени подачи 10 вагонов на ремонт составит 26,88 мин.;
2) в год экономия локомотиво-часов составит 163,5 лок-ч/год;
3) срок окупаемости предложенного проекта 5,6 лет;
4) согласно критериям проект эффективен по всем показателям.

Список литературы

1. Беляева, Т.В. Экономика отрасли: метод. указания [Текст] / Т.В. Беляева, Е.А. Северова, М.О. Северова. – Новосибирск: СГУПС, 2014. – 41 с.

2. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте Российской Федерации: утв. Минтрансом России 04.06.12: вступ. в силу с 01.09.12 [Текст]. – М., 2012. – 440 с. – Прил. № 8 к Правилам технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: утв. Минэкономики РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 № ВК 477 [Текст]. – М., 2000. – 422 с.

4. Нормы времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожных станциях ОАО «РЖД», нормативы численности бригад маневровых локомотивов: утв. ОАО «РЖД» 08.02.2007 [Текст]. – М., 2007. – 101 с.

5. ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://rzd.ru/

6. Типовой технологический процесс работы грузовой станции: утв. ОАО «РЖД» 27.12.07 [Текст]. – М., 2007. – 129 с.

Міхайлов Д.С. Пропозиції щодо поліпшення існуючої технології роботи станції Н з несправними вагонами

Анотація. *Станція Н знаходиться в складі К-го регіону управління залізниці З і відноситься до Н-му центру організації роботи залізничних станцій. Станція Н є двосторонньою вантажною станцією 1 класу з паралельним розташуванням парків, з внутрішнім розташуванням головних шляхів. У зв'язку з великим обсягом маневрової роботи з подачі та прибирання вагонів неробочого парку в даній статті розглядаються пропозиції щодо поліпшення існуючої технології роботи на станції Н. Розглянуті заходи мають позитивний економічний ефект, а також підвищення ефективності роботи станції в цілому і поліпшення якісних і кількісних показників роботи .*

Ключові слова: *вантажна станція, маневрова робота, подача вагонів, прибирання вагонів, вагони неробочого парку.*

Mihailov D.S. Proposals for improving the existing technology of the station with the bad-order wagons

Abstract. *Station H is located in the K-th region of the railway Z and to the N-th center of the organization of work of railway stations. Station H is a two-way freight station of Class 1 with a parallel arrangement of parks, with an internal location of the main roads. Due to the large amount of shunting work on feeding and cleaning of non-working fleet cars, this article discusses proposals for improving the existing technology at station N. The measures examined have a positive economic effect, as well as an increase in the efficiency of stations in general and an improvement in the quality and quantity of work.*

Keywords: *freight station, shunting work, wagon delivery, wagon cleaning, non-working fleet wagons.*

Стаття надійшла до редакції 27.11.2017 р.

УДК 656.212.7.073

ЮГРИНА О.П., к.т.н., доцент; ПИСАРЕВА И.Н.,
Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск, Российская Федерация

ВЗАИМОСВЯЗЬ СТАНЦИИ И ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО ПРИ РАБОТЕ КОРПОРАТИВНЫМ ПАРКОМ ЛОКОМОТИВОВ

Статья посвящена вопросам организации эксплуатационной работы с использованием корпоративного локомотивного парка. Авторы, выстраивая технологическую последовательность организации перевозок с использованием локомотивов грузового движения на Урало-Сибирском полигоне, определяют факторы, влияющие на эффективность эксплуатационной работы. Работа на рассматриваемом полигоне в основном осуществляется корпоративным парком локомотивами серии 2ЭС6 и ВЛ11. При увеличении гарантийного плеча и проведении ТО-2 в любом депо увеличились пробеги локомотивов между заходами в депо, а это способствовало возможности работы локомотивного парка на полигоне Западно-Сибирской, Свердловской и Южно-Уральской дорог. Наличие достаточного количества транзитных поездов с углем со станций Кузбасса в Европейскую часть страны на припортовые станции позволяет обеспечить пропуск поездов без смены локомотивов. Выделяя отдельные этапы грузовых перевозок, исследуются влияющие факторы и предлагают способы взаимодействия между технической станцией и локомотивным депо по подводу локомотивов и обеспечению их локомотивными бригадами, учитывая минимизацию эксплуатационных затрат.

Ключевые слова: *поездопотоки, вагонопотоки, корпоративный локомотивный парк, оперативное планирование, элементы простоя вагонов*

Постановка задачи

Уточнение горизонтальных связей управления процессом перевозок в рамках структурной реформы отрасли и определение порядка взаимодействия с разделением ответственности отдельных подразделений за своевременность отправления поездов.

Цель работы

В рамках данной работы определить влияющие факторов, а также способы взаимодействия при организации эксплуатационной работы корпоративным локомотивным парком с учетом минимизации затрат.

Основная часть

В настоящее время сеть железных дорог переходит к системной работе на региональном и полигонном уровнях управления, что позволит исключить необоснованные потери в продвижении поездопотока на основных направлениях сети железных дорог [1]. Обеспечение бесперебойного продвижения и рациональное планирование пропуска основного поездопотока на полигонном уровне, повышение маршрутной скорости, а также контроль использования локомотивного парка в значительной мере являются основными задачами по управлению станциями [2]. Для этого должны быть предложены новые подходы к оперативному контролю, нормированию, учёту и анализу работы технических станций. Рациональная организация работы на станции, использование подвижного состава и инфраструктуры характеризуются показателями простоя вагонов соответствующей категории. Время нахождения вагона на станции отражает качество применяемых технологических процессов, качество технического оснащения и эф-

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

фективность его использования, уровень применения передовых методов труда и технологической дисциплины. Это время зависит от мощности и характера перерабатываемых вагонопотоков, продолжительности технологических операций, загрузки технических средств и бригад, схемы станции, путевого развития парков станции. В сокращении простоя вагонов скрыты значительные резервы для улучшения всех сторон эксплуатационной работы.

На примере станции Входная, участвующей в пропуске и переработке транзитного вагонопотока, сопровождающейся сменой локомотивов, приведен расчлененный простой транзитного вагона с переработкой и без переработки по элементам технологического процесса в диаграммах на рис. 1 и 2.

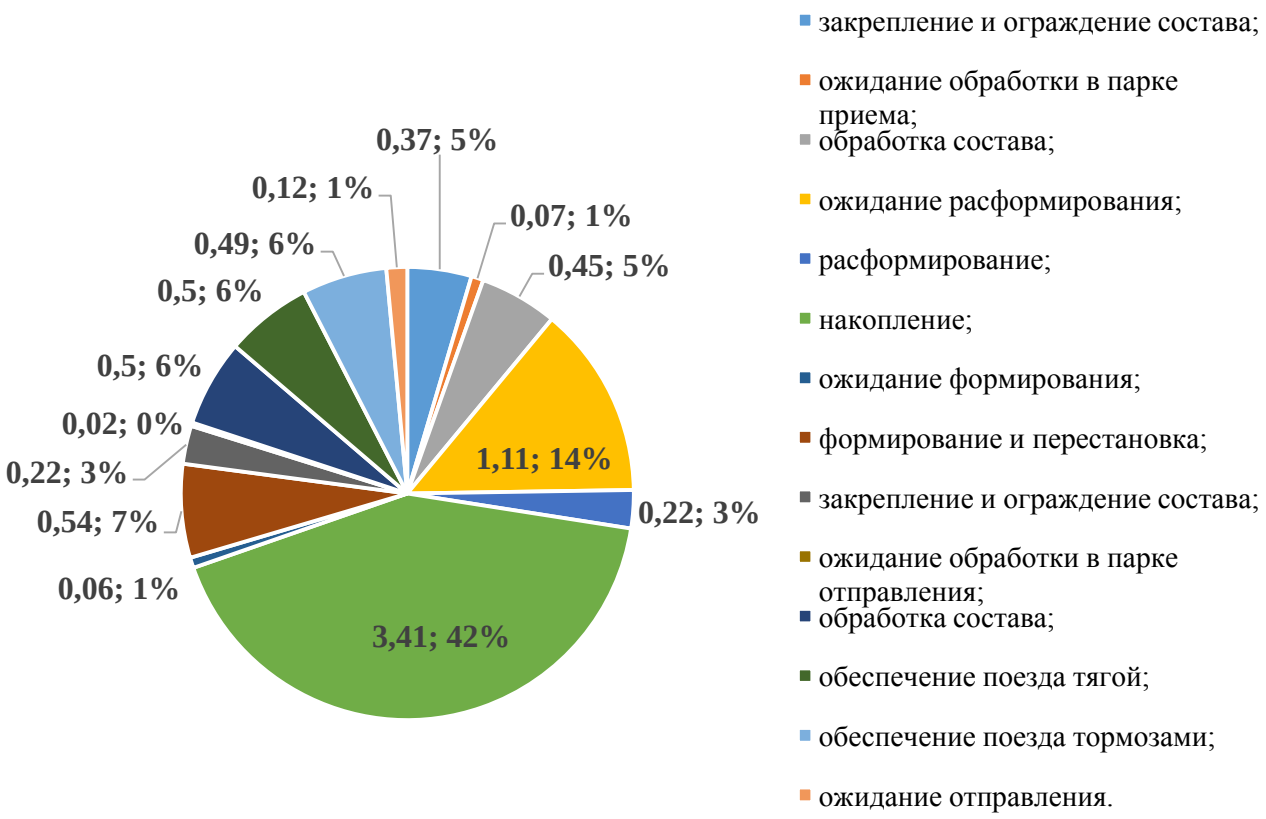


Рис. 1. Диаграмма простоя транзитного вагона с переработкой по элементам, час

Из диаграмм следует, что операции, зависящие от организации работы локомотивного парка, составляют 1,08 часа для формируемого поезда и 0,74 часа для транзитного поезда при смене локомотива.

Основная доля разборочного потока в четном направлении 45 поездов в сутки со стыка Исилькуль с Южно-Уральской дорогой и 10 поездов в сутки со стыка Называевская со Свердловской дорогой. Как правило, это пустые полувагоны. Поезда своего формирования следуют далее в четном направлении: 36 поездов - по Средне-Сибирскому ходу, а 20 - по Главному ходу. В нечетном направлении, в основном, проследует транзитный поток (отправительские маршруты с углем из Кузбасса) со Средне-Сибирского хода за Исилькуль и Называевскую. Вследствие разной длины прибывающих и отправляемых поездов наблюдается преобладание расформированных поездов, их количество колеблется от 44 до 82 поезда, а сформированных – от 47 до 76 поездов. Средний объем поездопотока – 62 расформированных поездов в сутки и – 61 сформированных. Предусматривается, что локомотивы от расформированных поездов могут использоваться для формируемых составов. Но в отдельные сутки присутствует неравномерность: возможен избыток до 7 локомотивов в сутки, а в другие периоды - недостаток до 6 локомотивов в

сутки. Также возможен отцеп по неисправности локомотива от транзитных поездов - до 2 локомотивов в сутки. Поэтому для станции необходим дополнительный подвод локомотивов из локомотивного депо Омск. Исследование объемов сформированных и расформированных поездопотоков по дням месяца приведено в диаграмме на рис. 3.

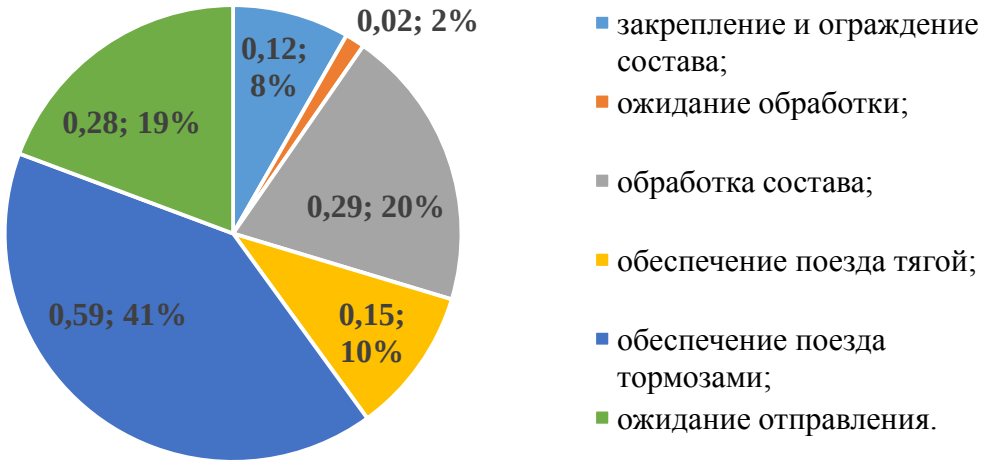


Рис. 2. Диаграмма простоя транзитного вагона без переработки по элементам, час

Работа на рассматриваемом полигоне Западно-Сибирской железной дороги в основном осуществляется корпоративным парком. В большей степени используются локомотивы серии 2ЭС6 и ВЛ11. Ранее применяемая технология работы локомотивного парка обеспечивала обращение локомотивов на участках железнодорожных линий, ограниченных станциями с оборотными депо, как правило, в пределах одной дороги. Техническое обслуживание в объеме ТО-2 и ТО-3 производилось только в депо приписки. Данная технология работы локомотива была предопределена ограниченностью пробега локомотива между ТО-2 и на нее опиралась система планирования и оперативного регулирования, поэтому не возникало необходимости подвода дополнительных локомотивов к сформированным или транзитным поездам. При сравнительно недавнем увеличении гарантийного плеча и необязательном проведении ТО-2 в депо приписки увеличились пробеги локомотивов между заходами в депо, что способствовало возможности работы локомотивного парка на полигоне трех дорог. Значительно повлияло на этот процесс и наличие достаточного количества транзитных поездов с вагонопотоком с углепогрузочных станций Кузбасса назначением в Европейскую часть страны, в том числе на припортовые станции.

Чтобы организовать работу локомотивов с учетом введения увеличенного гарантийного плеча, необходимо рассмотреть новую технологию работы локомотивов на тяговом плече, обеспечивающую повышение уровня эксплуатационной работы, оптимизацию участков обращения работы локомотивов и локомотивных бригад, равномерное продвижения поездопотоков и стабильность работы узлов и станций. На ее успешную реализацию влияет качество текущего, сменно-суточного и других видов планирования и своевременной постановки локомотивов на текущие осмотры (ТО-2,3) и текущие ремонты ТР-1, 2, 3. При расширении области работы локомотивов становится сложнее осуществлять планирование и оперативное регулирование. Это связано, прежде всего, с различиями полигонных технических мощностей и неравномерностью грузовых перевозок. В рамках структурной реформы в настоящее время уточняются горизонтальные связи управления процессом перевозок и порядок взаимодействия подразделений для

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

организации отправления поездов. Исходя из них, определяется ответственность отдельных подразделений за своевременность отправления поездов.

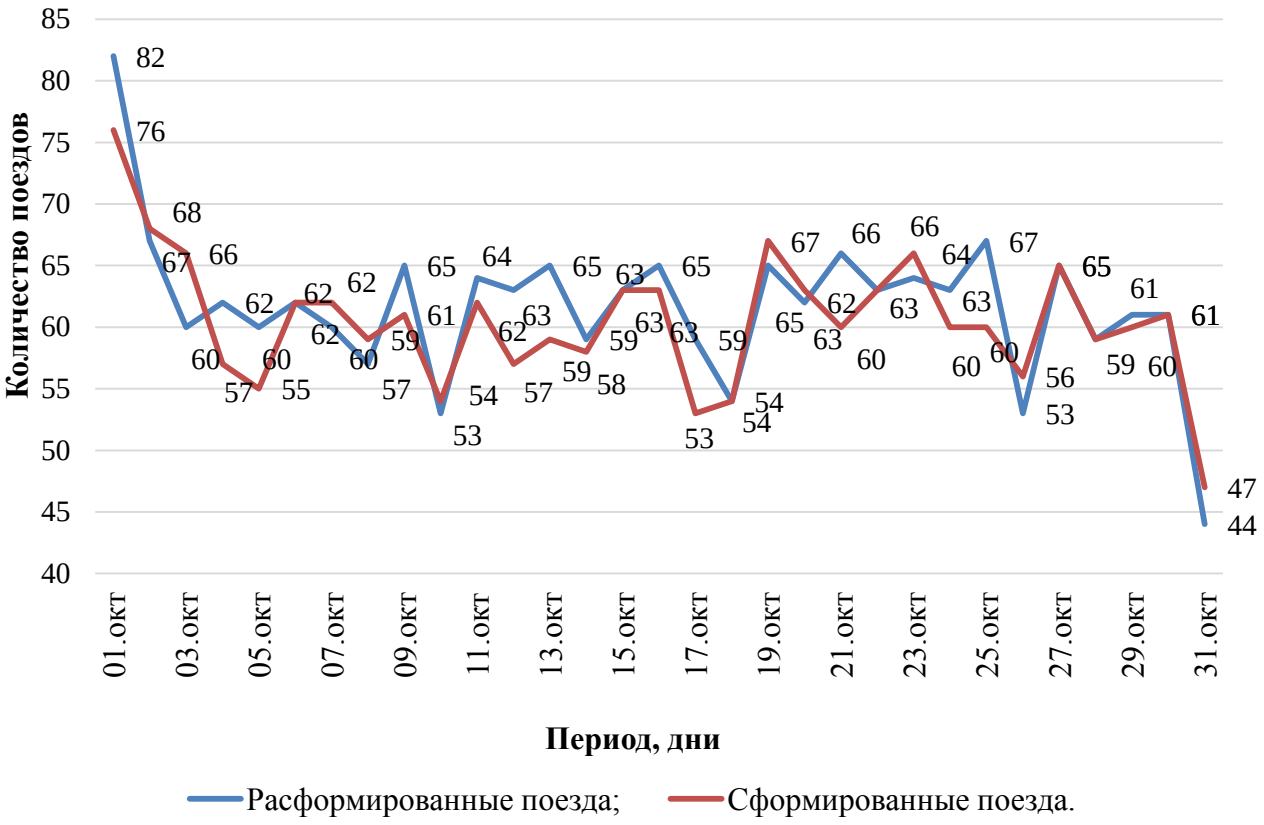


Рис. 3. Диаграмма количества сформированных и расформированных поездов на станции Входная

Своевременное отправление поездов со станции производится за счет предварительного подвода локомотивов и локомотивных бригад. В условиях использования корпоративного локомотивного парка планирование осуществляется через подразделение ЦУТР. На разработанной схеме приведен порядок обеспечения локомотивами всех категорий поездов. Для сформированных поездов локомотив используется от расформированных поездов. После отцепки от поезда в расформирование локомотив поступает в распоряжения дежурного по депо. ДСЦ осуществляет планирование отправления сформированных поездов и через ДСПП связывается с дежурным по локомотивному депо. Для транзитных поездов, как правило, производится только смена бригады. Планирование осуществляется через ДСП аналогично. Порядок планирования отправления грузовых поездов со станции приведен на схеме на рис. 4. В зависимости от изменений в оперативной обстановке требуется уточнение пониточного плана отправления грузовых поездов с пономерным прикреплением поездных локомотивов и по назначению явок локомотивных бригад, а также пономерных заданий по операциям с местными вагонами. Для выполнения данных задач задействованы диспетчеры локомотивного центра управления тяговыми ресурсами Урало-Сибирского полигона, старший диспетчер по управлению перевозками дирекции управления движением, диспетчеры локомотивных районов управления дирекции управления движением, дежурные эксплуатационных локомотивных депо и диспетчеры сервисных локомотивных ремонтных депо. Вся работа по планированию отправления поездов производится каждый час на 4-й час, то есть осуществляется прогнозирование за 3 – 4 часа.

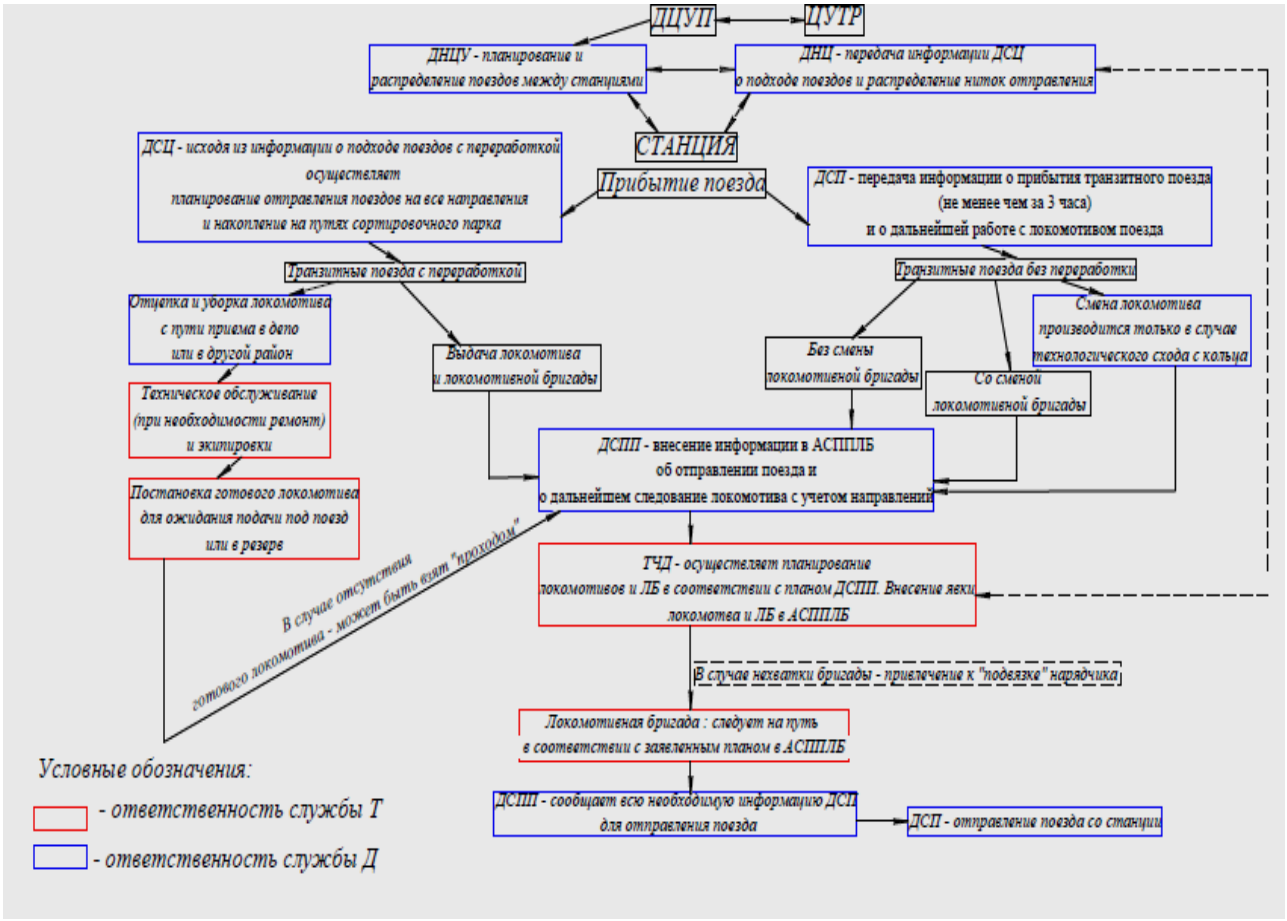


Рис. 4. Порядок планирования отправления грузовых поездов со станции Входная

Повышение качества планирование возможно при наличии своевременной информации о подходе поездов и наличии вагонопотока в них. Это позволит сократить элементы ожидания и затраты связанные с ним. Экономия увязывается с сокращением затрат связанных с заездом локомотива.

Регламент взаимодействия при планировании работы и подвязки под поезда локомотивных бригад предназначен для установления порядка взаимодействия работников дирекции управления движением, тяги и центра управления тяговыми ресурсами в вопросах обеспечениями тяговыми ресурсами предъявляемого объема перевозок. Последовательность действий и распределение обязанностей причастных отражена в приведенной ниже матрице. Матрица распределения ответственности между диспетчерским аппаратом центра управления тяговыми ресурсами и региональными дирекциями по ремонту тягового подвижного состава в части организации работы локомотивных бригад в Омском узле приведена на рис. 5.

Выводы

1) Для сокращения простоя вагонов на станции в "ожидании" поездного локомотива целесообразно наличие резервного локомотива, но в целом для дирекции управления движением излишнее содержание локомотива увеличивает эксплуатационные расходы.

2) Оптимальным решением будет совершенствование системы текущего планирования за счет повышения «глубины прогноза» используемой информации до 6 и более часов.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

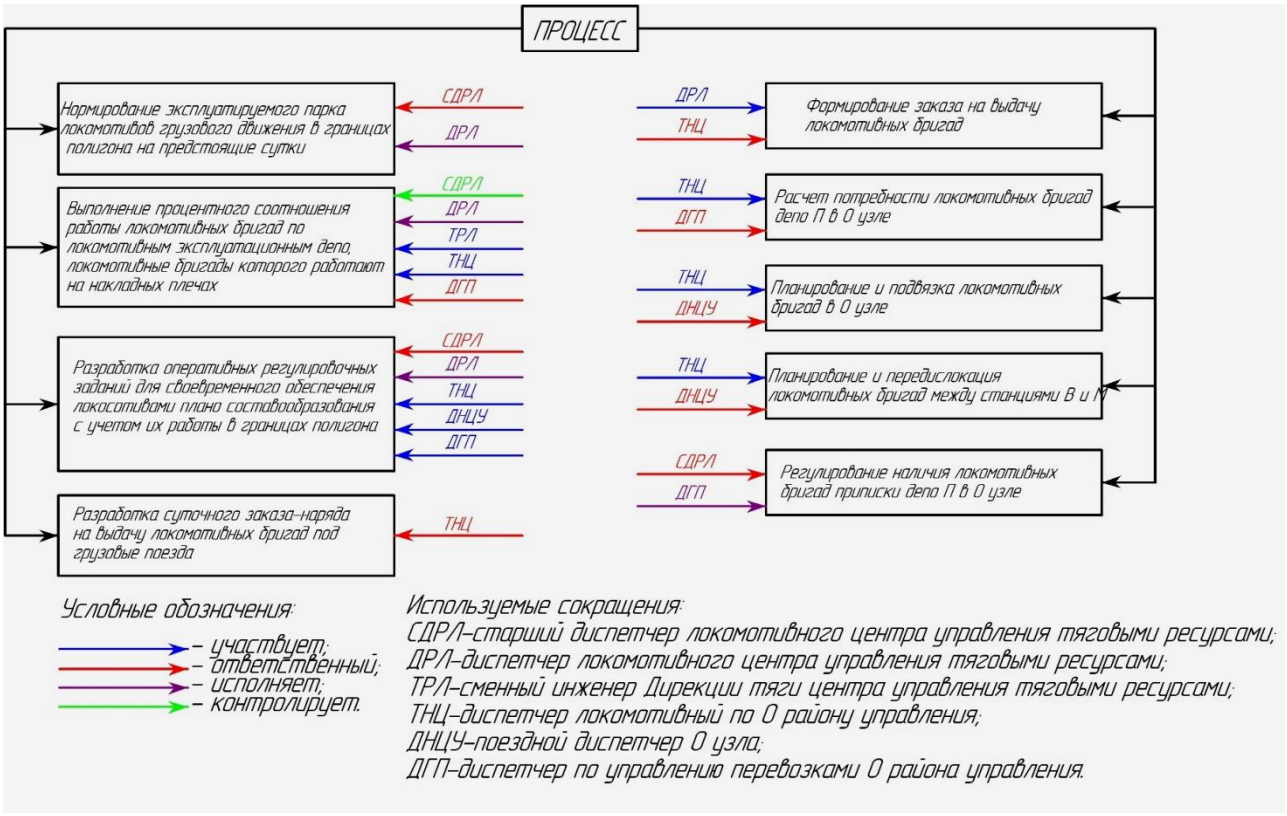


Рис. 5. Матрица распределения ответственности в части организации работы локомотивных бригад в Омском узле

Список литературы

1. Гапанович В.А. О проекте комплексной программы инновационного развития ОАО «РЖД» на период 2016-2020 годов / В. А. Гапанович. – Железнодорожный транспорт. – 2016. № 5. – С.4-10.

2. Иванов П.А. Организация перевозочного процесса / П. А. Иванов. – Железнодорожный транспорт. – 2017. № 2. – С.37-40.

Юргіна О.П., Пісарєва І.Н. Взаємозв'язок станції і локомотивного депо при роботі корпоративним парком локомотивів

Анотація. *Статтю присвячено питанням організації експлуатаційної роботи з використанням корпоративного локомотивного парку. Автори, вибудовуючи технологічну послідовність організації перевезень з використанням локомотивів вантажного руху на Урало-Сибірському полігоні, визначають фактори, що впливають на ефективність експлуатаційної роботи. Робота на даному полігоні в основному здійснюється корпоративним парком локомотивами серії 2ЕС6 і ВЛ11. При збільшенні гарантійного плеча і проведенні ТО-2 в будь-якому депо збільшилися пробіги локомотивів між заходами в депо, а це сприяло можливості роботи локомотивного парку на полігоні Західно-Сибірської, Свердловській і Південно-Уральської доріг. Наявність достатньої кількості транзитних потягів з вугіллям зі станцій Кузбасу в європейську частину країни на припортові станції дозволяє забезпечити пропуск поїздів без зміни локомотивів. Виділяючи окремі етапи вантажних перевезень, досліджуються фактори, що впливають і пропонують способи взаємодії між технічної станцією і локомотивних депо по підводу локомотивів і забезпечення їх локомотивними бригадами, з огляду на мінімізацію експлуатаційних витрат.*

Ключові слова: *поїздопотоки, вагонопотік, корпоративний локомотивний парк, оперативне планування, елементи простою вагонів*

Yugrina O.P., Pisareva I.N. Correlation between the station and the locomotive depot during work of the corporate fleet of locomotives

Abstract*. The article is devoted to the organization of operational work using a corporate locomotive fleet. Authors organize the technological sequence of the organization of transportation using locomotives of cargo traffic in the Ural-Siberian range and determine the factors affecting the efficiency of operational work. The work on the polygon is mainly carried out by the corporate park with locomotives of the series 2ЭС6 and ВЛ11. The increase of guarantee run and the maintenance of the ТО-2 in any depot are increased the locomotive run between the approaches to the depot, that is facilitated the operation of the locomotive fleet at the range of the West Siberian, Sverdlovsk and South Urals roads. The availability of a sufficient number of transit trains with coal from the stations of Kuzbass to the European part of the country to the port stations allows to ensure the passage of trains without uncoupling the locomotives. Authors separate stages of freight transport and research the influencing factors. In conclusion authors suggest the ways of interaction between the technical station and the locomotive depot for locomotive supply and providing them with locomotive brigades, taking into account the minimization of operating costs.*

Keywords*: train traffic, traffic volume, corporate locomotive fleet, operation planning, car detention*

Стаття надійшла до редакції 25.11.2017 р.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

УДК 62-592+629.017+629.113

ШКИЛЕВ Д.А., магистрант; СЕМЫКИНА А.С., аспирант;
ЗАГОРОДНИЙ Н.А., к.т.н., доцент;
Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова,
г. Белгород, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВАКУУМНОГО УСИЛИТЕЛЯ ТОРМОЗОВ НА ОСНОВЕ ПРОВЕДЕННОГО ТРИБОАНАЛИЗА

Проведен трибоанализ технической системы вакуумного усилителя тормозов сопряжения «толкатель-поршень». Определены зоны, наиболее подверженные истиранию рабочих поверхностей при воздействии нагрузок. Представлены способы повышения надежности сопряжения «толкатель-поршень».
Ключевые слова: *вакуумный усилитель тормозов, толкатель-поршень, трибоанализ, надежность, работоспособность.*

Постановка задачи

Эффективность функционирования тормозной системы зависит от уровня работоспособности и надежности ее элементов. Для обеспечения надежности требуется проведение исследований состояния узлов и деталей тормозной системы на всем периоде эксплуатации автомобиля и принятия мер для поддержания технически исправного состояния.

Вакуумный усилитель тормозов (ВУТ) является неотъемлемой частью тормозной системы автомобиля, который предназначен для облегчения усилия водителем на педаль и повышения эффективности торможения [1]. При возникновении отказов и неисправностей ВУТ требуется их незамедлительное устранение, т.к. при экстренном торможении при несправном вакуумном усилителе тормозов остановить автомобиль достаточно сложно [2]. Нарушение исправного технического состояния тормозной системы снижает безопасность движения на дороге и увеличивает вероятность возникновения ДТП.

Трибоанализ технической системы является основой для определения технического состояния узлов и агрегатов автомобиля и позволяет разработать комплекс мероприятия на основе полученных данных по повышению надежности и работоспособности. Поэтому проведений исследований технического состояния вакуумного усилителя тормозов с использованием трибоанализа является актуальной задачей.

Цель работы

В рамках данной работы рассматривается взаимодействие рабочих поверхностей толкателя и поршня вакуумного усилителя тормозов на основе проведения трибоанализа и разработки мероприятий по повышению надежности элементов.

Основная часть

Проведение трибоанализа технической системы вакуумного усилителя тормозов сопряжения «толкатель-поршень» позволяет определить изменения технического состояния выбранных элементов и выбрать наиболее эффективные пути повышения надежности. Для полного анализа и получения достоверных данных необходимо использование системного подхода, который рассматривает каждый элемент в целом, как механическую систему, независимую друг от друга. При увеличении уровня сложности системы увеличивается число проверяемых параметров для определения уровня надежности, работоспособности и долговечности. Иерархическая

структура уровня сложности определения технического состояния вакуумного усилителя тормозов при различных стадиях жизненного цикла указана в таблице 1.

Таблица 1

Иерархическая структура вакуумного усилителя тормозов

Уровень сложности	Стадия		
	конструирования	производства	эксплуатации
I Деталь	Толкатель		
II Сопряжение	Толкатель и поршень		
III Сборочная единица	Вакуумный усилитель тормозов		

Для повышения надежности вакуумного усилителя тормозов необходимо проводить комплексные исследования на всех уровнях сложности протекающих процессов в периоде эксплуатации. Протекающие процессы– процессы из-за которых происходит изменение технического состояния элемента. К ним можно отнести изнашивание деталей, старение и усталость материала, изменение физико-механических свойств при воздействии окружающей среды и др. Возникновение данных процессов снижают работоспособность ВУТ, что оказывает влияние на безопасность эксплуатации транспортного средства и всех участников дорожного движения.

Выявление закономерностей изнашивания ВУТ предоставляет возможность для расчета ресурса деталей и прогнозирования заранее возможных отказов и неисправностей. С учетом данной информации возможно регулирование периодичности технического обслуживания и ремонта системы, обеспечить рациональный режим трения деталей, рассчитать профили рабочих сопрягаемых поверхностей, подобрать соответствующие материалы и режимы приработки изделий [8,9].

В результате построения иерархической структуры ВУТ определим факторы, влияющие на долговечность сопряжения «толкатель-поршень», указанные на рисунке 1.

На схеме представлены показатели, характеризующие исходное состояние ВУТ (блок I), показатели, определяющие условия работы и режим взаимодействия деталей (блок II) и показатели, характеризующие изменение состояния элементов в процессе эксплуатации (блок III). Взаимодействие входных и выходных параметров указывается стрелками на схеме.

Для технической системы III-го уровня сложности разработка мероприятий по обеспечению работоспособности ВУТ должна основываться на результатах исследований систем уровней I и II.

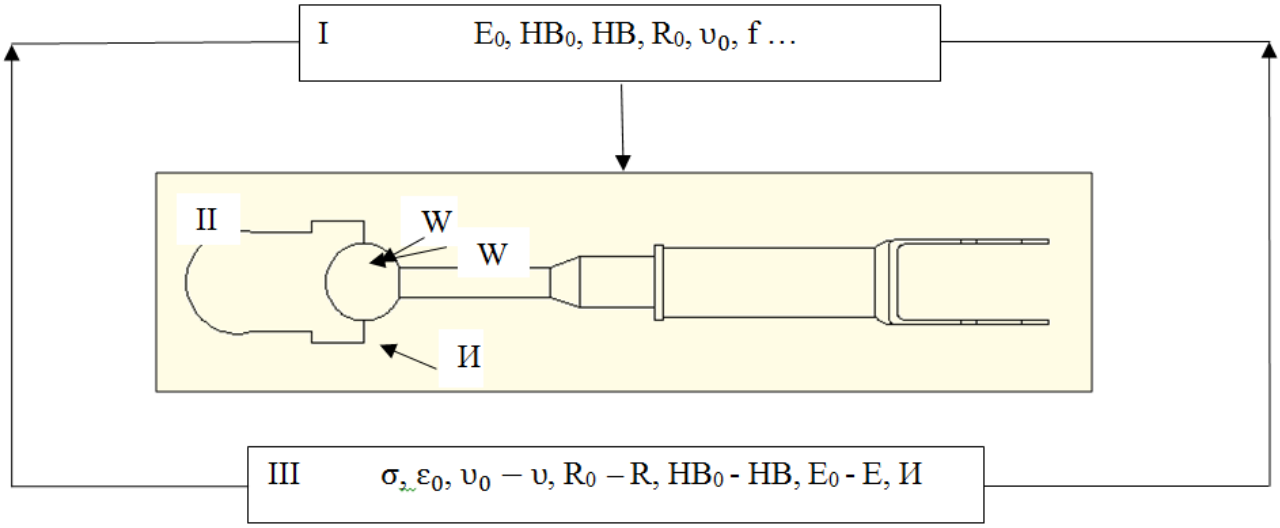
На основе полученных данных в результате проведенного трибоанализа возможно разработать комплекс мер по обеспечению надежности сопряжения «толкатель-поршень» на стадиях конструирования, производства и эксплуатации [4]. Изначально выбрать необходимый материал, выдерживающий соответствующие нагрузки, выбрать методы изготовления деталей и режимы их обработки, установить периодичность обслуживания для поддержания технически исправного состояния.

Применяемый трибоанализ позволит определить предельное состояние элементов ВУТ и спрогнозировать возникновение возможных отказов, что позволит своевременно принять решение для устранения возникшей неисправности.

С помощью АРМ WinMachine модуля АРМ Studio была построена твердотельная модель сопряжения «толкатель-поршень» вакуумного усилителя тормозов, указанная на рисунке 2.

В ходе проведения расчетов были приложены нагрузки: распределительная сила 60 Н и давление 70 Н.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)



E_0, HB_0, HB, R_0, υ_0, f, E, R, υ – исходные и рабочие значения модуля упругости, твердости поверхности, высоты микронеровностей и вязкости смазочного материала; f – коэффициент трения, σ – внутренние напряжения, ε – остаточные деформации, И – износ, N – нагрузка, υ – скорость, W – влажность, W_a – концентрация абразивных частиц.

Рис. 1. Схема трибоанализа механической системы I - III уровня сложности

При торможении возможно истирание рабочих поверхностей толкателя и поршня ВУТ, т.к. они испытывают высокие нагрузки, несмотря на то что «толкатель-поршень» – неразборное соединение. Истирание поверхностей приводит к заеданию перемещения данного сопряжения [3,6]. Давление тормозной жидкости к тормозным цилиндрам, создаваемое толкателем и поршнем при изношенных поверхностях уменьшается [7]. При этом увеличивается сила нажатия водителем на педаль и снижается эффективность тормозной системы в целом.

На рисунке 2 представлено поведение сопряжения «толкатель-поршень» при различных воздействиях.

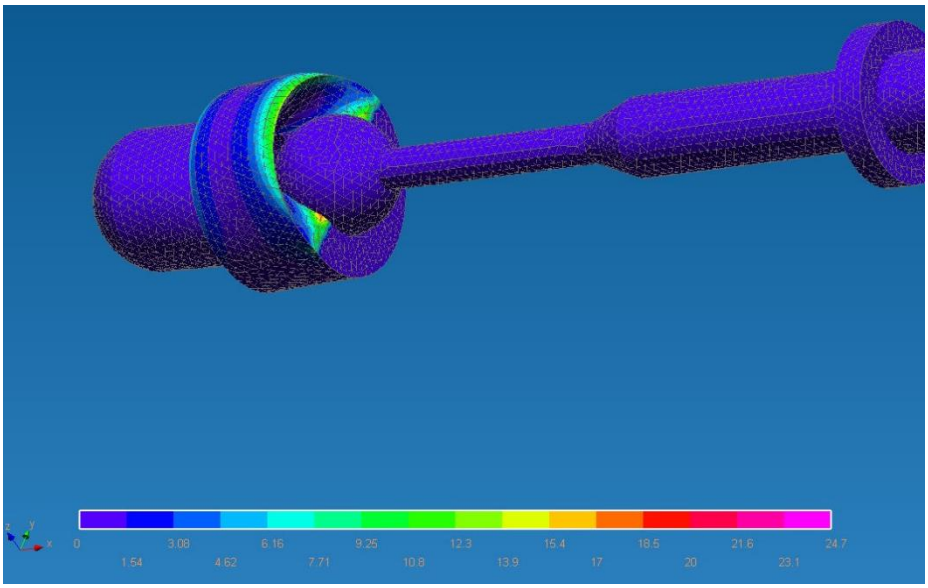


Рис. 2. Главное напряжение в сопряжении «толкатель-поршень»

Еще одной причиной неисправностей толкателя и поршня является отсутствие разности давления в вакуумной и атмосферной камерах. В этом случае затрудняется движение сопряжения «толкателя-поршня».

Выводы

Трибоанализ позволяет провести исследование технического состояния вакуумного усилителя сопряжения «толкатель-поршень», определить долговечность элементов на микроуровне, что дает возможность обосновать комплекс мер по обеспечению их работоспособности.

Трибоанализ позволяет разработать способы, методы повышения надежности ВУТ.

При рассмотрении рабочих поверхностей толкателя и поршня были определены очаги возникновения повреждений в соответствии с рисунком 2.

Для обеспечения работоспособного состояния рассмотренного повреждения необходимо на стадии конструирования выбирать соответствующие материалы и защитные покрытия, которые смогут выдерживать высокие нагрузки. При проектировании проводить расчет износостойкости и прочности деталей. На стадии производства выбирать необходимые виды обработки детали, режима обкатки для увеличения прочностных свойств, зон наиболее нагруженных, при движении сопряжения [5].

Для контроля за техническим состоянием ВУТ проводить контрольно-диагностические работы для своевременного обнаружения неисправностей, регулярное ТО элементов тормозной системы и при необходимости, текущей ремонт с заменой вышедшей из строя детали на новую с использованием качественных запасных частей.

Список литературы

1. Майков Д.Ю. Анализ тормозных систем современных автомобилей / Д.Ю. Майков // Сборник международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова – Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. - С. 769-773;

2. Михайлов В.М. Повышение качества работы тормозной системы автомобилей / В.М. Михайлов // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях X сборник статей: в 2-х частях. ФГБОУ ВПО "Донской государственный технический университет", Технологический институт сервиса (филиал). 2016. С. 188-192;

3. Семыкина А.С. Определение возможных неисправностей современных автомобилей в гарантийный период / Семыкина А.С., Загородний Н.А. // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции №4 ч.1 (15-1) (Volume 3, issue 4, part 1) / редкол.: В.М. Бугаков (гл. редактор); ВГЛТУ, Воронеж, 2015. - С. 209-213;

4. Семыкина А.С. Определение показателей качества технических систем [Электронный ресурс] / А.С. Семыкина, Н.А. Загородний, А.С. Федоров // Студенческий научный форум. – 2017. – Режим доступа: http://www.scienceforum.ru;

5. Телешев С.В. Повышение эффективности вакуумного усилителя тормозов / С.В. Телешев, В.Н. Лобанов, П.В. Тихомиров // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 5-3 (16-3). С. 93-95;

6. Туренко А.Н. Теоретическое и экспериментальное исследование вакуумного усилителя тормозного привода автомобилей: моногр. / А.Н. Туренко, С.Н. Шуклинов. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 220 с.;

7. Туренко А.Н. Удельное усилие на поршне управления вакуумного усилителя тормозов / А.Н. Туренко, С.Н. Шуклинов // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2010. № 49. С. 39-46;

8. Шуклинов С.Н. Анализ статической характеристики вакуумного усилителя тормозов / С.Н. Шуклинов // Вестник Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета). 2009. № 3. С. 7-11;

9. Шуклинов С.Н. Коэффициент усиления вакуумного усилителя тормозов / С.Н. Шуклинов // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2011. № 1. С. 106-111.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Шкільов Д.А., Семикіна А.С., Загородній М.А. Підвищення надійності вакуумного підсилювача гальм на основі проведеного трібоаналізу

Анотація. *Проведено трібоаналіз технічної системи вакуумного підсилювача гальм сполучення «штовхач-поршень». Визначено зони, найбільш схильні до стирання робочих поверхонь при впливі навантажень. Представлені способи підвищення надійності сполучення «штовхач-поршень».*

Ключові слова: *вакуумний підсилювач гальм, штовхач-поршень, трібоаналіз, надійність, працездатність.*

Shkilev D.A., Semykina A.S., Zagorodnii N.A. Increasing the reliability of a vacuum brake amplifier based on a triboanalysis

Abstract*. Triboanalysis of the vacuum brake booster was carried out. The zones most vulnerable to abrasion of working surfaces under the action of loads are determined. Methods of increasing reliability of "pusher-piston"are presented.*

Keywords*: the vacuum amplifier of brakes, the pusher-piston, triboanalysis, reliability, working capacity.*

Стаття надійшла до редакції 17.11.2017 р.

ПРАВИЛА ПОДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

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

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

Для публікації наукової статті в редакцію необхідно представити наступні документи:

– текст статті у 2-х форматах;

– назву статті, анотацію та ключові слова українською, російською та англійською мовами;

– експертний висновок про можливість відкритого публікування;

– завірену рецензію доктора наук або члена редакційної колегії;

– відомості про автора (-ів) (прізвище, ім'я та по батькові повністю, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце та адреса роботи для кожного автора)

– інформація для зв'язку: e-mail, службовий або домашній телефони, поштова адреса (для відправлення авторського екземпляру журналу) одного з авторів.

Вимоги до рукописів

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

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

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

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

Структура статті

Код УДК (універсальний десятинний класифікатор)	Шрифт: 12пт, напівжирний курсив Абзац: вирівнювання – по лівому краю, міжрядковий інтервал – одинарний
Пустий рядок	Шрифт: 12пт, Абзац: міжрядковий інтервал – одинарний
Прізвище (-ща) та ініціали автора (-ів), науковий ступінь, вчене звання ***Повна назва організації***	Шрифт: 11пт, напівжирний курсив Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний
Пустий рядок	
НАЗВА СТАТТІ	Шрифт: 14пт, напівжирний,всі букви строчні Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний
Пустий рядок	
Анотація мовою оригіналу статті(не більш 80 слів, ширина рядка 130 мм) *Ключові слова:*	Шрифт: 11пт, курсив Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ ліворуч – 20мм, та праворуч – 20мм.
Пустий рядок	
Основний текст статті Текст рукопису повинен містити такі розділи, як:	Шрифт: 12пт, звичайний Абзац: вирівнювання – по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – множитель 1,1пт, відступ першого

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Постановка проблеми де відображається історія предмету дослідження, актуальність та сучасний стан проблеми; **Аналіз останніх досліджень** на які спирається автор, виділення невирішених раніше аспектів загальної проблеми, яким присвячується означена стаття; **Мета статті** (постановка задачі); **Основний розділ** (можливі підрозділи); **Висновки** де стисло та чітко підсумовуються основні результати, що були одержані автором (-ами).	рядка – 7,5мм. Назви розділів напівжирним шрифтом без крапки наприкінці. Таблиці повинні мати тематичні назви та порядкові номера (без знаку №), на які даються посилання у тексті. Рисунки та графіки повинні бути пронумеровані в порядку посилання у тексті. Кожний рисунок розміщується в окремому файлі (формати **.bmp, .jpg, .tiff**). Кольорові та фонові рисунки не приймаються. Перелік рисунків з номерами та підписами рисунків пишуться в окремому документі. Усі формули повинні бути набрані у редакторі формул MicrosoftEquation 2.0, 3.0 (MathType). При виборі одиниць виміру слід дотримуватись системи СІ. Ціла частина числа від десятичної відділяється комою. Нумерація формул дається арабськими цифрами в круглих дужках праворуч. Посилання на джерела беруться у квадратні дужки.
Пустий рядок	
Список літератури **1. який виконується згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання» та в порядку посилання.**	Назва розділа – шрифт: 12пт, напівжирний. Текст списка: Шрифт: 11пт, курсив; Абзац: вирівнювання – по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм.
Пустий рядок	
Ф.И.О. авторов. Название статьи на альтернативном языке (П.І.Б. авторів. Назва статті на альтернативній мові) ***Анотация (Анотація).*** *Анотація на альтернативній мові (російська, якщо стаття на українській мові; або українська, якщо стаття на російській мові.* ***Ключевые слова (Ключові слова):*** *на альтернативній мові*	Шрифт: 12пт, курсив Абзац: вирівнювання –по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм
Пустий рядок	
П.І.Б. авторів. Назва статті на англійській мові ***Abstract.*** *Переклад анотації на англійську мову.* ***Keywords:*** *Переклад ключових слів на англійську мову*	Шрифт: 12пт, курсив Абзац: вирівнювання –по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм

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

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

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗУВАННЯ СТАТЕЙ

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

2. Форми рецензування статей:

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

– внутрішня (рецензування рукописів статей членами редакційної колегії).

3. У зовнішній рецензії повинні бути висвітлені наступні питання:

– чи відповідає зміст статті заявленій в назві темі;

– наскільки стаття відповідає сучасним досягненням у зазначеній галузі;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Рецензент коментує якість рукопису за такими пунктами, як:

– наукова новизна,

– обґрунтованість результатів,

– значимість результатів,

– ясність викладання,

– якість оформлення;

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

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

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

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

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

Наукове видання

ВІСНИК ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ
№ 4, 2017
(українською, російською та англійською мовами)

Відповідальний за випуск – Ю.В. Бєлов
Комп'ютерне верстання – В.Л. Гончарук
Літературна обробка – Т.Е. Виставкіна

Формат 60x84⅛. Ум. друк. арк. 4,25. Тираж 100 пр.

Донецька академія автомобільного транспорту
Адреса засновника та редакції:
пр. Дзержинського, 7, м. Донецьк, 83086, Україна
Тел.: +38 (062) 345-21-90
E-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

Адреса видавця:
ПП «Рекламно-виробнича фірма «Молнія»
вул. Октября, 22а, м. Донецьк, 83030, Україна
Тел.: +38 (062) 388-21-67

♦ ♦ ♦ ♦ ♦

Научное издание

ВЕСТНИК ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
№ 4, 2017
(на украинском, русском и английском языках)

Ответственный за выпуск – Ю.В. Белов
Компьютерная верстка – В.Л. Гончарук
Литературная обработка – Т.Э. Выставкина

Формат 60x84⅛. Усл. печ. л. 4,25. Тираж 100 экз.

Донецкая академия автомобильного транспорта
Адрес учредителя и редакции:
пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086, Украина
Тел.: +38 (062) 345-21-90
E-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

Адрес издателя:
ЧП «Рекламно-издательская фирма «Молния»
ул. Октября, 22а, г. Донецк, 83030, Украина
Тел.: +38 (062) 388-21-67

♦ ♦ ♦ ♦ ♦

Scientific Edition

BULLETIN OF THE DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT
№ 4, 2017
(in Ukrainian, Russian and English languages)

Responsible for issue – Y.V. Belov
Computer makeup – V.L. Goncharuk
Redaction – T.E. Vystavkina

Format 60x84⅛. Conventional printed sheet 4,25. Circulation 100

Donetsk academy of automobile transport
Address of founder and editorial office:
ave. Dzerzhinskoho, 7, Donetsk, 83086, Ukraine
Tel.: +38 (062) 345-21-90
E-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

Address of publisher:
PE "Advertising and Publishing Company" Molniya "
Str. Oktyabrya, 22 a, Donetsk, 83030, Ukraine
Tel.:+38 (062) 388-21-67