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

ВІСНИК ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

VÌSNIK DONEC′KOÏ AKADEMÌÏ AVTOMOBÌL′NOGO TRANSPORTU

№3
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 № 2 від 05.10.2017 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

№3
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 № 2 от 05.20.2017 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

№3
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 2 of 05.10.2017

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

Сидоренко К.І. **Аналіз автоматизованих інформаційних логістичних систем, впроваджуваних на підприємствах з метою підвищення конкурентоспроможності** 10

Сорокіна М.А. **Застосування марковських ланцюгів при пронозуванні показників напрацювання локомотивів на відмову** 16

Бутенко Ю.М., Кущенко С.В. **Застосування інтелектуальних транспортних систем в розслідуванні дорожньо-транспортних пригод** 22

Володарець М.В., Масленікова Г.Г. **Аналіз засобів імітаційного моделювання для вирішення задач транспорту** 29

Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Раімбаєв А.Т., Раімбаєва С.А., Балібєкова А.Д., Тукусбаєв Б.А. **Конструктивно-розрахункове обґрунтування працездатності випрямляча вм'ятин в автомобілях** 37

Семернін О.М., Аязбай М.Д., Тукусбаєв Б.А., Серікбаєв Е.Н. **Аналіз основних експлуатаційних показників двигунів автомобілів** 44

Балалаєв А.М., Сімаков О.Л. **Встановлення використання низькопотенціальної теплоти вторинних енергоресурсів в процесі мийки візків пасажирських вагонів** 50

Мойся Д.Л., Куплінов А.В., Мареніч А.С., Куліш А.Є. **Дослідження стійкості та маневреності експериментального автопотяга** 59

Правила подання та оформлення статей 69

Порядок рецензування статей 71

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

СОДЕРЖАНИЕ

Транспортные технологии

Сидоренко К.И. **Анализ автоматизированных информационных логистических систем, внедряемых на предприятии с целью повышения конкурентоспособности** 10

Сорокина М.А. **Применение марковских цепей при прогнозировании показателей наработки локомотивов на отказ** 16

Бутенко Ю.Н., Кущенко С.В. **Применение интеллектуальных транспортных систем в расследовании дорожно-транспортных происшествий** 22

Володарец Н.В., Масленикова А.Г. **Анализ средств имитационного моделирования для решения задач транспорта** 29

Транспорт и двигатели внутреннего сгорания

Раимбаев А.Т., Раимбаева С.А., Балибекова А.Д., Тукусбаев Б.А. **Конструктивно-расчетное обоснование работоспособности выпрямителя вмятин в автомобилях** 37

Семернин А.Н., Аязбай М.Д., Тукусбаев Б.А., Серикбаев Е.Н. **Анализ основных эксплуатационных показателей двигателей автомобилей** 44

Балалаев А.Н., Симаков А.Л. **Установка использования низкопотенциальной теплоты вторичных энергоресурсов в процессе мойки тележек пассажирских вагонов** 50

Мойся Д.Л., Куплинов А.В., Маренич А.С., Кулиш А.Е. **Исследование устойчивости и маневренности движения экспериментального автопоезда** 59

Правила представления и оформления статей 69

Порядок рецензирования статей 71

CONTENTS

Transport technology

Sidorenko K.I. **Analysis of automated informational logistic systems introduced by enterprise for improving competitiveness**.....10

Sorokina M.A. **Application of Markovsky circuits in forecasting indicators of locomotive drugs experience on rejection**.....16

Butenko YU.N., Kushchenko S.V. **New method of obtaining data in the investigation of the road transport accident**.....22

Volodarets M.V., Maslenikova A.G. **An analysis of methods of imitation simulation for solving problems of transport**.....29

Transport and internal combustion engines

Raimbaev A.T., Raimbaeva S.A., Balibekova A.D., Tukusbaev B.A. **Constructive Calculation rationale of the rectifier dents in cars**.....37

Semernin A.N., Ayazbai M.D., Tukusbaev B.A., Serikbaev Ye.N. **Analysis of the main performance indicators of car engines**.....44

Balalaev A.N., Simakov A.L. **Installation of use of low-grade heat of secondary energy resources in the washing of passenger cars' carts**.....50

Moisia D.L., Kuplinov A.V., Marenich A.S., Kulish A.E. **Research investigation of stability and flexibility of experimental road train**.....59

Submission rules and guidelines.....69

The order of reviewing articles.....71

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

УДК 656.1

СИДОРЕНКО К.И., магистрант
Донецкая академия транспорта, г. Донецк

АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ВНЕДРЯЕМЫХ НА ПРЕДПРИЯТИИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Проведен анализ автоматизированных информационных логистических систем, внедрение которых позволяет повысить эффективность логистической деятельности предприятия, достигнуть и сохранить стабильное развитие.
Рассмотрены основные проблемы оперативности и эффективности логистической деятельности предприятия и пути их решения с помощью информационной логистической системы Radio Beacon WMS.
***Ключевые слова**: Логистические системы, автоматизированные информационные логистические системы PERT- методы, MRT – стандарты управления, методы – Just-In-Time, снабжение, логистическое администрирование, логистическая деятельность, модель информационно-логистической системы, радиочастотное оборудование Symbol Technologies, система Radio Beacon WMS.*

Постановка задачи

Неэффективное использование автоматизированной информационно – логистической системы на предприятии негативным образом влияет на оперативность логистической деятельности, а также снижает качество и своевременность обслуживания клиентов, чем обуславливается его низкая конкурентоспособность на рынке предоставления услуг.

Количество инновационных информационных логистических систем непрерывно растет.

Проанализируем основные информационные логистические системы, внедряемые на предприятии с целью повышения успешности и конкурентоспособности.

Цель работы

В рамках данной работы продемонстрирована необходимость использования автоматизированных информационно-логистических систем, позволяющих повысить эффективность деятельности и сохранить стабильное развитие предприятия.

Основная часть

Для повышения эффективности деятельности, достижения и сохранения стабильного развития предприятия различных видов экономической деятельности стремятся придерживаться политики оптимизации издержек, использования современных малозатратных методов и механизмов управления, в том числе в логистической сфере. Существуют разнообразные системы, обеспечивающие эффективность осуществления процессов, среди них следует выделить логистические системы.

Логистические системы предназначены для доставки информации, товаров или услуг в определенном количестве, ассортименте, в определенные сроки и место, оговоренные в договоре при заданном уровне затрат, они способны ответить на возникающий спрос быстрой поставкой нужных услуг и товаров.

Логистическая система – это сложная организационно завершенная (структурированная) экономическая система, состоящая из элементов – звеньев, взаимосвязанных в едином процессе

управления материальными и сопутствующими им потоками. Иными словами, логистическая система – это система, состоящая из нескольких подсистем, выполняющая логистические функции и имеющая развитые связи с внешней средой, то есть с рынком [2].

Логистическая система основана на продвижении материальных потоков, которое осуществляется квалифицированным персоналом с помощью разнообразной техники. В логистический процесс вовлечены также здания и сооружения. Ход процесса материальных и других соответствующих потоков зависит от производительности персонала, машин и механизмов, которые обеспечивают прохождение грузов. Здесь учитываются аспекты, которые касаются непосредственно снабженческой, распределительной и информационной логистики [3].

Быстрое развитие информационных технологий позволяет автоматизировать управление логистическими процессами на предприятии за счет использования современного программного обеспечения, что обеспечивает контроль процессов, начиная от закупок материалов сквозь производство к распределению и продажей готовой продукции.

Логистическая информационная система отличается от любой другой информационной системы функциональной наполненностью и уровнем интеграции информационного пространства. Главной особенностью логистических информационных систем – это интеграция в едином информационном пространстве трех основных составляющих потока товародвижения: поставки производства и распределения. Поскольку информационная система охватывает комплекс программно – аппаратных средств, регламента их функционирования, а также персонал, их реализующий, то логистическая информационная система – это целостный комплекс программно – технических средств, процедур и персонала, объединенных информационным потоком, обеспечивающим все стадии жизненного цикла продукции.

Непосредственно в производственном процессе применяются логистические системы, которые используют для каждого типа производства свои методы управления [4].

Для предприятий **первого типа** (единичное производство изделий на заказ), это разного рода сетевые модели: методы PERT и «критического пути», а также стандарты управления MRP, которые фактически включают эти методы сетевых расчетов.

Для предприятий **второго, третьего и четвертого типов** (серийное производство) это методы MRP. Это основная область применения данных стандартов.

Для предприятий **пятого типа** (массовое производство) это методы Just-In-Time (JIT, Kanban), а также используемые разные варианты отечественных комплектных систем, и т.д. Р-Г-Система и так далее. Могут работать также методы MRP. В той ситуации, когда темпы сбыта продукции (а значит и темпы производства) неустойчивые – целиком типичная ситуация – комплектные методы и JIT перестают работать, и MRP единая оптимальная альтернатива.

Достоинством указанных методов является простота, наглядность в определении потребности в материальных ресурсах или исполнителях. Заказ на нужные материальные ресурсы могут быть размещены заведомо, что обеспечивает высшую надежность снабжения. К недостаткам методов относится чрезвычайно высокая трудоемкость при многономенклатурных (многоассортиментных) материальных потоках.

Управление логистическими операциями, функциями и функциональными областями предприятия, а также его партнеров по бизнесу чаще выполняется на базе информационных технологий и соответствующего комплекса технических средств. Отсюда аналогия с «системным администратором», «администратором локальной вычислительной сети». Поэтому развитие логистики в мире привело к возникновению такого понятия, как «администрирование логистической системы», или «логистическое администрирование». Логистическое администрирование определяется, как «комплекс управленческих функций и процедур, которые осуществляются персоналом логистического менеджмента предприятия (преимущественно с применением

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

информационно-компьютерных технологий) для реализации стратегических, тактических и оперативных целей логистической системы». Его задачами, по сути, является совершенное выполнение управленческих функций [1].

Определяющим для формирования автоматизированных или информационных логистических систем является концепция минимизации общих логистических расходов и концепция управления качеством на всех этапах производственно-распределительного цикла.

Для поддержки процессов логистического управления в логистической системе обычно формируется комплекс подсистем, который состоит из информационного, организационного, экономического, технического, правового, эргономичного и других видов обеспечение цикла.

Системы класса MRP направлены на планирование деятельности служб сбыта, снабжения и производства как сквозной график взаимосвязанных заказов. Они должны включать средства бюджетирования и развитую систему управленческого учета, они должны содержать систему бухгалтерского учета или иметь интерфейс с такой системой, которая работает как в отечественных, так и в западных (GAAP, IAS) стандартах бухгалтерского учета и отчетности. Кроме того, они должны включать средства, которые позволяют смоделировать весь ход производства при данном варианте основного плана, чтобы увидеть возможные будущие проблемы и узкие места.

Для автоматизированного управления логистической деятельностью предприятия предложена информационно-логистическая система Radio Beacon WMS с использованием радиочастотного оборудования Symbol Technologies шрихкодовых принтеров Zebra Technologies. Эта система реализована в комплексе с ERP-Системой «Скиф», созданной фирмой «Софтвер Трейд Лаб», что обеспечивает планирование и управление ресурсами (рис. 1).



Рис. 1. Модель информационно-логистической системы Radio Beacon WMS

Основу центра составляет пятиярусное стеллажное хранение канцелярских товаров. Оно одновременно вмещает до 8 тыс. поддонов с продукцией больше 1 тыс. наименований.

Могущественные товаро-потоки, обрабатываемые складским центром, требуют использования эффективной и надежной системы автоматизированного управления работой. Предложенная автоматизированная система, которая работает в реальном масштабе времени, дала возможность эффективно оптимизировать управление складскими процессами, позволяет в 2,5 ра-

за сократить численность персонала, обеспечить высокую точность выполнения заказов (99%) и приблизительно вдвое сократить сроки обслуживания клиентов.

Для решения таких задач была тщательно проанализирована и систематизирована товарная номенклатура складского центра. С учетом свойств товаров определены оптимальные зоны и места их размещения на стеллажах. Выделены специальные зоны хранения и обработки для огнеопасных, существенных, крупногабаритных единиц на поддонах. Система обеспечивает выделение этих грузовых единиц из общескладского грузопотока и направление в специализированные зоны хранения и обработки. Другой сортировки общескладского грузопотока по товарной номенклатуре система не предусматривает. Однако по среднему количеству отгрузок вся товарная номенклатура товаров дифференцирована в системе по степени спроса, согласно которому заданы определенные штрих коды во время вступления материалов на состав. Для размещения материалов, которые имеют самый большой спрос, отведены секции стеллажей вблизи зоны отгрузки, которые, в свою очередь, разделены на сердцевины отбора с учетом уровня спроса материалов.

Система Radio Beacon WMS анализирует информацию о товаре, который поступил на склад и определяет координаты (номера) сердцевин, которые рекомендуются для его размещения. Оператору необходимо сделать лишь соответствующий запрос в систему.

Три верхних яруса стеллажей предназначены в основном для размещения и хранения грузов, собранных на поддонах. Первый и второй ярусы стеллажей служат для подготовки и обработки заказов. Их сердцевины являются своеобразными секторами отбора товаров и формирования заказов. Эти сектора своевременно пополняются из верхних сердцевин стеллажей или непосредственно из зон поступления материалов на состав.

Заказ с ERP-Системы поступает на автоматизированное рабочее место диспетчера системы Radio Beacon WMS, где происходит обработка заказа. На пульт диспетчера выводятся параметры заказа, информация о наличии отмеченных в нем материалов, алгоритм и маршрут их отбора из сердцевин. Эти данные передаются на терминалы операторов. Следуя командам системы, операторы проводят отбор заказанных материалов. Система автоматически контролирует точность выполнения операций и своевременно сигнализирует о допущенных операторами ошибках. После того, как заказ выполнен, система выдает на печать упаковочное письмо, в котором детально описано содержание заказа. В процессе выполнения заказов система контролирует наличие материалов в сердцевинах секторов отбора на стеллажах. Пополнение этих секторов осуществляется с опережением по алгоритму «MIN-MAX». Согласно этому алгоритму система определяет минимально и максимально необходимое количество материалов в секторах их отбора для обеспечения бесперебойного обслуживания заказчиков. Как только остаток материалов в секторах отбора снижается до 30% их полной вместительности, система оповещает о необходимости пополнения указанных секторов.

Во время поступления крупных заказов на отгрузку система формирует команду на так называемое «горячее пополнение» секторов отбора материалов из сердцевин верхних ярусов или из зоны их поступления. Для обеспечения инвентарных операций учета товарных запасов система регулярно ведет учет остатков материалов на составе без остановки его работы. Интерфейс с ERP-Системой предоставляет возможность обмена информацией: об ожидаемом к поступлению на склад и материале, который реально поступил, о задаче на отгрузку и фактически отгруженных материалах. Поскольку в любой момент времени на предприятии может произойти изменение уровня запасов продукции, обусловленное производством и поступлением материальных ресурсов, предназначенных для изготовления продукции, это определяет разнообразие состояний, в которых находится система обслуживания. Необходимым условием эф-

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

фективного управления логистическим обслуживанием является знание состояние системы, которое позволяет принимать оптимальные решения.

Гибкая информационно-логистическая система Radio Beacon WMS является совокупностью в разных объединениях оборудования с числовым программным управлением, роботизованных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования, систем обеспечения функционирования гибких переналаживаемых систем в автоматическом режиме на протяжении заданного интервала времени.

Основные характеристики, которые обеспечиваются информационно-логистической системой Radio Beacon WMS:

- точность времени снабжения;
- точность места снабжения;
- точность номенклатуры и ассортиментов продукции, которая поставляется;
- точность количественных показателей продукции, которая поставляется;
- точность качественных показателей продукции, которая поставляется;
- соответствие цены требованиям рынка.

Данная логистическая система владеет свойством автоматизированной переналадки в процессе формировании заказов произвольной номенклатуры или предоставления услуг производственного характера. Она позволяет почти полностью исключить ручную работу при погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работах, осуществить переход к малолюдной технологии.

Данная информационно-логистическая система сформирована для удовлетворения потребностей и повышения эффективности деятельности предприятия потому она является специализированной не только по своему технологическому назначению, но и по всему спектру производственно-хозяйственных задач. В сущности, именно благодаря ей на предприятии обеспечивается функционирование гибкой логистической системы.

Выводы

Использование автоматизированной информационно-логистической системы на предприятиях позволит повысить эффективность и оперативность логистической деятельности, а также обеспечит качественное и своевременной обслуживание клиентов, что положительным образом скажется на успешности и конкурентоспособности предприятия.

Список литературы

1. Гаджинский А.М. Логистика. Учебник для вузов. 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-Торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 396 с.

2. Павлюченко И.В., Логистика, краткий теоретический курс. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 95 с.

3. Правдина Н.В., Логистика: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 168 с.

4. Корнелиус В.И., Сафонов М.С., Гильц Н.Е. Экономические методы управления логистическими системами на предприятии // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2011. – №7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-metody-upravleniya-logisticheskimi-sistemami-na-predpriyatii

Сидоренко К.І. Аналіз автоматизованих інформаційних логістичних систем, впроваджуваних на підприємствах з метою підвищення конкурентоспроможності

Анотація. *Проведено аналіз автоматизованих інформаційних логістичних систем, впровадження яких дозволяє підвищити ефективність логістичної діяльності підприємства, досягти і зберегти стабільний розвиток.*

Розглянуто основні проблеми оперативності та ефективності логістичної діяльності підприємства та шляхи їх вирішення за допомогою інформаційної логістичної системи Radio Beacon WMS.

Ключові слова*: Логістичні системи, автоматизовані інформаційні логістичні системи PERT- методи, MRT - стандарти управління, методи - Just-In-Time, постачання, логістичне адміністрування, логістична діяльність, модель інформаційно-логістичної системи, радіочастотне обладнання Symbol Technologies, система Radio Beacon WMS.*

Sidorenko K.I. Analysis of automated informational logistic systems introduced by enterprise for improving competitiveness

Abstract*. The analysis of automated information logistics systems is carried out, the introduction of which allows to increase the efficiency of the logistic activity of the enterprise, to achieve and maintain a stable development.*

The main problems of efficiency and performance of logistics activity of the enterprise and ways of their solution with the help of the information logistic system Radio Beacon WMS are considered.

Keywords*: Logistic systems, automated information logistics systems PERT-methods, MRT-management standards, methods-Just-In-Time, supply, logistics administration, logistic activity, model of information-logistic system, radio frequency equipment Symbol Technologies, Radio Beacon WMS .*

Стаття надійшла до редакції 03.09.2017 р.

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

УДК 629.47:658.2

СОРОКИНА М.А.
Омский Государственный Университет Путей Сообщения, г.Омск

ПРИМЕНЕНИЕ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАРАБОТКИ ЛОКОМОТИВОВ НА ОТКАЗ

В работе рассмотрен метод прогнозирования изменения надежности инвентарного парка локомотивов на основе данных наработки маневровых локомотивов на отказ. Для решения задачи рассмотрена наработка локомотивов, на отказ основных узлов и деталей, за отчетный период. Для прогнозирования изменения показателей надежности, инвентарного парка маневровых локомотивов, использован математический аппарат теории цепей Маркова Данная методика позволяет спрогнозировать уровень технического состояния парка локомотивов. Также, приводится численный пример описанной методики.
Ключевые слова: *надежность, подвижной состав, парк маневровых локомотивов, прогнозирование, наработка локомотивов, анализ показателей отказов локомотивов, цепи Маркова.*

Ежегодно ОАО «Российские железные дороги» на основе информации об отказах локомотивов, поступающей из локомотивных депо, выполняет анализ порч и неплановых ремонтов локомотивов на сети дорог. На основе этой информации впоследствии вырабатываются организационные и технологические мероприятия по анализу надежности их работы.

Современные условия эксплуатации и тенденции развития подвижного состава способствуют к увеличению пропускной и провозной способности, массы грузовых поездов и пассажирских перевозок, при этом обеспечивать требования к обеспечению безопасности движения. Поэтому, одной из главных задач локомотивного хозяйства является обеспечение надежной и непрерывной работы локомотивного парка. Надежность локомотивов - показатель характеризующий способность подвижной единицы сохранять во времени, и в установленных пределах значения всех рабочих параметров и процессов [1].

Показатели надежности локомотивов являются определяющим фактором в деле повышения эффективной и безотказной работы. Анализ показателей надежности способствуют совершенствованию или введению новых мероприятий в среде планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта локомотивов. Прогнозирование изменения показателей надежности локомотивного парка, дает возможность выбора оптимального с точки зрения надежности конструктивного решения и периода технического обслуживания.

Для определения показателей надежности выполнен анализ наработки локомотивов в период между отказами основных деталей и узлов. Контроль маневровых локомотивов серии ТЭМ2 в количестве 80-ти единиц, за 2010 – 2011 год эксплуатации локомотивного депо ТЧЭ-2 Омск показал, что распределение наработки на отказ в среднем составляет T=50÷300 суток. Среднее количество неисправностей в год, на единицу подвижного состава составляет n=23 (рис. 1).

На основании результатов анализа отказов, выполнена оценка надежности локомотивов. На рис. 2 приведены графики, характеризующие плотность функции распределения наработки локомотивов на отказ основных деталей и узлов.

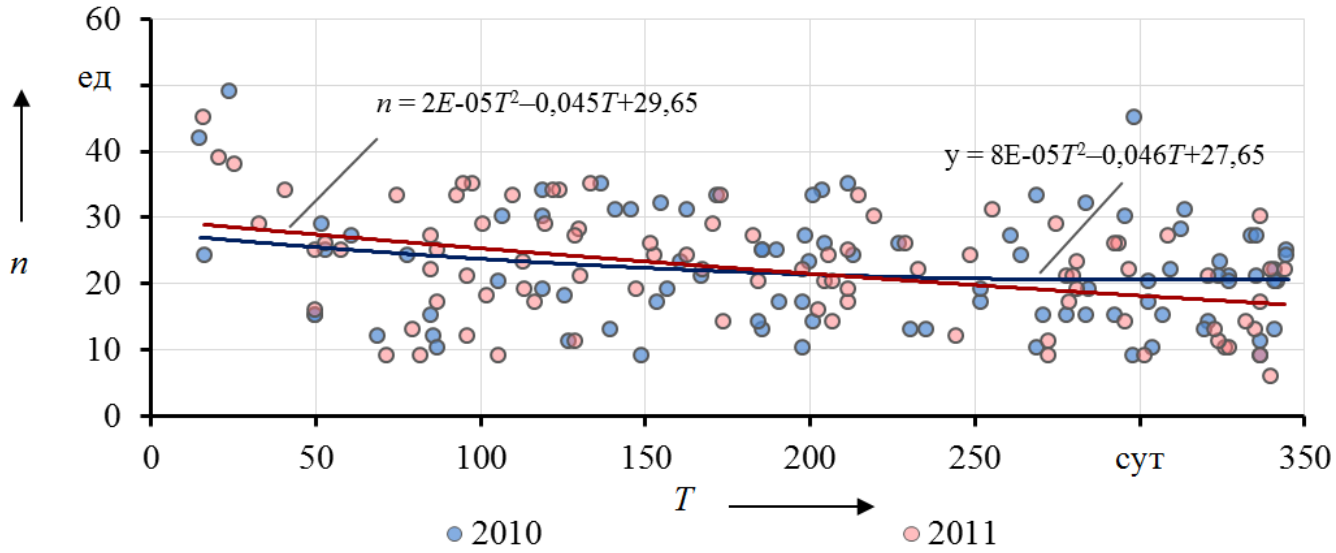


Рис. 1. Отношение неисправностей локомотивов к наработке на отказ

Контролируемые локомотивы были разделены на n=10 групп надежности, по показателям средней наработки на отказ. Каждая группа n состоит из k локомотивов, k=1,2,…,m. Показатель надежности для каждой i группы определяется по отношению количества локомотивов принадлежащие к каждой группе надежности, на среднюю наработку локомотивов:

$$P_i = \frac{k_{\Delta t}}{\sum_{i=1}^{n} L_i}, \qquad (1)$$

где $k_{\Delta t}$ – количество локомотивов вышедших в ремонт за время Δt;

$\sum_{i=1}^{n} L_i$ – наработка локомотивов на отказ.

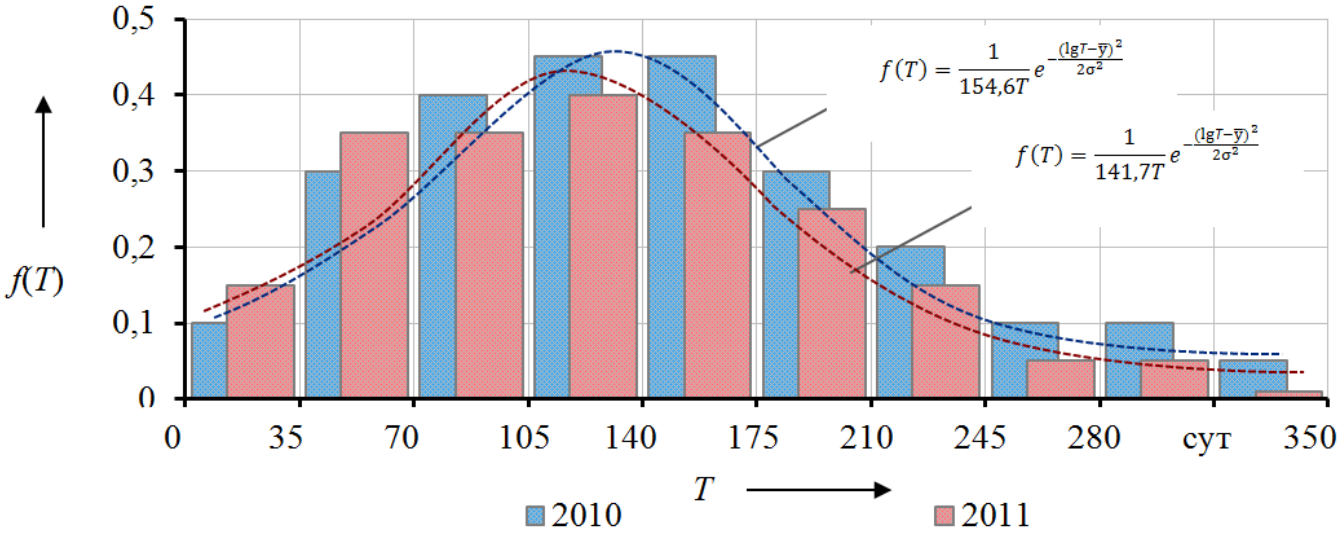


Рис. 2. Логарифмически-нормальное распределение наработки на отказ узлов локомотива

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

Для прогнозирования изменения надежности контролируемых локомотивов выполнена математическая модель, в основе которой лежит теория цепей Маркова. Основа модели заключается в определении последовательности изменения показателей надежности контролируемых локомотивов.

Цепью Маркова (рис. 3) называется марковский случайный процесс, что возникает в системе P с дискретными состояниями $p_1, p_2,\ldots,p_i$, если для любого момента времени t_0 вероятность каждого из состояний системы в будущем (при $t > t_0$) зависит только от ее состояния в настоящем положении ($t = t_0$) и абсолютно не зависит от состояния в прошлом (при $t < t_0$) [2, 3].

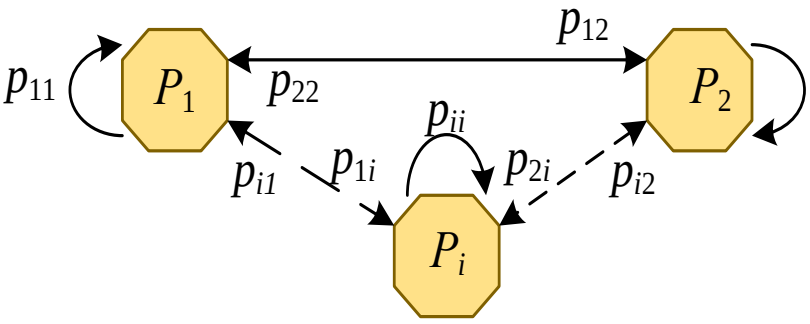


Рис. 3. Цепь Маркова

Принято, что в качестве случайного процесса приняты показатели надежности локомотивного парка за отчетный год, что описывается матрицей перехода P с элементами p_{ij}, где $i, j \in I$. Элемент p_{ij} равен вероятности перехода локомотивов из группы надежности i в группу j, за отчетный период времени. Таким образом p_{ij} – это условная вероятность j того, какое количество локомотивов будет находиться в группе в следующий момент, при условии что в данный момент вероятность i, это означает, что все элементы P неотрицательны, и не превышают 1, и сумма элементов в каждой строке равна 1:

$$\begin{aligned} 0 \le p_{ij} \le 1 \forall i, j \in I \\ \sum_{j=I} p_{ij} = 1 i \in I \end{aligned} \qquad (2)$$

Характеристикой цепи Маркова является ее условная вероятность перехода. При независимости условных вероятностей от времени цепь является однородной. Вероятности $p_{ij}(i,\ j = 1,\ l)$ образуют квадратную матрицу вероятностей перехода p размерности $n \times n$. Вероятность перехода за n шагов вычисляется через n-ю степень матрицы P [4], т.е.:

$$P = \left\| p_{ij} \right\| \to \left\| p_{ij} \right\|^2 \to \cdots \to \left\| p_{ij} \right\|^n . \qquad (3)$$

Таким образом, возведением матрицы P в степень n получаем матрицу P^n спрогнозированных значений, где n – соответствующий шаг прогноза.

По результатам данных контроля наработки маневровых локомотивов серии ТЭМ2 между отказами его основных деталей и узлов, сформирована матрица, включающая в себя 10 групп надежности (рис. 2). Каждый элемент матрицы характеризует переход локомотивов из одной i-ой группы надежности в другую j-ю, в период контроля 2010 - 2011 гг:

$$A_0 = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 2 & 2 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 3 & 5 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 4 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 2 & 4 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Матрица перехода вероятностей, формируется отношением количества локомотивов *k* входящие в *i*-ую группу надежности, к общему числу локомотивов в *n*-ой соответствующей группе *A*:

$$P_0 = \begin{bmatrix} k_{11}^1 / A_1 & k_{12}^1 / A_1 & \cdots & k_{1n}^1 / A_1 \\ k_{21}^1 / A_2 & k_{22}^1 / A_2 & \cdots & k_{2n}^1 / A_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ k_{n1}^1 / A_n & k_{n2}^1 / A_n & \cdots & k_{nn}^1 / A_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

Согласно формуле 3 рассчитана условная вероятность перехода локомотивов из *i*-ой группы надежности *j*-ю на три шага прогноза, $\|p_{ij}\| \to \|p_{ij}\|^2 \to \|p_{ij}\|^3 \to \cdots \to \|p_{ij}\|^n$. Количество локомотивов, по результатам прогнозирования, определяется при умножении рассчитанных вероятностей элементов матрицы на соответствующее ему количество локомотивов в рассчитываемой группе. В результате расчета, элементы полученной матрицы, соответствуют прогнозируемому количеству локомотивов перешедших из *i*-й группы в *j*-ю надежности:

$$S_i = \begin{bmatrix} A_{11} = \sum A_1 p_{1j} \\ A_{21} = A_2 \sum p_{2j} \\ A_{31} = A_3 \sum p_{3j} \\ \vdots \\ A_{i1} = A_i \sum p_{ij} \end{bmatrix} \quad (5)$$

По результатам расчета получены прогнозируемые показатели формирования локомотивов по группам надежности на три последующих года. Комплексная оценка прогнозируемых показателей локомотивов, заключается в расчете относительной частоты изменения количества локомотивов принадлежавшей к каждой группе, и построения уравнений регрессии [3]:

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

$$y' = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i} \quad (6)$$

В табл. 1 представлены рассчитанные показатели относительной частоты, уравнение и коэффициент регрессии, для каждого прогноза.

Таблица 1

Относительная частота появления события

Группа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Уравнение регрессии	R^2
S	0,06	0,12	0,13	0,113	0,16	0,11	0,15	0,08	0,03	0,01	$f(t)$=-0,005t^2+0,059t-0,024	0,83
S^1	0,07	0,13	0,15	0,138	0,13	0,12	0,11	0,08	0,02	0,01	$f(t)$=-0,006t^2+0,063t-0,021	0,76
S^2	0,08	0,15	0,16	0,138	0,12	0,12	0,11	0,06	0,02	0,01	$f(t)$=-0,005t^2+0,058t-0,003	0,71
S^3	0,08	0,15	0,17	0,13	0,13	0,11	0,10	0,06	0,03	0,0	$f(t)$=-0,005t^2+0,052t+0,014	0,65

Согласно полученным данным (табл. 1) рассчитаны среднестатистические показатели наработки локомотивов на отказ. Получено, что наработка на отказ снижается на 5,12% на прогнозируемый год, и еще на 4% на следующий. Для определения качества прогноза, расчётные показатели сравниваются с реальными, результаты представлены на рис. 4.

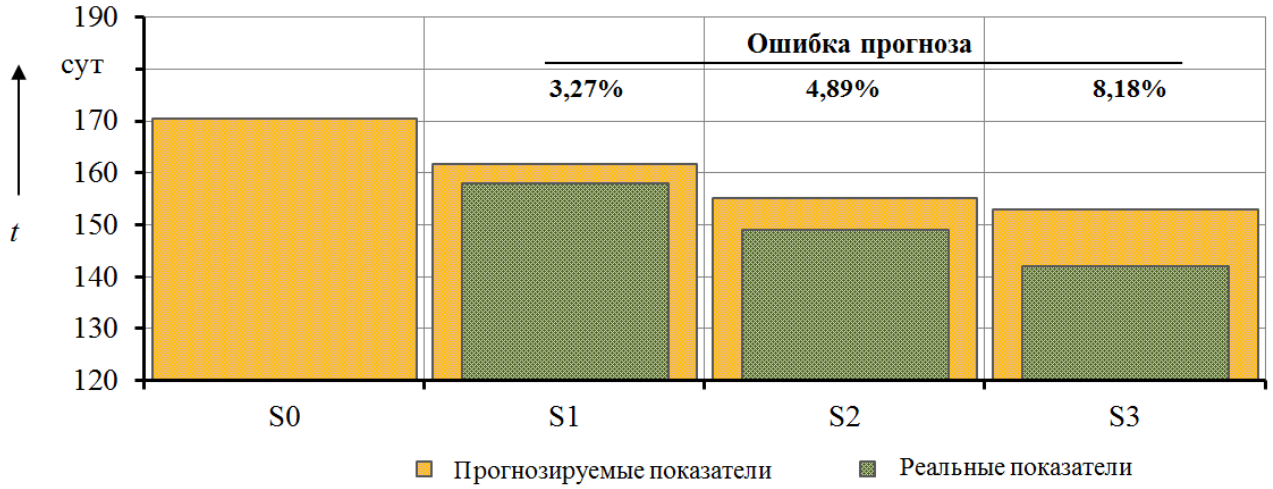


Рис. 4. Среднестатистическая наработка локомотивов на отказ

Выводы

Согласно результатам расчета ошибка прогноза на один год составляет 3,37%, и ухудшается на последующие года. Это объясняется тем, что цепи Маркова обладают свойством сходимости к стационарному распределению. Таким образом, следует заключить, что при использовании данной методики, целесообразно осуществлять прогноз на один период времени (год). Для улучшение результатов прогнозирования, рекомендуется исключать из генеральной выборки те

локомотивы, что находятся на неплановом виде ремонта (так как это случайное событие), а также локомотивы находящиеся на конечном сроке эксплуатации.

Применение данной методики позволить заранее оценить состояние локомотивного парка, а также планировать фронт ремонтных работ.

Список литературы

1. Овчаренко, С. М. Повышение эффективности системы диагностирования тепловозов: дисс. докт. техн. наук. Л., 2007. С. 368.

2. Вероятность и статистика в примерах и задачах Т.2: Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложениях. Электронное издание М.: МНЦНМО, 2017. 260 с.

3. Волков П. К. Случайные процессы: Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. 448 с.

4. Ревюз Д. Цепи Маркова. Москва, РФФИ, 1997. 432 с.

5. Волкова Н.А. Элементы математики и статистики: Учебное пособие. Издательство «Лань» Санкт Петербург 2018. 128 с.

Сорокіна М.А. Застосування марковських ланцюгів при пронозуванні показників напрацювання локомотивів на відмову

Анотація. *У роботі розглянуто метод прогнозування зміни надійності інвентарного парку локомотивів на основі даних напрацювання маневрових локомотивів на відмову. Для вирішення завдання розглянута напрацювання локомотивів, на відмову основних вузлів і деталей, за звітний період. Для прогнозування зміни показників надійності, інвентарного парку маневрових локомотивів, використаний математичний апарат теорії ланцюгів Маркова. Дана методика дозволяє спрогнозувати рівень технічного стану парку локомотивів. Також, наведено чисельний приклад описаної методики.*

Ключові слова: *надійність, рухомий склад, парк маневрових локомотивів, прогнозування, напрацювання локомотивів, аналіз показників відмов локомотивів, ланцюги Маркова.*

Sorokina M.A. Application of Markovsky circuits in forecasting indicators of locomotive drugs experience on rejection

Absract. *The article considers the method of forecasting the change in the reliability of an inventory of locomotives based on the operating time of shunting locomotives for failure. To solve the problem, the operating time of locomotives, the failure of the main units and parts, for the reporting period was considered. To predict the change in reliability indicators, the inventory fleet of shunting locomotives, the mathematical apparatus of the Markov chain theory was used. This technique allows to predict the level of technical condition of the locomotive fleet. Also, a numerical example of the described technique is given.*

Key words: *reliability, rolling stock, fleet of shunting locomotives, forecasting, operating time of locomotives, analysis of indicators of locomotive failures, Markov chains.*

Стаття надійшла до редакції 27.08.2017 р.

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

УДК 656.13.08

БУТЕНКО Ю.Н., магистр; КУЩЕНКО С.В., к.т.н., доцент;
Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В РАССЛЕДОВАНИИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Разработан новый способ получения данных при расследовании ДТП. Рассмотрены конструктивные составляющие системы сбора данных. Определены места расположения элементов интеллектуальной транспортной системы сбора данных. Сделан анализ практической значимости данной разработки при расследовании и экспертизе ДТП. Выявлены преимущества данного способа перед существующими. Предлагаемый способ предназначен для быстрого получения точных исходных данных при расследовании дорожно-транспортных происшествий. Данные, полученные этим способом, являются точными, имеют готовый вид и не требуют дальнейших расчетов, что позволяет ускорить проведение расследования. Также данный способ позволяет частично автоматизировать процесс проведения экспертизы ДТП и в некоторых случаях исключить выезд эксперта на место ДТП.
Ключевые слова: *расследование ДТП, интеллектуальные транспортные системы, исходные данные.*

Постановка задачи

Из-за активного развертывания интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в транспортной сфере неизбежно внедрение их разработок и моделей в процесс расследования и экспертизы дорожно-транспортных происшествий (ДТП). В будущем станет возможно автоматизировать этот процесс. А сейчас на рынке представлено множество бортовых интеллектуальных систем, данные с которых эксперт-автотехник может использовать.

Цель работы

В данной работе предлагается рассмотреть бортовую ИТС, созданную на базе элементов систем активной и пассивной безопасности автомобиля, а также системы «экстренный вызов» (название в России «ЭРА-ГЛОНАСС»), которая производит экстренный вызов специальных служб на место ДТП, предоставляя нужную информацию [6]. Ведь в случае серьезной аварии секунды могут иметь решающее значение для жизни человека. Очень часто драгоценное время теряется, поскольку координация спасательного центра происходит слишком поздно или сообщение о месте и тяжести аварии двусмысленно.

Основная часть

Конструктивными составляющими системы будут являться (рис. 1):

– датчики определения удара – устанавливают в передней части автомобиля и/или салоне. Они активируются при воздействии сил, возникающих при ударе. Датчики фиксируют замедление, с которым автомобиль сбрасывает скорость;

– датчик ускорения (поперечного и продольного) – измерят силы, стремящиеся своим воздействием на автомобиль изменить его направление движения (рис. 2);

– датчик угловой скорости – определяет скорость вращения автомобиля вокруг вертикальной оси (рис. 2);

– датчик угла поворота рулевого колеса – позволяет определить направление движения. Существует три типа таких датчиков, которые используют различные методы измерений: магниторезистивный, оптический и потенциометрический [5];

– контактный датчик;

– датчики срабатывания подушек безопасности;

– датчики срабатывания натяжителя ремней безопасности;

– датчик давления в тормозной системе;

– датчик положения педали акселератора – определяет положение педали акселератора. Бывают контактные и бесконтактные;

– датчики, фиксирующие факт наличия пассажиров и повреждения ТС;

– видеокамера;

– навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS – определяет местоположение автомобиля;

– передающие устройства сотовой связи и интернета;

– блок управления с ПО для приема, хранения и обработки информации.

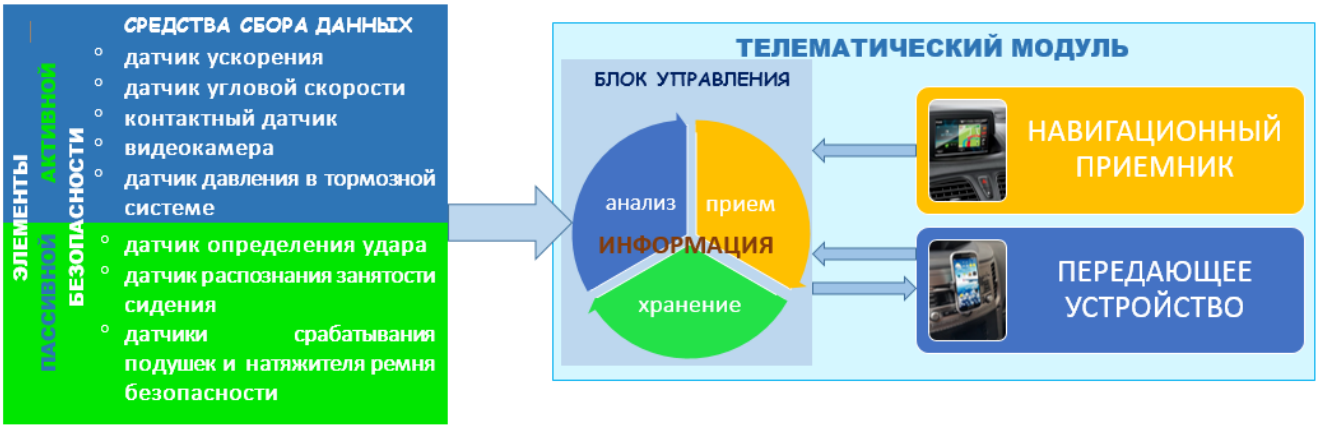


Рис. 1. Схема конструктивного строения системы



а *б* *в*

Рис. 2. Датчики: *а* – ускорения, *б* – угловой скорости, *в* – распознавания занятости сидения

Связь между всеми устройствами системы обеспечивается наличием между ними канала связи – электропроводки. Данные, преобразованные в электрические сигналы, с датчиков определения удара, срабатывания подушек и натяжителей ремней безопасности, распознавания занятости сидения сначала поступают в электронный блок управления подушек безопасности, так как являются элементами пассивной системы безопасности [1]. Затем информация с данных

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

датчиков и остальных по каналам связи через диагностический порт поступает на блок управления. В блоке управления обрабатывается и храниться следующая информация:

– наличие воздействия на автомобиль (удар, столкновение, наезд), его месте и силе;

– замедление автомобиля, его скорость;

– количество пассажиров;

– количество сработавших подушек безопасности;

– количество сработавших натяжителей ремня безопасности;

– срабатывание тормозной системы;

– расположение автомобиля относительно вертикальной оси (наличие переворачивания)

– местонахождение пешеходов, других участников дорожного движения и иных объектов в момент ДТП.

Также на установленном ПО в блоке управления с помощью интеллектуального алгоритма прогнозируется риск тяжести травм на основании показателей о столкновении. И данная информация через устройства сотовой связи (смартфон) передается в центр вызова экстренных служб. В данной схеме управления используется сетевой протокол CAN (Controller Area Network). CAN-шина позволяет передавать данные без технических потерь и на высокой скорости, а также в режиме реального времени контролировать ошибки приема и передачи [4].

Расположение датчика зависит от объекта мониторинга. Так датчик срабатывания натяжителя ремня безопасности устанавливают в натяжителе ремня. А датчики ускорения и угловой скорости располагают в салоне автомобиля (в точке центра масс) для получения точных данных. Контактный датчик позволяет определить место воздействия сторонних сил на автомобиль. Их устанавливают в передней части автомобиля (в бампере), по бокам и сзади [3]. Такое «контурное» расположение обуславливается параметрами запрашиваемых данных. Блок управления, видеокамера, навигационный приемник и передающее устройство располагается в салоне автомобиля (рис.3).

Совокупность приемника, передающего устройства и блока управления представляет собой телематическую систему.

Телематическую систему рассматривают как информационную систему, осуществляющую автоматизированный сбор, обработку, хранение и передачу данных о местоположении и техническом состоянии ТС с целью эффективного и безопасного использования ТС различного назначения и принадлежности [2].

Телематическая система состоит из четырех основных частей:

1. Объекты мониторинга – ТС.

2. Телематический модуль – система обработки и передачи информации.

3. Диспетчерские пункты и автоматизированные рабочие места операторов телематических услуг, автотранспортных предприятий, дежурных частей экстренных служб и должностных лиц.

4. Сети передачи информации - сеть GSM/GPRS, интернет, спутниковая связь.

Преимуществом системы в конструкции будет являться то, что она может выступать, как и отдельным бортовым ИТС, так и являться частью (дополнением) установленных на ТС систем. При интеграции необходимо лишь установить программу на ПО, так как все бортовые ИТС имеют аналогичную конструкцию, которая состоит из:

1. Средства сбора данных (радары, датчики, лидар, видеокамеры и др.).

2. Блок управления с установленным программным обеспечением, которое осуществляет:

– прогноз изменения параметров и действий объекта наблюдения;

– мониторинг состояния окружающей обстановки и технических узлов ТС;

– определение требуемых данных их сравнение и анализ;

– анализ собственных действий.

3. Исполнительные устройства (электромагнитные клапаны, электромеханический усилитель руля и др.).

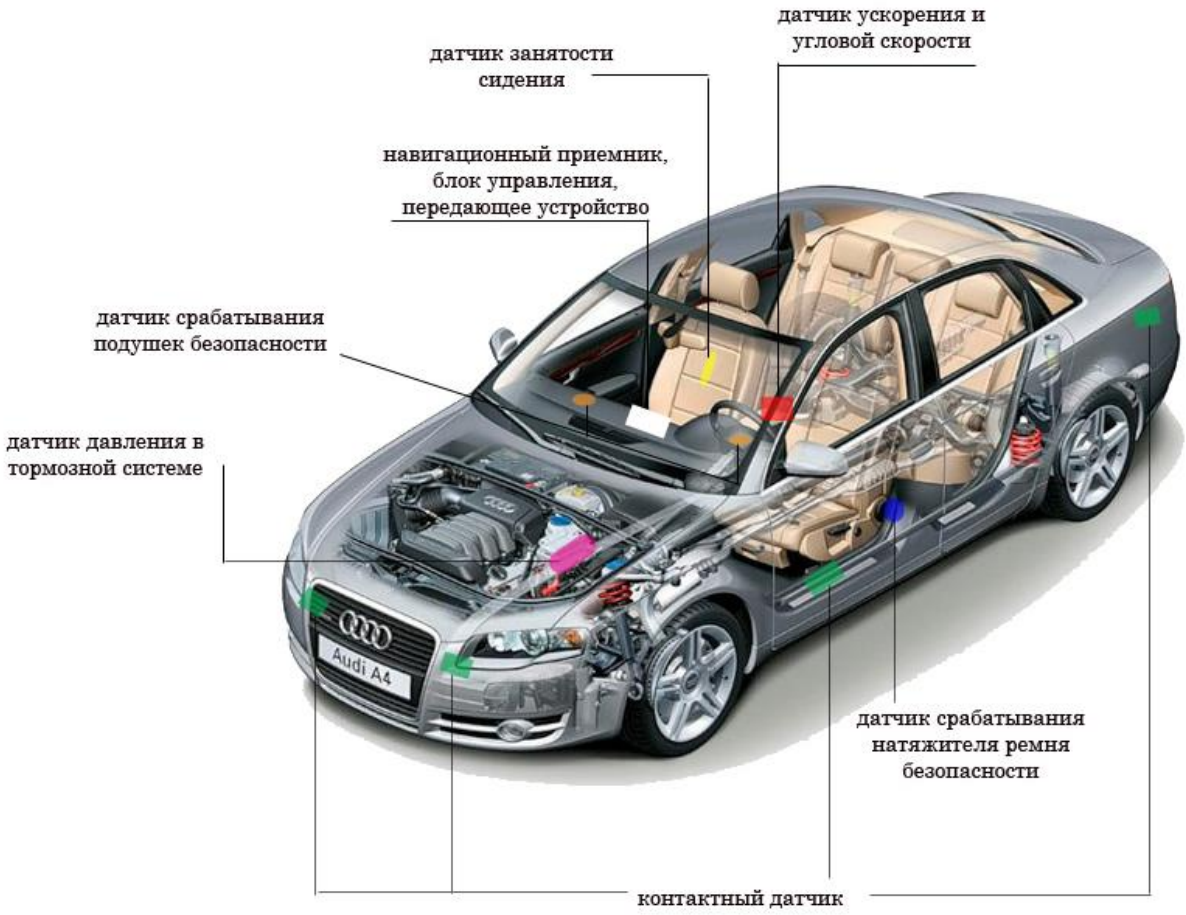


Рис. 3. Расположение элементов системы

Принцип работы бортовых ИТС: информация, преобразованная в электрические сигналы, с входных датчиков поступает в блок управления. Блок управления обрабатывает информацию (анализ, сравнение, прогноз и др.) и выбирает алгоритм действий. После чего формируется управляющее воздействие, передаваемое на исполнительные устройства (рис. 4).

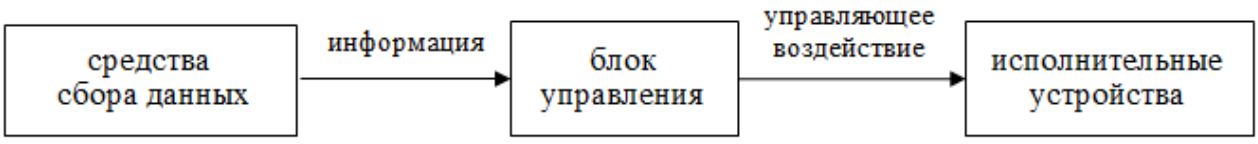


Рис. 4. Схема работы бортовых ИТС

Для расследования и экспертизы ДТП эксперту-автотехнику нужно ответить на следующие вопросы:

1. В каком месте проезжей части дороги, относительно её границ, расположено место столкновения транспортных средств, учитывая вещественную обстановку, зафиксированную на месте происшествия?

2. Каким образом, относительно друг друга и элементов дороги, располагались оси транспортных средств в момент их столкновения, учитывая вещественную обстановку, зафиксированную на месте происшествия и повреждения транспортных средств?

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

3. Какова скорость движения транспортных средств в момент торможения, учитывая вещественную обстановку, зафиксированную в месте происшествия?

4. Имели ли техническую возможность водители автомобилей избежать столкновения с момента возникновения опасности для их движения:

– при установленной экспертным путем скорости движения;

– при допустимой скорости движения на данном участке дороги 60 км/ч.

5. Как должны были действовать участники ДТП в соответствии с Правилами дорожного движения РФ?

При использовании данных для проведения автотехнической экспертизы ДТП с предлагаемой системы ТС эксперт получает всю необходимую информацию, которая позволяет установить:

– момент возникновения опасности;

– траектории движения ТС;

– точное время и место ДТП;

– расположение ТС в момент ДТП;

– скорость в момент удара, скорость торможения, замедление;

– путь, пройденный ТС в заторможенном состоянии;

– время движения ТС в заторможенном состоянии;

– тормозной и остановочный путь ТС.

При экспертизе ДТП, совершенном автомобилями, на которых будут установлены разработанная система, можно используя ее данные получить ответы на поставленные вопросы, не применяя измерений и расчетов. Так же данные можно использовать для 3D моделирования ДТП с помощью специальных программных продуктов. Создание трехмерной масштабной модели ДТП делает более наглядным и удобным заключение эксперта, а также сокращает работу и время эксперта на его создание.

Это является преимуществом разработанной системы перед довольно популярным методом расследования и экспертизы ДТП в мире, который основывается на использовании лазерного радара для определения деформации столкновения транспортного средства (Leica (Хирбруг, Швеция), 3D DIGITAL и FARO (Сарасота, Флорида, США), RIGEL (Хорн, Австрия), Minolta (Токио, Япония), OpTech (Вауган, Канада)) [7]. Для этого эксперты выезжают на место ДТП и «фотографируют» его с помощью лазерного радара, после чего данные загружаются в специальную программу по моделированию ДТП (CARAT, PC-Crash, ANALYSER PRO и др.), которая производит расчет и создает трехмерную масштабную модель ДТП. Кроме того, данные сканирования также могут быть использованы для создания анимации имитации аварий и использоваться в зале суда. Кроме значительного сокращения времени, затрачиваемого на фиксацию ДТП, при одновременном повышении безопасности и минимизации пробок на дорогах, технология 3D-лазерного сканирования обеспечивает идеальное решение для сбора данных для специалистов по реконструкции аварий, сотрудников правоохранительных органов и судебных экспертов [8].

Выводы

1) Важной и главной особенностью системы является полное поэтапное сохранение параметров с их синхронизацией в реальном времени. В блоке управления установленное ПО фиксирует изменения показаний в фоновом режиме и поэтому не влияет на работу системы в целом. С помощью интеллектуального анализа данных возможно их сопоставление. Так при изменении одного параметра в память повторно записываются показатели других. Например, при применении торможения водителем датчик фиксирует этот факт и в блоке управления отражается время начала торможения, пройденный путь на момент начала торможения (нажатия на

педаль тормоза), скорость в данный момент (перед торможением), скорость торможения, замедление, время окончания торможения, пройденный путь в момент окончания торможения. Но в память будут занесены следующие данные с использованием интеллектуального анализа: время остановки ТС, значение тормозного и остановочного пути. Вследствие чего эксперт при использовании специального оборудования, которое считывает и расшифровывает эти показания, получит достоверные данные для проведения экспертизы.

2) Такой метод позволяет сократить время на проведение экспертизы и достичь более точных результатов, которые будут охватывать весь спектр сведений о ДТП. Ведь в рассматриваемой бортовой интеллектуальной системе используется большое количество датчиков (скорости, удара, поворота руля и др.), которые позволяют получить данные о действиях водителя (нажатие на педаль тормоза, поворот руля) и параметрах движения (скорость, замедление). А с помощью ПО, установленного в блоке управления, эти данные обрабатываются и сохраняются, их передача со средств сбора информации до блока управления является быстрой и без технических потерь. Так эксперту остается лишь подключиться к блоку управлению с помощью специального оборудования и получить все данные.

3) Данные, полученные этим способом, являются точными, имеют готовый вид и не требуют дальнейших расчетов, что позволяет ускорить проведение расследования; и использовать их для 3-Д моделирования ДТП с помощью специальных программных продуктов. Создание трехмерной масштабной модели ДТП делает более наглядным и удобным заключение эксперта, а также сокращает работу и время эксперта на его создание. Данная система имеет возможность интеграции с существующими бортовыми ИТС.

Список литературы

1. Евстигнеев И.А. Интеллектуальные транспортные системы на автомобильных дорогах федерального значения России. — М.: Изд-во «Перо», 2015. — 164 с.

2. Жанказиев С.В. Интеллектуальные транспортные системы: Учеб. пособие – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.

3. ИТС РОССИЯ Некоммерческое партнерство "Интеллектуальные транспортные системы - Россия" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.its-russia.ru – Загл. с экрана.

4. Открытое акционерное общество «Научно-Исследовательский Институт Автомобильного Транспорта» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.niiat.ru - Загл. с экрана.

5. Системы современного автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.systemsauto.ru – Загл. с экрана.

6. Федеральный оператор по мониторингу полного цикла «МСС ГЛОНАСС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://mssglonass.ru/articles/sistema-glonass-i-umnoe-strahovanie/– Загл. с экрана.

7. Nengchao Lyu. Modeling Vehicle Collision Angle in Traffic Crashes Based on Three-Dimensional Laser Scanning Data [Электронный ресурс] /Nengchao Lyu, Gang Huang,Chaozhong Wu, Zhicheng Duan, Pingfan Li // Sensors (Basel) – 2017. – № 3. – Режим доступа: http://europepmc.org/articles/pmc5375768

8. FARO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.faro.com/application/accident-reconstruction/– Загл. с экрана.

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

Бутенко Ю.М., Кущенко С.В. Застосування інтелектуальних транспортних систем в розслідуванні дорожньо-транспортних пригод

Анотація. *Розроблено новий спосіб отримання даних при розслідуванні ДТП. Розглянуто конструктивні складові системи збору даних. Визначено місця розташування елементів інтелектуальної транспортної системи збору даних. Зроблено аналіз практичної значущості даної розробки при розслідуванні та експертизі ДТП. Виявлено переваги даного способу перед існуючими. Запропонований спосіб призначений для швидкого отримання точних вихідних даних при розслідуванні дорожньо-транспортних пригод. Дані, отримані цим способом, є точними, мають готовий вигляд і не вимагають подальших розрахунків, що дозволяє прискорити проведення розслідування. Також даний спосіб дозволяє частково автоматизувати процес проведення експертизи ДТП і в деяких випадках виключити виїзд експерта на місце ДТП.*

Ключові слова: *розслідування ДТП, інтелектуальні транспортні системи, вихідні дані.*

Butenko YU.N., Kushchenko S.V. New method of obtaining data in the investigation of the road transport accident

Abstract*. A new method of obtaining data for the investigation of an accident has been developed. The constructive components of the data collection system are considered. The locations of the elements of the intelligent transport data collection system are determined. An analysis is made of the practical significance of this development in the investigation and examination of accidents. The advantages of this method over existing ones are revealed. The proposed method is designed to quickly obtain accurate initial data in the investigation of road accidents. The data obtained by this method are accurate, have a ready-made look and do not require further calculations, which makes it possible to expedite the investigation. Also, this method makes it possible to partially automate the process of conducting road accident examination and, in some cases, exclude the expert from traveling to the scene of an accident.*

Keywords*: investigation of road accidents, intelligent transport systems, initial data*

Стаття надійшла до редакції 17.09.2017 р.

УДК 656.1+658+629.3+004.94

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

АНАЛИЗ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТА

В статье показана важность имитационного моделирования для решения задач транспорта, в частности, оптимизации цепей поставок в логистике. Рассмотрены программы имитационного моделирования наиболее известные и используемые в производстве и бизнесе. После сравнительного анализа определена наиболее оптимальная программа для поставленной задачи.
***Ключевые слова**: имитационное моделирование, задачи транспорта, цепи поставок, информационные технологии*

Постановка задачи

XXI век – время информационных технологий. Наш мир построен на информационных технологиях, куда не посмотри они везде, начиная с мобильного телефона, ноутбука и телевизора, заканчивая программным обеспечением на предприятиях и поисковых системах в Интернете. В частности, рассмотрим имитационное моделирование в логистике, ведь это тоже информационно-техническое обеспечение.

В начале 50х годов XX века на основании информационных языков программирования Fortran [1] и Algol [2] началось формирование имитационного моделирования. Первоначально имитационное моделирование создавалось только для научного применения, но с развитием вычислительных возможностей компьютеров, усовершенствованием компьютерных мощностей, стало решать большее количество задач. Уже в 60-х годах появляется GPSS – самый известный язык имитационного моделирования, благодаря которому начинается активное изучение систем массового обслуживания. Следом за компьютерами развиваются и объектно-ориентированные языки [2, стр. 452], на которых базируются практически все программные средства, реализующие имитационные модели [3]. Все это значительно ускорило совершенствование моделирования: увеличилось быстродействие, изменился графический интерфейс программ: они стали понятными и доступными в пользовании. Кроме того, значительно расширился набор задач, которые способны решить имитационные модели.

Одним из важных направлений имитационного моделирования является решение проблем логистики. Используя эти программы можно решить значительное количество вопросов, в частности, проанализировать выполненные заказы, отобрать успешно выполненные, отклоненные из-за отсутствия товара на складах или отклоненные вследствие отсутствия свободных автомобилей в автопарке. Кроме того, на основании анализа имитационной модели можно получить финансовую оценку деятельности предприятия и принять решение как получить максимальную прибыль с помощью оптимизации.

Цель работы

Цель работы заключается в выполнении сравнительного анализа существующих программ имитационного моделирования и в выборе наиболее подходящей для оптимизации логистических цепей поставок.

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

Основная часть

Для решения поставленной задачи необходимо рассмотреть наиболее известные и широко используемые программы моделирования, выявить их преимущества и недостатки, сравнить и проанализировать все параметры необходимые для построения более точной модели цепей поставок, а также на основании всех вышеперечисленных действий выбрать наиболее подходящее средство имитационного моделирования для дальнейшей оптимизации модели.

Логистика – наука о планировании, организации, управлении и контроле движения материальных и информационных потоков в пространстве и во времени от их первичного источника до конечного потребителя. За последнее время основные принципы логистики очень изменились: очень преобразовалось управление материальными потоками, были введены и начали активно использоваться усовершенствованные методы и технология доставки товаров.

Для имитационного моделирования наибольший интерес представляет транспортная логистика, которая связана с товаром (доставить требуемое количество товара), маршрутом движения (использовать наиболее рациональный), местом (доставить в указанную точку) и экономическим аспектом (получить наименьшие издержки).

Транспортную логистику можно поделить на внутреннюю (внутри предприятия) и внешнюю (сети поставок). Структура логистических цепей поставок и процесс управления ими более сложный, поэтому оптимизация используемых ресурсов также более трудоемкая.

Модели логистических цепей могут быть математические/количественные либо графические [11].

Для нас наибольшую значимость несут имитационные модели, т.к. они отображают динамическое движение процессов, происходящих в системах в реальном времени.

В настоящее время логистические проблемы описывают и решают большое количество существующих моделей. Каждая модель решает определенную поставленную задачу и имеет свои преимущества и недостатки. Модель можно построить для описания существующей проблемы – графическое отображения или же для решения этой проблемы. Тогда возникает вопрос какие цели ставятся и как эту модель лучше оптимизировать. Согласно поставленным целям и принципам управления деятельностью компании модель оптимизируется, а результаты переносятся с имитационной модели на процессы и параметры на предприятии.

Рассмотрим наиболее известные и используемые на предприятиях программы.

GPSS – интегрирующая языковая система, применяется для описания движения объектов в пространстве. Согласно заявкам в системах массового обслуживания создаются динамические объекты, называемые в GPSS транзактами [4]. Все транзакты "создаются" или "уничтожаются", если это необходимо в процессе моделирования по логике модели. Функциональный аппарат языка (операционные объекты) образуют блоки, которые соответствуют операторам-блокам исходной программы. Функция каждого из них – двигаться через модель М, воздействуя на её блоки поочерёдно. Эти блоки формируют логику модели, давая указания транзактам куда идти и что делать дальше.

Статистические объекты GPSS служат для сбора и обработки статистических данных о функционировании модели, к ним относятся очереди и таблицы [10].

Аппаратные объекты GPSS – это абстрактные элементы, на которые может быть разделено оборудование реальной системы: одноканальные/многоканальные устройства и логические переключатели. Логические переключатели используются для моделирования логического или физического характера.

К вычислительным объектам GPSS относятся: переменные (арифметические и булевские) и функции. Они используются для вычисления некоторых величин, заданных арифметическими или логическими выражениями либо табличными зависимостями.

Данные отдельных величин или массивов величин, используемых в модели можно хранить на ПК, это обеспечивают запоминающие объекты GPSS.

Для реализации программы подготавливается пакет управляющих и определяющих карт, набранные из стандартных символов, которые составляются по схеме модели. Созданная программа GPSS, работая в режиме обзора, производит и передаёт транзакты из блока в блок. Каждый переход транзакта приписывается к определенному моменту системного времени.

Данная программа является современной конкурентоспособной средой компьютерного моделирования. В основе ее действия заложен объектно-ориентированный язык GPSS. Данная программа оснащена мощным функционалом: выполняет статистический анализ результатов, решает оптимизационные задачи, может работать, как и с непрерывными событиями, так и с событиями, состоящими из отдельных частей. Интерфейс и возможности похожи на приложения Windows (использование нескольких окон, схожие команды).

Самым большим недостатком выступает отсутствие графических возможностей математических моделей (реализации), из-за этого процесс отладки является более длительным и сложным.

Преимущества данной программы: обладает широкими возможностями, эффективность работы увеличивается благодаря способности работать в многозадачном режиме; возможно проведение экспериментов с автоматическим анализом результатов; имеет более 20 встроенных распределений вероятности, а также использует динамический вызов функций из внешних файлов. Основное направление – системы массового обслуживания. К главным объектам относятся: процесс моделирования, модель, текст и отчет [9].

IThink – современный объектно-ориентированный пакет имитационного моделирования, программный продукт компании ISEE Systems (ранее High Performance Systems, www.iseesystems.com) для структурного моделирования (системной динамики) [5].

В начале 90-х пакет IThink признали стандартом структурного моделирования. Имеет широкую область применения: производство, бизнес, управление финансовыми потоками, так же используется биржевыми брокерами и финансовыми дилерами, банками и промышленными корпорациями.

Предоставляет вычислительную, графическую и информационную поддержку получения анализа на высоком уровне. Основным подходом является системная динамика. Основные составляющие – станции, конвертер, потоки и соединители. Модель можно разделять на уровни и иерархии. Она создается с помощью отображения на экране моделируемых объектов и взаимосвязей, выглядит как набор подсистем (совокупность стандартных блоков), каждая из которых состоит из объектов, которые взаимодействуют с определенной логикой. Соединительные стрелки указывают направление потоков данных.

Перестроение схемы (диаграммы) модели автоматически приводит к изменениям в ее программе и алгоритме, что обеспечивает эффект визуального моделирования.

Графические результаты функционирования модели, можно представить, как диаграммы разброса или временные диаграммы.

Данная программа моделирования способна решать большое количество задач системного анализа: получение статистических оценок и качественных характеристик; разработка моделей широкого спектра систем; реализация моделей среднего уровня сложности как комбинация простых; выявление зависимостей у составляющих, с целью понять поведенческие характеристики объектов.

В целом, данная программа очень проста в использовании, не требует специальных навыков в области программирования либо математических методов.

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

Powersim является классической программой, основной подход – системная динамика. Может использоваться самостоятельно, как автономное приложение, так и объединенное с другими системами и средствами [6].

Powersim может быть соединена с системой планирования/бюджетирования (например, SAP SEM-BPS, Cognos TM1), эта система в свою очередь может быть интегрирована с системой, занимающейся сбором и объединением информации (Oracle, SAP BW, MS SQL Sever, и прочие). Так же может быть прикреплена система ERP, хранящая конкретные транзакционные данные. Хотя данный путь необязательный, она может быть соединена напрямую с нижним уровнем (SAP ERP).

За счет возможностей реализации моделей для сложных организационных структур и интеграции с информационными системами (Oracle, SAP BW) эта программа выделяется среди других средств, поддерживающих метод системной динамики. Также в PowerSim встроен широкий спектр расширенных возможностей: оптимизация бизнес-процессов, встроенные блоки анализов рисков, методы вероятностного моделирования и другие.

Благодаря различным доступным способам представления: гистограммам, временным графикам, таблицам, модели в данной системе удобно строить и воспринимать. Данная программа позволяет строить модели как отдельных, так и непрерывных процессов.

Модели, построенные с помощью данного программного продукта, будут востребованы: при создании модели деятельности компаний; при оптимизации ключевых бизнес-процессов предприятия; при расчёте всевозможных показателей: эффективности, экономических, производственных и других; при расчете и анализе рисков.

Успешная работа с данным пакетом не требует особенных знаний и навыков со стороны пользователя.

Simulink с помощью пакета MATLAB занимает особое место среди большого числа пакетов визуального моделирования, стала рабочим инструментом для многих профессий и направлений деятельности: научных работников, физиков, связистов, инженеров, студентов технических специальностей [7].

ExtendSim (Extend) – в 1987г. создала компания Imagine That, Inc. и появилась на рынке как средство моделирования, анализа и оптимизации бизнес-процессов. Позволяет создавать разные модели (дискретные, непрерывные и гибридные), поддерживает моделирование динамических систем и дискретно-событийного управления.

Эта система отличается легким построением моделей с помощью функциональных блоков, содержит средства автоматического сбора статистических данных, используемых в процессе имитации. Для создания моделей применяется среда разработки, состоящая из блоков, использование которой намного проще, чем имитационными системами типа IThink или Anylogic.

В ExtendSim есть возможность многократно воспроизводить модель и анализировать «чувствительные» переменные, участвующие в моделировании.

В ExtendSim встроен ModL – С-подобный язык программирования, который позволяет разрабатывать собственные блоки с новой функциональностью, расширять стандартные возможности специальными блоками сторонних производителей.

ExtendSim хорошо интегрирована с пакетом MS Office.

Программное обеспечение ExtendSim включает несколько продуктов, различающихся своими возможностями и ценой:

GoldSim – графическая, объектно-ориентированная имитационная система, предназначена для динамического моделирования сложных физических, финансовых и организационных систем.

SeSAm создана для разработки и анализа многоагентных моделей. Агент SeSAm представляется переменными состояниями и характеризуется индивидуальным поведением, реализованным в форме UML – подобной диаграммы. Пользователь может создавать модель графически, без знания синтаксиса традиционных языков программирования. Система SeSAm написана на языке программирования Java и распространяется свободно [6].

MicrosoftProject (или MSP) — программа управления проектами, разработанная и продаваемая корпорацией Microsoft. Создана в помощь в разработке планов, распределении ресурсов по задачам, отслеживании прогресса и анализе объёмов работ проекта.

MicrosoftProject создаёт расписания критического пути. Расписания могут быть составлены с учётом используемых ресурсов. Цепочка визуализируется в диаграмме Ганта.

Под маркой MicrosoftProject доступны сразу несколько продуктов и решений:

1) MicrosoftProjectStandard – однопользовательская версия для небольших проектов.

2) MicrosoftProjectProfessional – корпоративная версия продукта поддерживающая совместное управление проектами и ресурсами, а также управление портфелями проектов с помощью MicrosoftProjectServer.

3) MicrosoftProjectWebAccess – Web-интерфейс для отчетности о выполнении задач, а также просмотра портфелей проектов.

4) MicrosoftProjectPortfolioServer – продукт для отбора проектов для запуска на основе сбалансированных показателей [8, с. 11].

Стремительно развиваются деловые и финансовые информационные системы. Формируется правовая поддержка современных информационных технологий.

MicrosoftProject – автоматизированная система построения графика проекта, предоставляет пользователям широкие возможности для создания графиков, причем это можно делать "вручную" – при помощи клавиатуры или путем копирования информации из файлов, созданных другими программами. Автоматизация систем управления предприятием базируется на последовательности формирования графика проекта:

1) определение дат проекта (начальная и конечная);

2) создание перечня работ с оценкой их продолжительности (можно задавать вручную или путем переноса данных из любого файла);

3) организация иерархической структуры перечня графика работ (можно установить по исполнителям; периодам работы; технологическому признаку; видам продуктов, услуг, по конструктивному признаку);

4) формирование ресурсного обеспечения;

5) сохранение файла.

Предлагаемая последовательность формирования модели проекта является основной, но может изменяться пользователем по своему усмотрению с учетом условий и объема работы [8].

AnyLogic программное обеспечение для имитационного моделирования сложных систем и процессов, разработанное российской компанией «XJ Technologies». Программа обладает графической средой пользователя и позволяет использовать язык Java для разработки моделей [3]. Реализует в себе различные подходы: системная динамика, дискретно-событийный подход, модели дискретных систем, агентное моделирование, также можно комбинировать все вышеперечисленные методы.

AnyLogic оснащён очень развитым графическим дизайном, в процессе настройки модели можно настроить 2D или 3D анимацию, благодаря чему результаты становятся более представительными. Еще можно сказать об очень легком и понятном интерфейсе программы, существует большое количество примеров и справочных материалов для создания моделей.

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

Благодаря большому количеству реализованных подходов, данная программы очень широко используется: это и управление проектами/активами, и производственные процессы, и процессы, связанные с перемещением транспорта (железнодорожного, автомобильного, воздушного и морского) и многое другое.

AnyLogic поддерживает модели разных уровней: от моделей, где важны параметры одного конкретного объекта до верхнеуровневых моделей, обеспечивающих поддержку стратегических решений. Помимо этого, данный продукт способен работать с раздельными либо непрерывными событиями, а также их комбинацией в одной модели. Решает оптимизационные задачи, с помощью поиска значения параметров, при которых достигается оптимальное значение целевой функции, даже если наложены ограничения на значение параметров. Поддерживает более 40 математических распределений.

Наиболее отличительной чертой AnyLogic является способность программного обеспечения работать более чем на одной аппаратной платформе или операционной системе, т. к. в основе данного пакета находится объектно-ориентированный язык программирования Java. Данный продукт можно назвать универсальным, так как он может быть полезен пользователям Windows, Mac OS и Linux.

Для создания сложных, функциональных моделей может возникнуть необходимость обратиться к программированию Java и использованию стандартных библиотек или собственных разработок. Хотя реализовать модель можно и не обращаясь к коду. Каждый объект модели представляет из себя Java-класс, возможно добавлять собственные классы и прочие аспекты.

Приложение можно использовать на одном компьютере, или, построив Java-апплет, запускать модель из браузера.

Начиная с версии 7.2 в AnyLogic можно использовать встроенную базу данных, кроме того данную программу можно интегрировать с ERP и CRM системами и отдельными их модулями, а также с базами данных.

Основными преимуществами является то, что в AnyLogic возможны два режима выполнения моделей: режим виртуального времени и режим реального времени. Программа имеет удобные средства представления функционирования моделируемой системы в живой форме динамической анимации, что позволяет «увидеть» поведение сложной системы. Визуализация процесса функционирования моделируемой системы позволяет проверить адекватность модели, выявить ошибки при задании логики и, конечно же, выглядеть более презентабельно, благодаря развитой графике, а возможность работать с Java делает моделирование более гибким и доступным для реализации желаемого. Позволяет пользователю вмешиваться в работу модели, изменяя параметры модели в процессе ее функционирования. Кроме того, AnyLogic имеет большое количество встроенных функций, с их помощью возможно решение оптимизационных задач.

Сравнительный анализ основных программ имитационного моделирования приведен ниже в таблице 1.

Выводы

Проведя обзор наиболее популярных инструментов имитационного моделирования было выявлено, что не все из них подходят для решения поставленной задачи, так как для оптимизации модели цепей поставок необходимо, чтобы программа могла выстраивать хронологическую последовательность событий, использовать в одной модели все подходы моделирования, иметь графическую реализацию моделей, которая при точном введении ее параметров может детально демонстрировать передвижение объектов, а также имела поддержку анализа полученных результатов с их последующей оптимизацией.

Исходя из проведенного анализа средств имитационного моделирования выявлено, что AnyLogic является наиболее подходящим средством для построения модели логистических цепей поставок. Использование программы позволит повысить эффективность управления цепями поставок, минимизировать логистические издержки.

Таблица 1

Сравнительный анализ основных программ имитационного моделирования

Параметры	GPSS World	IThink	PowerSim	AnyLogic
Блок-схемы	+	-	-	-
Аппарат многопараметрической оптимизации	-	-	+	+
Объектно-ориентированный подход	+	+	-	+
Экспорт и импорт данных из других приложений	-	-	+	+
Потоковые диаграммы	-	+	+	+
Демонстрация	+	+	+	+
Дискретно-событийное моделирование	-	+	-	+
Агентное моделирование	-	-	-	+
Способность моделей работать более чем на одной аппаратной платформе или операционной системе	-	-	-	+
Использование в одной модели всех подходов	-	-	-	+
Поддержка анализа результатов	+	+	-	+
Наличие студенческой версии	+	-	платная	+

Список литературы

1. Горелик А.М. Средства поддержки параллельных вычислений в стандартах языка Фортран//Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2012. № 68. 17 с. URL: http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2012-68.

2. Себеста Роберт У. Основные концепции языков программирования, 5-е изд. — пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. —672 с.: Парал. тит. англ. ISBN 5-8459-0192-8 (рус.). URL: http://ua.bookfi.net/book/488979.

3. Вайсфельд М. Объектно-ориентированное мышление. — СПб.: Питер, 2014. — 304 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»). ISBN 978-5-496-00793-1 https://vk.com/doc24068470_315312653?hash=dba1ea7a7b5708f4b3&dl=800df7906016b44cec

4. В.А. Орлов и др. Система моделирования GPSS/ PC для ПЭВМ, Выпуск 69. М: Международный центр научной и технической информации. МЭИ,1990 г.

5. Кузнецов Ю.А., Перова В.И. Применение пакетов имитационного моделирования для анализа математических моделей экономических систем: Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Применение программных средств в научных исследованиях и в преподавании математики и механики». Нижний Новгород, 2007. 98 с.

6. Замятина О.М. Моделирование систем: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 204 с.

7. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. СПб.: Питер, 2001.-480 с.

8. Осетрова И.С. Управление проектами в Microsoft Project 2010 - СПб: НИУ ИТМО, 2013.– 69с. URL: http://books.ifmo.ru/file/pdf/1090.pdf.

9. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.: ил. (Серия «Проектирование»).ISBN 5 94074 219 X

10. Черненький В.М, Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.:Бестселлер, 2003. – 416с.ISBN5-98158-004-6

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

11. Аникин В.И., Шакурский В.К. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Моделирование» для студентов направления подготовки 231000.68 Учебно-методический комплекс по дисциплине «Моделирование. Программная инженерия» – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2012. – 204 с. URL: http://diss.seluk.ru/pr-tehnicheskie/1083445-1-uchebno-metodicheskiy-kompleks-discipline-modelirovanie-dlya-studentov-napravleniya-podgotovki-23100068-uchebno-meto.php

Володарець М.В., Масленікова Г.Г. Аналіз засобів імітаційного моделювання для вирішення задач транспорту

Анотація. *У статті показана важливість імітаційного моделювання для вирішення завдань транспорту, зокрема, оптимізації ланцюгів поставок в логістиці. Розглянуті найбільш відомі програми імітаційного моделювання, що використовуються у виробництві та бізнесі. Після порівняльного аналізу програмних засобів визначено найбільш оптимальний для поставленої задачі.*

Ключові слова*: імітаційне моделювання, задачі транспорту, ланцюги поставок, інформаційні технології.*

Volodarets M.V., Maslenikova A.G. An analysis of methods of imitation simulation for solving problems of transport

Abstract*. The article shows the importance of simulation modeling for solving transport problems, in particular, optimization of supply chains in logistics. Simulation modeling programs are considered the most known and used in production and business. After comparative analysis, the most optimal program for the task was determined.*

Keywords*: imitation modeling, problems of transport, supply chains, information technology.*

Стаття надійшла до редакції 29.08.2017 р.

УДК 629.119

РАИМБАЕВ А.Т., к.т.н., профессор
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан;
РАИМБАЕВА С.А., магистр, ст. преподаватель
Таразский педагогический университет, Республика Казахстан;
БАЛИБЕКОВА А.Д., магистрант; ТУКУСБАЕВ Б.А., магистрант;
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан

КОНСТРУКТИВНО-РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВЫПРЯМИТЕЛЯ ВМЯТИН В АВТОМОБИЛЯХ

В статье приведен конструктивный анализ существующих приспособлений и рассмотрено конструктивно-расчетное обоснование работоспособности выпрямителя вмятин в кузовах автомобилей различной конфигурации. Приводится описание устройства и принцип работы приспособления. Приводится часть результатов расчета на прочность предлагаемого приспособления по использованию методик SCAD Office 11.

Ключевые слова: *автомобиль, кузов, вмятина, метод, способ, конструкция, приспособление, схема, расчетное обоснование*

В результате малых, средних и больших аварий имеют место вмятины в кузовах автомобилей различных типов и марок.

Для устранения вмятин различной категории автомобильных кузовов применяются разного вида конструкции приспособлений (рис.1) [1,2].



Рис. 1. Устройство для выпрямления вмятин с применением клея

Приспособление, применяемое для выпрямления, состоит из арки с двумя основаниями для установки на поверхность кузова, причем эти основания приклеиваются на неровную поверхность, соответственно, процесс вытягивания скривленной поверхности происходит некачественно. Это доказывает серии видеофильмов, посвященных к демонстрации применения данного способа.

Следующий способ предназначен для выпрямления вмятин путем применения электрическо – индукционных кратковременных воздействий на точку соприкосновений вытягиваемого элемента с поверхности вмятин (рис.2).

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



Рис.2. Метод выпрямления вмятин кузовов с использованием электрической индукции

Наиболее популярные механические приспособления, используемые для выпрямления вмятин кузовов (рис.3).



Рис. 3. Процесс выпрямления вмятин механическим способом

Данный метод позволяет осуществлять выпрямления вмятин путем силового воздействия со стороны ремонтника, используя дополнительное время для вставки винтовых элементов на поверхность.

Все выше рассмотренные методы, способы и приспособления могут быть использованы для выпрямления вмятин кузовов малой толщины металла и др. сплавов.

Для выпрямления сложных вмятин используются вытягивающие устройства и специальное оборудование, описания которых изложены в учебниках и трудах многочисленных авторов.

В современном автомобилестроении для выпрямления вмятин кузовов необходимо создание наиболее универсального типа приспособления, используемого к поверхностям кузовов различной толщины, что является основной целью, к достижению которой стремились авторы данной статьи.

Авторы статьи, проведя сравнительный анализ конструкции приспособлений использующегося в отечественных предприятиях по эксплуатации автомобилей, в частности в вопросах по устранению вмятин кузовов различного вида разрушений, предложили новую конструкцию выпрямителя (Рис.4).

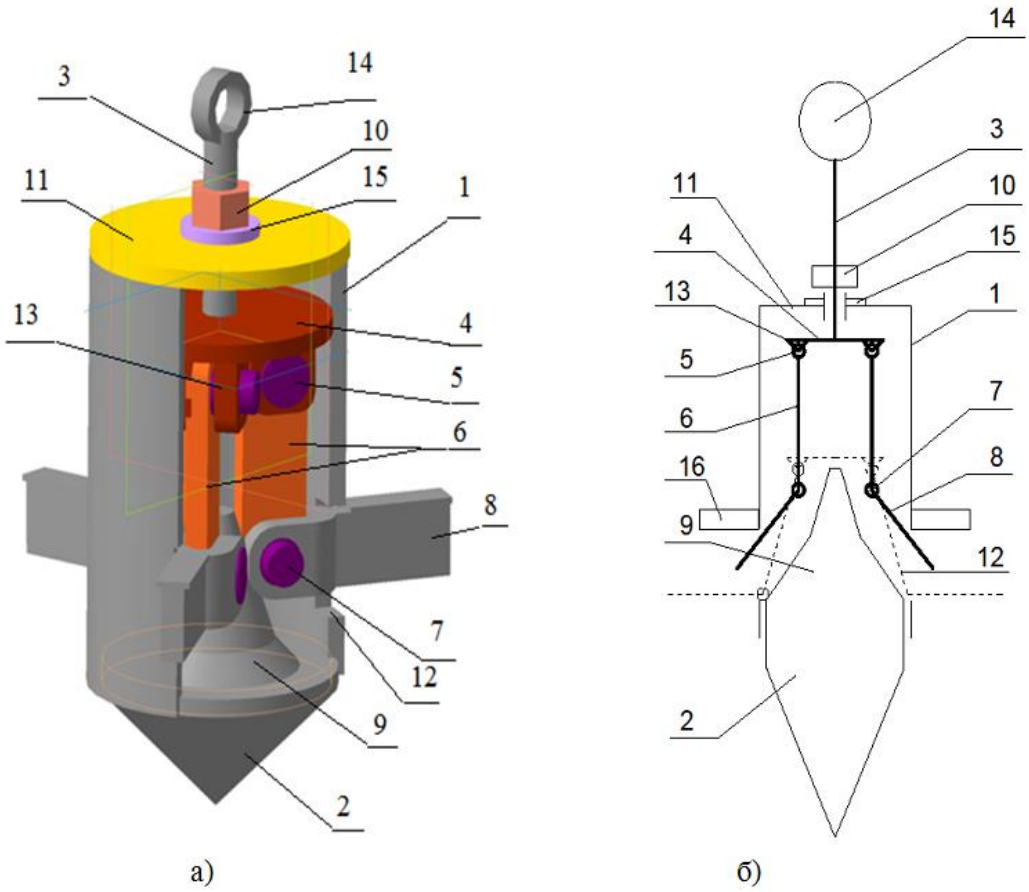


Рис. 4. Конструктивная и кинематическая схема предлагаемого выпрямителя вмятин в автомобилях

Предложенная конструкция выпрямителя вмятин аварийных кузовов состоит из цилиндрического корпуса 1 и острой конусной части 2, ввинчиваемой в корпус 1. Внутри корпуса располагается подвижно-шарнирный узел состоящий: из диска 4, привариваемого в него кронштейнов 13, с установленными пальцами 5, соединяющего с толкателями 6, связанного шарнирно с отбойниками выпрямителями 8, снабженного пластинами.

В диск 4 приваривается винтовой направляющий конус 9, в конце которого левой резьбой навинчивается ушко крюка 14. В цилиндрический корпус 1 приваривается кольцевая крышка 11 с кольцом 15, придающая жесткость, на котором нарезана резьба, соответствующая свойству винтовой направляющей 3. В винтовой направляющей установлен винт 10.

Острая конусная часть 2 с одной стороны выполнена ступенчато, как показано на схеме (Рис.4а). Выпрямители с отбойниками 8 движутся по ступенчатой поверхности, как по направ-

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

ляющей посредством шарнира с пальцем 7 и в конце высовывается через отверстие 12 на наружную поверхность.

Данное устройство работает следующим образом (Рис.4б). В начале, это устройство через крюк вбивается в вмятину до половины цилиндрического корпуса 1, ограничителем которого служит плоское кольцо станина 16.

Затем, проворачивая гайку 10, опускаем шарнирный узел с толкателями 6 и выпрямителями отбойниками 8, прикрепленный к диску 4.

При этом, толкатели 6 и выпрямители с отбойниками 8, копируя ступенчатую направляющую 9, двигаются вниз, а последнее – через отверстие 12 на наружную поверхность. В конечной точке выпрямители с отбойниками располагаются перпендикулярно к цилиндрическому корпусу 1.

После завершения вышеописанной операции, данное приспособление позволяет производить процесс выпрямления вмятин непосредственным ударом с внутренней стороны вмятин. Причем, данное приспособление имеет возможность также производить выпрямление вмятин путем обжатия поверхности как изнутри, так и снаружи посредством воздействий элементов 16 и 8. Данное устройство может быть использовано при вытягивании таких грубых изгибов, как балка, лонжероны, рама и т.д.

Для этого устройство может быть изготовлено в виде разных типоразмеров, используемых в зависимости от вида автомобилей (грузовые, автобусы, легковые). Основная часть элементов выполняется из труб и пластин [3].

Работоспособность предложенного приспособления обоснована расчетами с использованием программы SCAD Office 11 (Таблица 1 и Таблица 2).

Приводим результаты расчета. Расчет произведен в соответствии усилий, действующего на выпрямитель отбойник P = 300 Н (рис.5).

Таблица 1

Координаты и связи Единицы измерения: м									
Номер узла	Координаты			Связи					
	X	Y	Z	X	Y	Z	Ux	Uy	Uz
1	0,1	0	0,1						
2	-0,05	0,087	0,1						
3	-0,05	-0,087	0,1						
4	-1,388e-017	9,252e-018	0,1						
5	0	0	0,2						
6	0,1	0	0			#	#	#	
7	-0,05	-0,086	0			#	#	#	
8	0,31	0	-0,05						
9	-0,15	-0,26	-0,05						
10	-0,05	0,086	0			#	#	#	
11	-0,15	0,26	-0,05						
12	0,1	0	0,096						
13	-0,05	0,087	0,096						

Таблица 2

Перемещения Единицы измерения: мм				
Номер узла	Номер загружения	Значения		
		Z	Uy	Ux
1	1	-0,116	-238,23	-1,929e-010
2	1	-32,138	-133,857	-20,975
2	3	-0,011	-0,044	-0,003
3	1	-32,138	-133,857	20,975
3	3	-0,011	-0,044	0,003
4	1	-22,598	-198,307	-2,984e-010
4	3	-0,008	-0,068	1,15e-012
5	1	-22,598	-198,307	-2,984e-010
5	3	-0,008	-0,068	1,15e-012
11	1	-0,275	-0,91	-1,584
11	3	-0,298	-0,991	-1,724
12	1	-0,116	-236,647	-2,255e-010
13	1	-32,138	-166,425	-35,704
13	3	-0,011	-0,057	-0,011
14	1	-32,138	-166,425	35,704
14	3	-0,011	-0,057	0,011

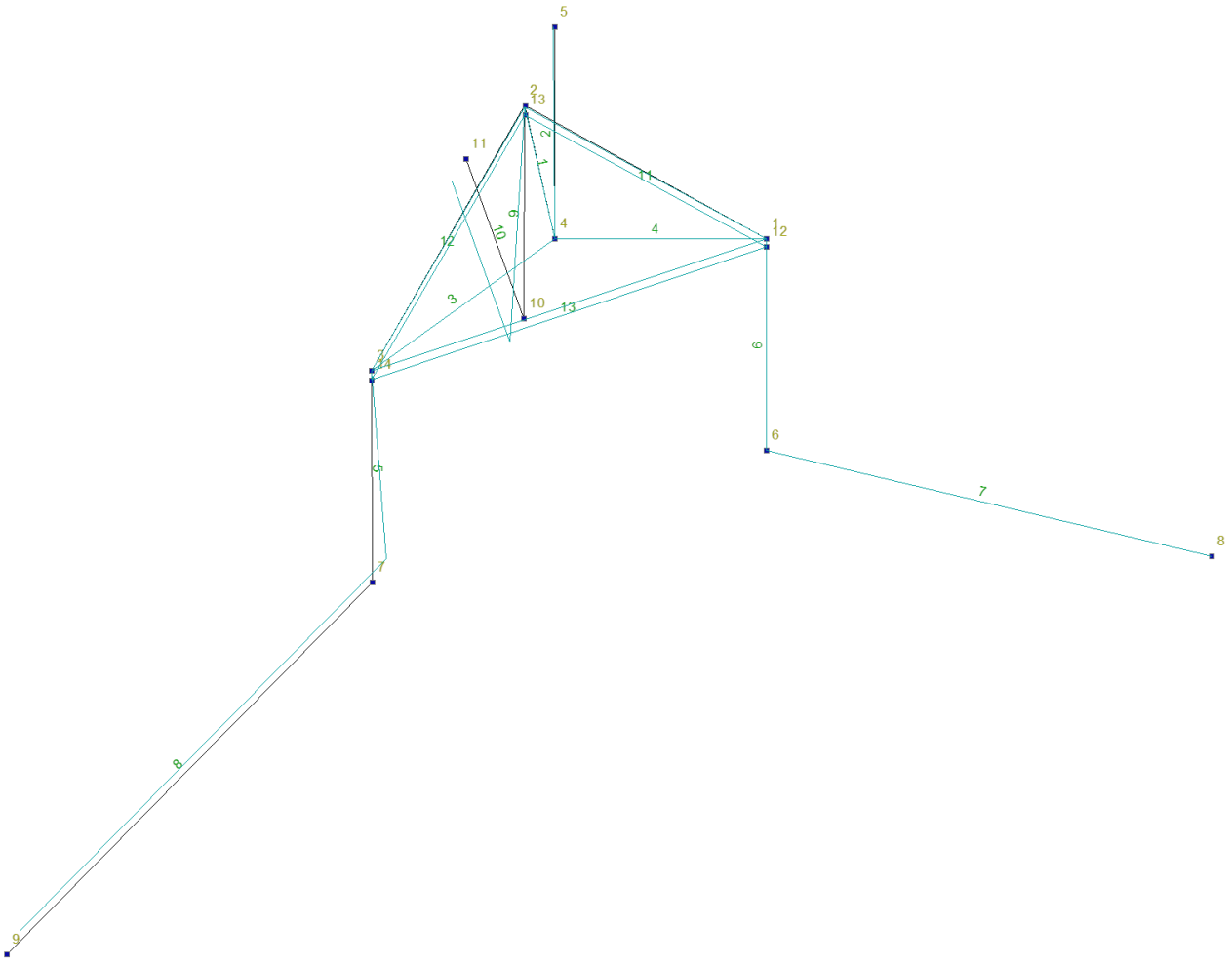
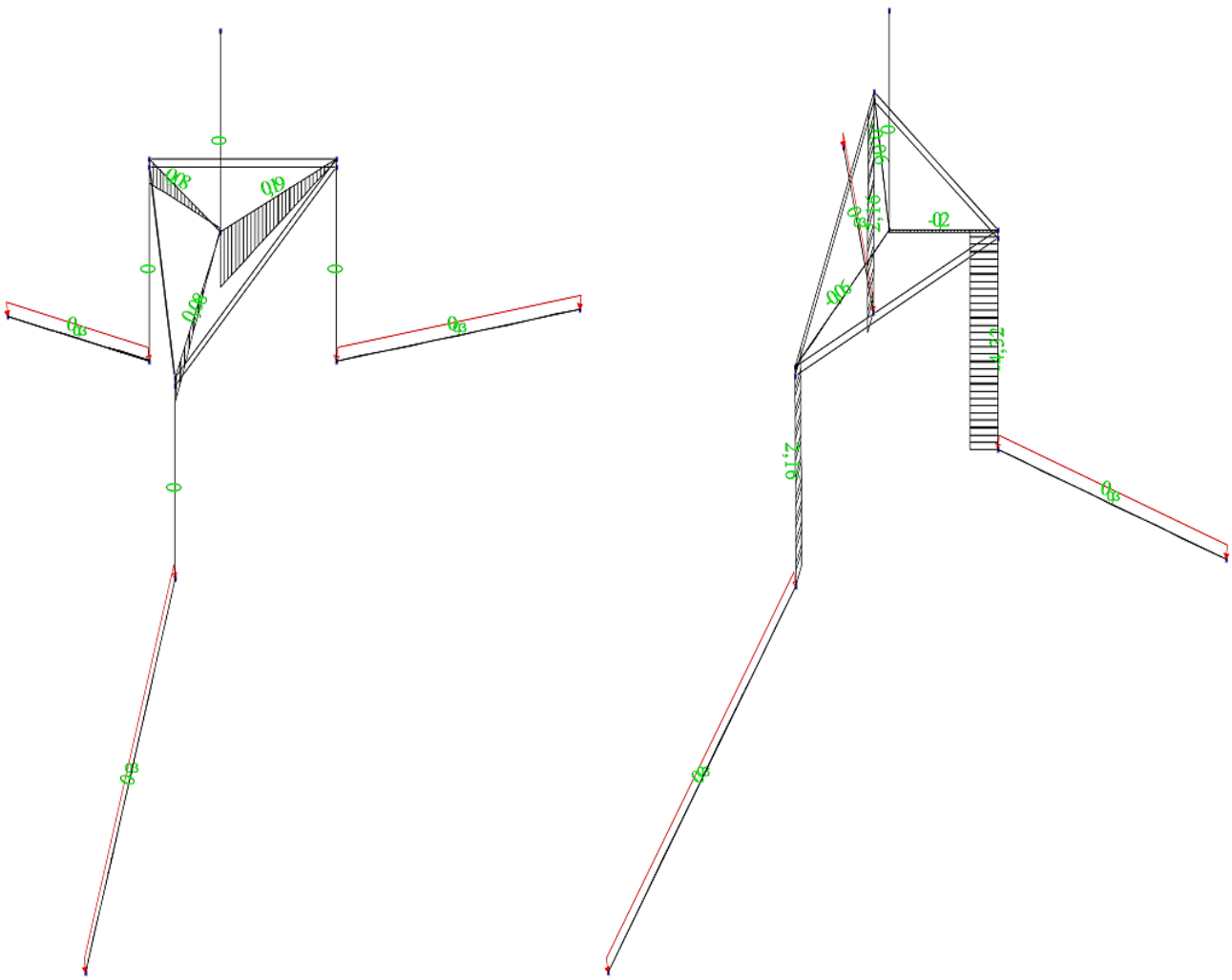


Рис. 5. Деформационная схема приспособления от воздействия внешних сил

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



а) МУ *б) N*

Рис. 6. Эпюра от моментов сил МУ и нормальной силы N при воздействии на приспособление внешних сил и собственный вес данного устройства.

Выводы

1) Предложенное устройство может быть изготовлено в любых мини мастерских.

2) Процесс работы приспособления прост и не требует больших затрат как по времени, так и финансам.

3) Результаты расчета показывают, что приспособление работоспособно и может широко применяться в мини мастерских.

Список литературы

1. Дехтеринский Л.В. Ремонт автомобилей. М.: Транспорт, 1992. –259с
2. Румянцев С.И. Ремонт автомобилей. М.: Транспорт, 1988. –327с
3. Кардаенко А.П. Учебное пособие. SCAD Office. Шаг за шагом – 2011-287с.

Раімбаєв А.Т., Раімбаєва С.А., Балібєкова А.Д., Тукусбаєв Б.А. Конструктивно-розрахункове обґрунтування працездатності випрямляча вм'ятин в автомобілях

Анотація. *У статті наведено конструктивний аналіз існуючих пристроїв і розглянуто конструктивно-розрахункове обґрунтування працездатності випрямляча вм'ятин в кузовах автомобілів різної конфігурації. Наведено опис пристрою і принцип роботи пристосування. Наводиться частина результатів розрахунку на міцність пропонованого пристосування по використанню методик SCAD Office 11.*

Ключові слова: *автомобіль, кузов, вм'ятина, метод, спосіб, конструкція, пристосування, схема, розрахункове обґрунтування*

Raimbaev A.T., Raimbaeva S.A., Balibekova A.D., Tukusbaev B.A. Constructive Calculation rationale of the rectifier dents in cars

Abstract. *The article presents a constructive analysis of existing devices and considered a constructive and calculating justification of the performance of the dentifier rectifier's durability in the bodies of cars of vehicles of various configurations. The description of the device and the operation principle of the device are given. Part of the results of calculating the strength of the proposed device for the use of SCAD Office 11 techniques is given.*

Keywords: *automobile, body, dent, construction, adaptation, scheme, design basis*

Стаття надійшла до редакції 10.09.2017 р.

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

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 ОСНОВНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Выполнен анализ основных эксплуатационных показателей, влияющих на надежную работу двигателей внутреннего сгорания различных автомобилей. Определены основные факторы, которые влияют на надежность, безотказность, долговечность и ремонтопригодность двигателей.
Ключевые слова: *показатели, двигатель, автомобиль, надежность, безотказность, ресурс, долговечность, ремонтопригодность*

Автомобили – это главный тип наземного транспорта, который работает в разнообразных дорожно-климатических условиях.

Разнообразные дорожно-климатические условия эксплуатации и сложные конструкции двигателей определяют необходимость применения комплексных эксплуатационных свойств автомобилей для обеспечения транспортной работы в определенных условиях с заданной производительностью и экономичностью.

Главные эксплуатационные свойства автомобилей связаны с движением транспортных средств.

Эти свойства автомобилей могут быть определены по параметрам и выходным характеристикам сборочных единиц, агрегатов и узлов автомобильной техники.

При продолжительной эксплуатации автомобилей, их технические характеристики, как и любого другого сложно-компонентного механизма, ухудшаются.

Техническое состояние автомобиля или его составляющих по качественному признаку можно подразделить на: исправное – неисправное, работоспособное – неработоспособное и критическое.

В нормативно-технической документации установлены нормативные лимиты величины параметров, которые характеризуют степень качества функционирования отдельных элементов (сборочных единиц, узлов, агрегатов и деталей) автомобилей.

Сборочные единицы и детали автомобилей в девяноста процентов случаев – это объекты, пригодные к ремонту, их работоспособность в случаях отказов или повреждений способна к восстановлению до первоначального или близкого к первоначальному состоянию.

В процессе анализа надежности автомобили и его компоненты исследуют как отдельные технические объекты [1-2].

Надежность автомобиля - это его свойство сохранить во время эксплуатации в нормируемых пределах значений всех параметров, которые характеризуют способность выполнить затребованные функции при данных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, ремонта, при хранении и транспортировке.

Надежность – это сложное свойство объекта, которое для автомобиля и его компонентов также включает в себя такие свойства, как безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохранность.

Характеристики свойств надежности в количественном выражении производят при помощи показателей надежности, которые бывают единичные или комплексные в зависимости от того, какое количество свойств необходимо оценить в количественном выражении [3].

Безотказность автомобиля – это свойство непрерывного сохранения работоспособного технического состояния в продолжение определенного времени или определенного километража пробега автомобиля.

Отказы отдельных компонентов автомобилей в некоторых случаях могут не приводить отказам агрегатов, а в некоторых – вызывать частичные или полные отказы сборочных единиц, систем и объектов.

Для классификации отказов применяют критерий, причины, признаки, характеры и следствия изменения работоспособного технического состояния.

Критерии и признаки отказа приведены в нормативно-технической документации. Критерии и признаки отказа выявляют измерениями приборами или наблюдениями.

Нарастающий отказ, который может быть охарактеризован постепенными изменениями заложенных при проектировании и изготовлении характеристик, может быть спрогнозирован, при помощи периодического контроля этих характеристик.

Внезапный отказ может быть охарактеризован по скачкообразному изменению свойств автомобиля и его составляющих компонентов.

Отказы деталей могут быть последствием поломок одного или нескольких компонентов автомобиля, поэтому отказ может быть зависимым и независимым.

Зависимый отказ дорогой детали должен быть по возможности исключен за счет реализации профилактических мероприятий.

Показатель безотказности делится на две подгруппы. Для анализа этого показателя надежности автомобиля до первого отказа, между отказами или до отказа различных степеней сложности рассчитывается вероятность безотказного функционирования, средние наработки до отказов и интенсивности отказов.

Вероятность безотказной работы (рис. 1) показывает вероятность того, что при заданном пробеге автомобиля отказ конкретного типа не возникает, и статически может быть оценен по отношению работоспособных компонентов в конкретном автомобиле в конце и в начале пробега [3]:

$$P(L) = \frac{N(L)}{N_0} = \frac{N_0 \quad \sum n_i}{N_0}, \tag{1}$$

где $\sum n_i$ – количество отказавших компонентов за пробег автомобиля.

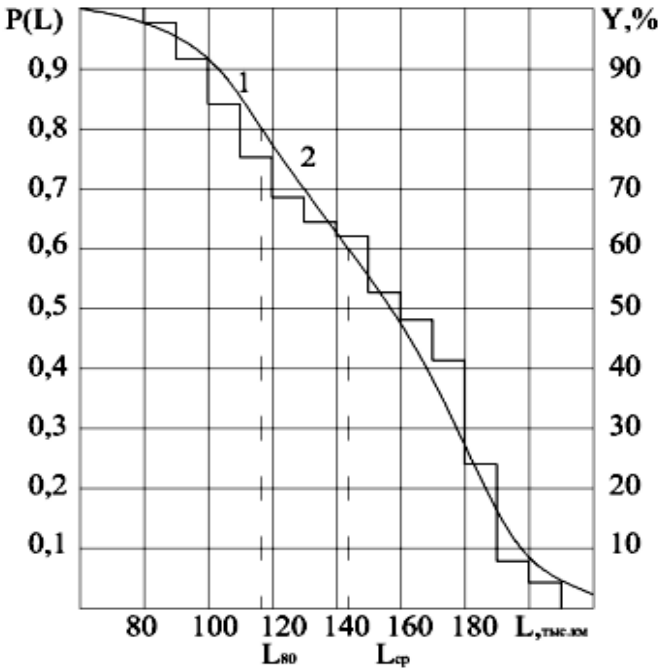
Наработка на отказ – это математическое ожидание автомобильного пробега при эксплуатации до первого или следующих отказов определенного типа.

Статистические показатели надежности определяются через отношение сумм пробегов автомобилей до конкретного типа отказов к количеству автомобилей под наблюдением, если все они испытали отказ во время наблюдений [2,3]:

$$L_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} l_i}{N_0}, \tag{2}$$

где l_i – пробег до отказов, наблюдаемых автомобилей.

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



1 – экспериментально; 2 – теоретически

Рис.1. Кривая работоспособности коренных вкладышей двигателей автомобилей КамАЗ

Интенсивность отказов – это условная плотность вероятностей появления отказов автомобиля, не подлежащего ремонту, определяется для определенного промежутка времени исходя из условия, что до этого времени отказ не возникал.

Интенсивность отказа можно определить из выражения:

$$\lambda(L) = \frac{N(L) - N(L + \Delta L)}{N_0}, \tag{3}$$

где ΔL – интервал пробега км;

$N(L)$, $N(L + \Delta L)$ – число исправных элементов для пробега L и $(L + \Delta L)$.

Средняя наработка на отказ, определяется отношением пробегов автомобилей к математическим ожиданиям количества отказов регенерируемых компонентов конструкции в течение пробега, определяется из выражения:

$$L_o = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} L_i}{\sum_{i=1}^{N_0} n_i(L)}, \tag{4}$$

где L_i – пробег автомобиля за время наблюдений;

$n_i(L)$ – число отказов исследуемых компонентов автомобилей;

N_0 – число автомобилей под наблюдением.

Ведущая функция Ω потоков отказов – это математическое ожидание количества. Может быть определена по формуле:

$$\Omega(L) = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} n_i(L)}{N_0}. \quad (5)$$

Характеристика потока отказов определяют отношением количества отказов восстанавливаемых объектов к величине наработки. Характеристика потока отказов находят из выражения:

$$\omega(L) = \lim_{\Delta L \to 0} \frac{\sum_{i=1}^{N_0} n_i(L, L+\Delta L)}{N_0 \Delta L} = \Omega'(L), \quad (6)$$

где $n_i(L, L+\Delta L)$ – число отказов автомобилей за время пробега от L до $(L+\Delta L)$.

Зависимости ведущей функции и параметра потока отказов деталей и агрегатов автомобилей от пробега используют для планирования производства запасных частей, формирования складов и решения других задач управления техническим содержанием автомобилей [2,3].

Этот параметр может быть оценен при помощи технического ресурса, определяемого по пробегу автомобилей, и сроку эксплуатации, измеряемого по календарной продолжительности функционирования автомобильной техники до наступления критического технического состояния.

Ресурс деталей двигателя зависит от большого числа факторов, которые связаны с качеством проектирования и производства, условиями технической эксплуатации и качеством проведения технических обслуживаний и текущих ремонтов.

Детали, изготовленные в одной и той же партии из одинаковых материалов в одинаковых технологических процессах, могут обладать каким-либо случайным разбросом сроков службы.

Поэтому для анализа долговечностей двигателей выявляют средний и гамма-процентный срок службы двигателя и его деталей.

Гаммо-процентный ресурс – это наработка, за время которой двигатель не достигает критического состояния с вероятностью γ, которая выражается в %.

При анализе отказа, не определяемого критическим техническим состоянием двигателя, применяется характеристика – гамма-процентная наработка на отказ.

Средний срок службы двигателей автомобилей в значительной степени выше их 80% и 90 % сроков службы из-за большого разброса их вариативности [2,3].

В целом вариативность сроков службы двигателей описываются убывающими кривыми, при этом рассматривают % γ исправных компонентов двигателя автомобиля или вероятность работы без отказов до наступления критического состояния как функцию от пробегов (рис. 2).

Исследователями установлено, что при стабильных условиях, при надлежащей эксплуатации автомобильной техники вариативность сроков службы двигателей количественно согласованы: детали пары трения и сложных сборочных единиц – с нормальным законом; подшипников и шестеренок – с законом Вейбулла и прочее.

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

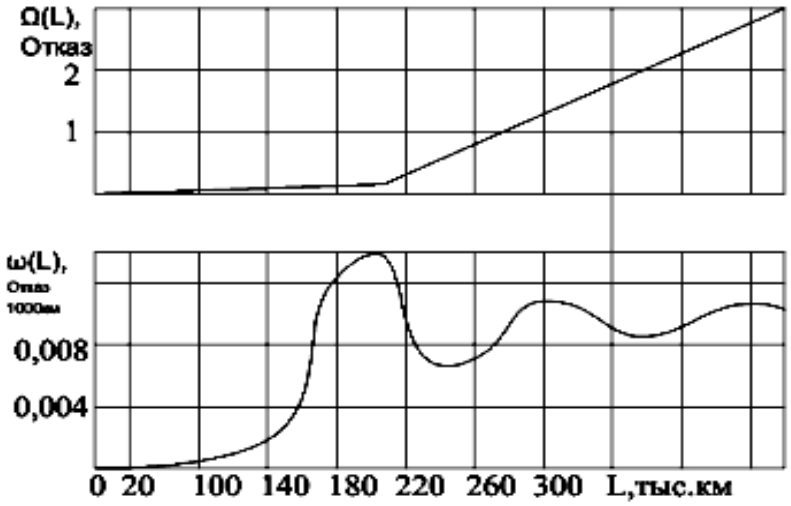


Рис. 2. Зависимость ведущей функции и характеристики потоков отказов быстроизнашиваемых деталей от пробегов автомобилей

Физическое старение двигателей автомобилей в процессе продолжительной эксплуатации происходят, как было отмечено выше, не только от эксплуатации, но и из-за воздействия природно-климатических условий.

Сохраняемость двигателя автомобиля – это свойство двигателя и его элементов (систем, механизмов, деталей) сохранить значения безотказности, долговечности и ремонтопригодности до и после консервации [2,3].

Определение срока сохраняемости, который представляет собой календарную длительность хранения, за которую должны сохраниться значения заложенных при изготовлении характеристик в заданных лимитах, производят так же, как и сроков службы, по средним и γ-% величинам.

Ремонтопригодность двигателей – это характеристика двигателя автомобиля, которая заключается в приспособлению к предупреждениям и обнаружениям причин появления отказа, повреждения, поломки и поддержаниям и регенерациям исправного технического состояния за счет выполнения технических обслуживаний и текущего ремонта.

Следовательно, главные характеристики ремонтопригодности – это усредненное время ремонтов (математические ожидания) и вероятности проведения ремонтов в заданный период

Следовательно, главные комплексные характеристики надежности двигателей автомобилей следующие: коэффициент технического использования (КТИ), коэффициентом технической готовности (КТГ), коэффициент эффективности сохранения (КЭС) и т.п.

КТИ – это отношение математического ожидания периода нахождения двигателя в исправном состоянии за конкретное время эксплуатации к сумме математического ожидания периода нахождения в исправном техническом состоянии и периодов простоев при выполнении технических обслуживаний и текущих ремонтов по формуле [2,3].

$$\alpha_T = \frac{\sum AD_И}{\sum AD_И + \sum AD_T}, \qquad (7)$$

где $\sum AD_И$ – дни в исправном состоянии (технического использования) за конкретный период эксплуатации автомобильной техники;

$\sum AD_T$ –дни выполнения технических обслуживаний и текущих ремонтов.

Усредненные финансовые затраты на ТО и ремонт рассчитываются исходя из математического ожидания расходов на запчасти, материал, заработную плату:

$$c(L) = c_{з.ч} + c_{м} + c_{тр} + c_{пр}, \quad (8)$$

Для автомобилей отношение между суммарными расходами и расходами на запчасти – $c(L) = (2{,}5.{,}.3{,}5)c_{з.ч}$.

Усредненная суммарная трудоемкость технического обслуживания и ремонта автомобилей в течение десяти последних лет снизилась примерно на 30...40%.

Выводы

1. Проведен анализ основных эксплуатационных показателей работы двигателей автомобилей, такие как надежность, безотказность, наработка, долговечность, ресурс, срок службы, сохраняемость и ремонтопригодность двигателей автомобилей, влияющие на техническое состояние автомобилей.
2. Рассмотрены различные виды наработки и ресурса двигателей автомобилей.
3. Приведены зависимости для расчета основных показателей надежности двигателей.
4. Приведены характеристики отказов двигателей автомобилей.

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.

Семернін О.М., Аязбай М.Д., Тукусбаєв Б.А., Серікбаєв Е.Н. Аналіз основних експлуатаційних показників двигунів автомобілів

Анотація. *Виконано аналіз основних експлуатаційних показників, що впливають на надійну роботу двигунів внутрішнього згоряння різних автомобілів. Визначено основні фактори, які впливають на надійність, безвідмовність, довговічність і ремонтопридатність двигунів.*

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

Semernin A.N., Ayazbai M.D., Tukusbaev B.A., Serikbaev Ye.N. Analysis of the main performance indicators of car engines

Abstract. *The analysis of the main operational parameters affecting the reliable operation of internal combustion engines of various vehicles is performed. The main factors that influence reliability, reliability, durability and maintainability of engines are determined.*

Keywords: *indicators, engine, car, reliability, dependability, engine life, durability, maintainability*

Стаття надійшла до редакції 08.09.2017 р.

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

УДК 656.212.5:621.577

БАЛАЛАЕВ А.Н., д.т.н., доцент; СИМАКОВ А.Л.;
Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

УСТАНОВКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ПРОЦЕССЕ МОЙКИ ТЕЛЕЖЕК ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Разработана методика расчета параметров энергоустановки использования низкопотенциальной теплоты и рассчитаны ее характеристики. Выполнен расчет эффективности внедрения установки использования низкопотенциальной теплоты вторичных энергоресурсов в процессе мойки тележек пассажирских вагонов для подогрева моющего раствора. Для обеспечения потребной тепловой мощности 539 кВт температура грунтовых вод должна быть менее 8°С, температура воздуха в системе вентиляции более 30°С, температура обратной воды более 40°С, а расход обратной воды более 252 кг/с. Полученная в установке мощность может быть потрачена на привод компрессора первой парокомпрессионной машины и на питание электрокотла для подогрева моющего раствора. При этом дополнительных источников энергии, кроме вторичных энергоресурсов, не требуется
***Ключевые слова**: энергоустановка, вторичные энергоресурсы, обратная вода, грунтовые воды, система вентиляции, моющий раствор, мойка тележки*

Постановка задачи

Для мойки тележек пассажирских вагонов используется технологический комплекс МТ95 производства ИРТРАНС. МТ95 является полностью автоматизированным комплексом. Отличительной особенностью комплекса является использование струйной обмывки под высоким давлением, наличие системы регенерации моющего раствора и подогрев моющего раствора водяным паром. Однако не все пассажирские вагонные депо имеют собственные парогенерирующие мощности или возможность потребления водяного пара теплоцентрали. Для решения данной проблемы можно использовать низкопотенциальную теплоту вторичных энергоресурсов: воздух в системе вентиляции, обратную воду системы централизованного водоснабжения, грунтовые воды. Для преобразования теплоты можно использовать тепловой насос, работающий по обратному циклу Ренкина [1, с. 30], однако для привода его компрессора необходимо использовать электроэнергию. Для получения электроэнергии из вторичных энергоресурсов можно использовать энергоустановку, работающую по прямому циклу Ренкина [2, с. 28]. Представляет интерес энергоустановка, использующая оба этих цикла и не требующая для работы затрат энергии.

Цель работы

В данной работе ставится задача разработки рабочей методики для расчета параметров энергоустановки использования низкопотенциальной теплоты вторичных энергоресурсов: воздуха в системе вентиляции, обратной воды системы централизованного водоснабжения, грунтовых подземных вод для разогрева моющего раствора в технологическом процессе мойки тележки пассажирского вагона, а также задача расчета эффективности такой установки.

Основная часть

Для утилизации вторичных энергоресурсов – обратной воды и воздуха в системе вентиляции – предлагается использовать энергоустановку, использующую прямой цикл Ренкина, в ко-

тором резервуаром для сброса теплоты служит подземный грунт, а также обратный цикл Ренкина с перегревом и рекуперацией, в котором получение тепла осуществляется от воздуха из системы вентиляции. Схема такой установки приведена на рис. 1.

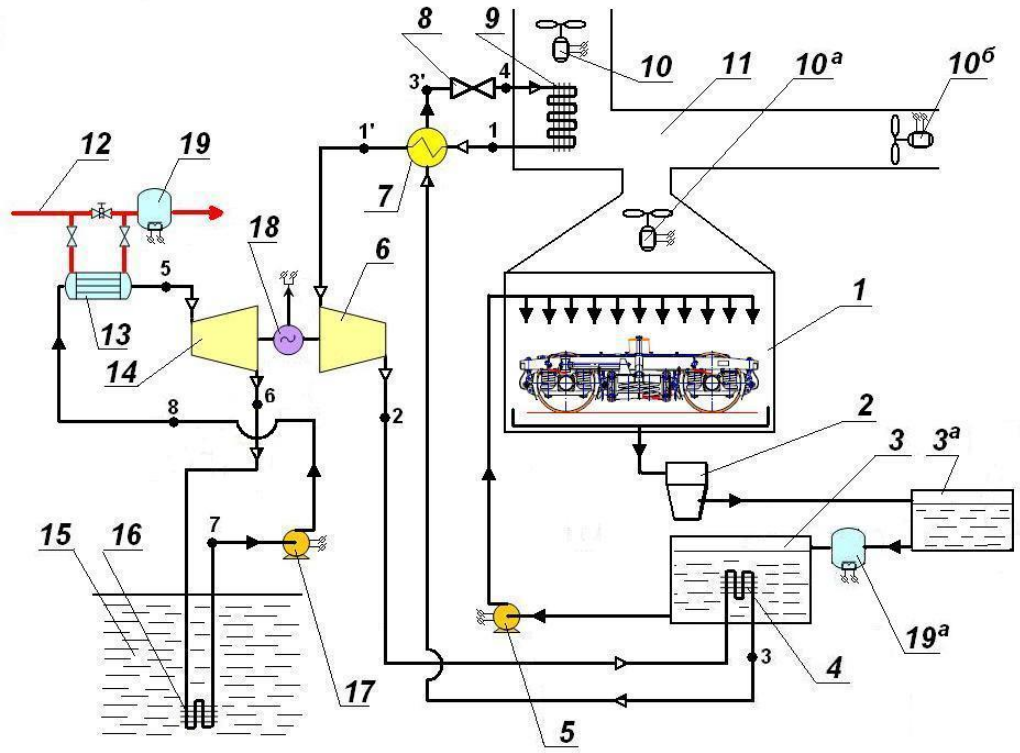


Рис. 1. Схема энергоустановки по прямому и обратному циклам Ренкина с перегревом и рекуперацией

1 – установка мойки пассажирской тележки; 2 – циклон очистки отработанного моющего раствора; 3 – бак с моющим раствором; $3^а$ – бак для сбора моющего раствора; 4 – теплообменник-конденсатор первой парокомпрессионной установки; 5 – водяной насос; 6 – компрессор первой парокомпрессионной установки; 7 – теплообменник-рекуператор первой парокомпрессионной установки; 8 – дроссель; 9 – теплообменник-испаритель первой парокомпрессионной установки; 10, $10^а$, $10^б$ – вентиляторы вентиляционной системы; 11 – воздуховод; 12 – трубопровод обратной воды; 13 – паро-водяной теплообменник; 14 – адиабатная турбина второй парокомпрессионной установки; 15 – грунтовые воды; 16 – теплообменник-конденсатор второй парокомпрессионной установки; 17 – насос второй парокомпрессионной установки; 18 – электрогенератор; 19 – электрокотел аварийного нагрева обратной воды; $19^а$ – электрокотел подогрева моющего раствора.

Энергоустановка работает следующим образом. Обратная вода из трубопровода 12 поступает в паро-водяной теплообменник 13, где отдает тепло хладагенту второй парокопессионной установки, хладагент (фреон-12) из паро-водяного теплообменника 13 в парообразном состоянии с температурой t_5 поступает на адиабатную турбину 14, совершает на ней работу с понижением температуры до значения t_6. Работа, совершаемая на валу турбины 14, передается на вал компрессора 6 и частично переводится в электроэнергию с помощью электрогенератора 18. Хладагент после турбины 14 поступает в теплообменник-конденсатор 16, расположенный на глубине нескольких метров под землей и омываемый грунтовыми водами 15, где отдает тепло в процессе конденсации пара при постоянной температуре t_7. В жидком состоянии хладагент затем поступает в насос 17, после которого его давление повышается до значения P_8. После насоса 17 хладагент поступает в паро-водяной теплообменник 13, где происходит его нагрев от температуры t_8 до температуры кипения t_9 при постоянном давлении P_8. Электрическая нагрузка с

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

электрогенератора 18 поступает на привод насоса 17 и на питание электрокотла 19 либо для сброса избыточной электрической мощности, либо для аварийного подогрева обратной воды в случае снижения ее температуры ниже 20^0С. Компрессор 6, получая крутящий момент от турбины 14, сжимает хладагент (фреон-12) до давления P_2, который поступает затем в теплообменник-конднсатор 4, где отдает тепло моющему раствору, находящемуся в баке 3. Затем хладагент поступает в теплообменник-рекуператор 7 первой парокомпрессионной установки, где отдает тепло и полностью переходит в жидкое состояние. Далее хладагент проходит через дроссель 8, при этом давление снижается до величины P_4. После дросселя 8 хладагент поступает в теплообменник-испаритель 9 первой парокомпрессионной установки, где переходит в парообразное состояние при постоянной температуре t_4. Теплообменник-испаритель 9 расположен в воздуховоде 11 системы вентиляции депо, куда с помощью вентиляторов 10, $10^а$, $10^б$ поступает воздух из моющих машин и от сварочных постов. Этот воздух является источником низкопотенциального тепла. Далее хладагент поступает в теплообменник-рекуператор 7 первой парокомпрессионной установки, где получает тепло и приобретает температуру $t_{1'}$. Затем хладагент поступает в компрессор 6, и термодинамический цикл повторяется. Нагретый моющий раствор из бака 3 поступает в высоконапорный насос 5, приобретает высокое давление и поступает затем через сопла в моющую машину 1 на пассажирскую тележку. Моющий раствор затем стекает в поддон моющей машины и поступает через циклон 2 очистки отработанного моющего раствора в сборный бак $3^а$, из которго моющий раствор через электрокотел $19^а$ после подогрева поступает в бак 3.

Данная энергоустановка позволяет отказаться от подогрева моющего раствора водяным паром и использовать в качестве источника теплоты подогрева вторичные низкопотенциальные энергоресурсы: обратной воды и воздуха в системе вентиляции.

Методика расчета энергоустановки использования низкопотенциальной теплоты вторичных энергоресурсов основывается на методике расчета цикла Ренкина с перегревом и рекуперацией, изложенной в [1, с.29]. Идеальный цикл предложенной энергоустановки состоит из двух циклов Ренкина: прямого, показанного на рис. 2 последовательностью равновесных процессов 5-6-7-8-9-10, и обратного, показанного на рис. 2 последовательностью равновесных процессов 1-1’-2-3-3‘-4.

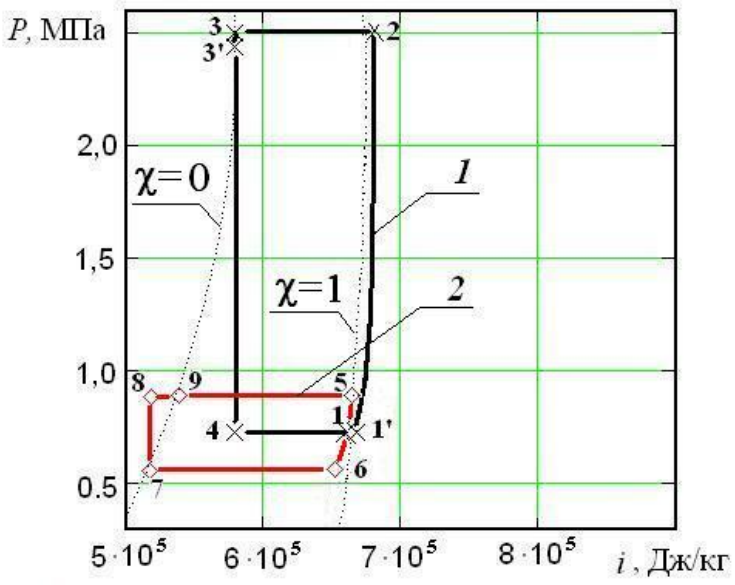


Рис. 2. Идеальный цикл энергетической установки использования низкопотенциальной теплоты вторичных энергоресурсов: *1* – обратный цикл Ренкина, *2* – прямой цикл Ренкина

Циклы, представленные на рис. 2, состоят из следующих обратимых процессов. Перегретый пар фреона адиабатически (s=const) сжимается в компрессоре с совершением над ним работы (процесс *1' – 2*) от давления на входе в компрессор $P_{1'}$ до давления в теплообменнике-конденсаторе P_2. Давление на входе в компрессор P_1 выбирается из справочных таблиц равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с.369] по значению температуры испарения фреона-12 в теплообменнике-испарителе первой парокомпрессионной машины, значение которой на 5°С меньше температуры окружающей среды в помещении $t_{пом}$ = 20°С, чтобы на теплообменнике-испарителе не выпадал конденсат то есть t_1 = 15°С на 25°С меньше температуры воздуха в системе вентиляции $t_{вент}$ = 40°С. Давление при этом равно P_1=0,496 МПа.

В теплообменнике-конденсаторе процесс 2 – 3 отвода теплоты от пара к моющему раствору осуществляется большей частью при постоянной температуре (температуре конденсации фреона при давлении P_2). Данная температура принимается равной температуре кипения воды t_3=100°С. Давление P_2 находится из справочных таблиц на правой граничной кривой равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с.370], значение давления конденсации фреона-12 при температуре 100°С равно P_2 = 3,351 МПа.

Затем парожидкостная смесь фреона охлаждается в теплообменнике-рекуператоре при постоянном давлении $P_3 = P_2$ до температуры $t_{3'} = t_3 – 10$°С, то есть до 90°С (процесс 3 - 3'). Давление при этом находится из справочных таблиц на левой граничной кривой равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с.370], значение давления конденсации фреона-12 при температуре 90°С равно $P_{3'}$ = 2,842 МПа. В теплообменнике-рекуператоре при этом нагревается фреон в процессе 1 - 1', для которого справедливо соотношение [2, с.30]:

$$i_3 - i_{3'} = i_{1'} - i_1 ., \tag{1}$$

где $i_3 = 6{,}1338 \cdot 10^5$ Дж/кг – удельная энтальпия на левой граничной кривой при давлении P_3=3,351 МПа и температуре t_3 = 100°С;

$i_{3'} = 6{,}0229 \cdot 10^5$ Дж/кг – удельная энтальпия на левой граничной кривой при давлении P_3=2,842 МПа и температуре $t_{3'}$ = 90°С;

$i_{1'}$ – удельная энтальпия на правой граничной кривой при давлении P_1 = 0,496 МПа и температуре $t_{1'}$;

$i_1 = 6{,}621 \cdot 10^5$ Дж/кг – удельная энтальпия на правой граничной кривой при давлении P_1=0,496 МПа и температуре t_1 = 15°С.

Для решения уравнения (1) относительно температуры $t_{1'}$ были использованы аппроксимационные формулы для правой граничной кривой, составленные авторами по материалам [3, с.369-370] для фреона-12:

$$i(P) = 640894 + 45132{,}92 \cdot P - 12952{,}87 \cdot P^2, \tag{2}$$

$$t(P) = -40{,}7046 + 147{,}469 \cdot P - 82{,}2365 \cdot P^2 + 18{,}2881 \cdot P^3. \tag{3}$$

Из решения системы уравнений (1) – (3) относительно $t_{1'}$ находятся значения $t_{1'}$ = 28,15°С и $i_{1'} = 6{,}732 \cdot 10^5$ Дж/кг.

В компрессоре фреон адиабатически (s = const) сжимается от давления $P_{1'}$ до давления P_2 с потреблением энергии (процесс 1' – 2). Из уравнения

$$s(P_1, t_{1'}) = s(P_2, t_{2'}), \tag{4}$$

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

можно определить величину температуры t_2 при использовании аппроксимационной зависимости величины удельной энтропии от давления и температуры, составленной авторами по материалам [3, с.369-370]:

$$s(P,t)=\left(1{,}8053-0{,}5573\cdot P+0{,}5527\cdot P^2-0{,}226\cdot P^3\right)\cdot\frac{1{,}6547+0{,}00208\cdot\left(t+273\right)}{1{,}75871}. \quad (5)$$

Согласно расчетам t_2=110,24°С. Удельная энтальпия i_2 может быть найдена из справочных таблиц [3, с.370], ее значение равно $i_2 = 6{,}845\cdot10^5$ Дж/кг.

Удельная теплопроизводительность первой парокомпрессионной машины равна $q_1 = i_2 – i_3$, согласно расчетам, q_1 = 71120 Дж/кг.

Потребный расход фреона-12 в первой парокомпрессионной машине можно найти по формуле

$$G_1=\frac{N_{1\,втор}}{q_1}. \quad (6)$$

Согласно расчетам, G_1 = 0,9044 кг/с.

Потребная мощность компрессора первой парокомпрессионной машины может быть найдена по формуле

$$N_{1\,к}=G_1\cdot\left(i_2-i_{1'}\right). \quad (7)$$

Согласно расчетам, $N_{1\,к}$ = 10 181 Вт.

Для привода компрессора в энергоустановке используется турбина второй парокомпрессионной машины, которая работает по прямому циклу Ренкина без перегрева.

Теплообменник-конденсатор второй парокомпрессионной машины находится в нескольких метрах под землей и омывается грунтовыми водами. Среднегодовая температура грунтовых вод в средней полосе России равна $t_{гр}$=8°С. Величину недорекуперации теплообменника-конденсатора можно принять 5°С, тогда температура конденсации фреона-12 во второй парокомпрессионной машине будет равна t_7=13°С. Давление в теплообменнике-конденсаторе P_7 выбирается из справочных таблиц равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с.369] по значению температуры конденсации фреона-12 t_7=13°С. Давление при этом равно P_7=0,478 МПа.

После теплообменника-конденсатора фреон поступает в насос, где его давление повышается до значения P_8, которое определяется заданной степенью сжатия насоса, выбираемого из условий работы теплообменника-испарителя второй парокомпрессионной машины. Через теплообменник-испаритель проходит обратная вода с температурой $t_{обр}$ = 40…70°С. Если принять допущение, что температура фреона на выходе из теплообменника-испарителя на 3°С (величина недорекуперации теплообменника) меньше минимального значения температуры обратной воды, то температура кипения фреона будет $t_9 = t_5$ = 37°С.

Давление в теплообменнике-испарителе $P_8 = P_9 = P_5$ выбирается из справочных таблиц равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с.369] по значению температуры конденсации фреона-12 t_9 = 37°С. Давление при этом равно $P_8 = P_9 = P_5$ = 0,8803 МПа. Это значение обеспечивается заданной степенью сжатия насоса.

После теплообменника-испарителя пар фреона адиабатически (s = const) расширяется на одноступенчатой конденсационной турбине с совершением полезной работы (процесс *5 – 6*) от давления на входе в турбину P_5 до давления в теплообменнике-конденсаторе P_6.

Термический КПД цикла Ренкина равен

$$\eta_t = \frac{(i_5 - i_6) - (i_8 - i_7)}{i_5 - i_8}, \tag{8}$$

где i_5, i_6, i_7, i_8 – величины удельной энтальпии в соответствующих точках цикла.

Величины удельной энтальпии в точках цикла 5 и 7, лежащих на граничных кривых «пар – жидкость» находятся следующим образом. По значению давления P_5 из справочных таблиц равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с. 369-370] на правой граничной кривой (доля пара в смеси равна нулю $\chi = 1$) находится удельная энтальпия в точке 5 – $i^{II}(P_5)$. При этом $i_5 = i^{II}(P_5)$. По значению давления P_7 из справочных таблиц равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с.369-370] на левой граничной кривой (доля пара в смеси равна нулю $\chi = 0$) находится удельная энтальпия в точке 7 – $i^{I}(P_7)$. При этом $i_7 = i^{I}(P_7)$.

Удельная энтальпия фреона в точке 6 находится по формуле

$$i_6 = i^{II}(P_6) - T_6 \cdot \left(s^{II}(P_6) - s_5\right), \tag{9}$$

где $i^{II}(P_6)$ – удельная энтальпия теплоносителя на правой граничной кривой «пар – жидкость» при давлении конденсирующегося теплоносителя в конденсаторе $P_6 = P_7$;

$T_6 = T_7$ – температура конденсирующегося теплоносителя в конденсаторе;

$s^{II}(P_6)$ – удельная энтропия фреона находится из справочных таблиц равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с.369-370] на правой граничной кривой «пар – жидкость» при давлении теплоносителя в конденсаторе P_6;

$s_5 = s^{II}(P_5)$ – удельная энтропия фреона находится из справочных таблиц равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с.369-370] на правой граничной кривой «пар – жидкость» при давлении теплоносителя в конденсаторе $P_5 = P_9$.

Значения удельной энтальпии i_8 и температуры T_8 теплоносителя после насоса находится из совместного решения системы уравнений

$$\begin{cases} T_8 \cdot (s_9 - s_8) = i_9 - i_8 \\ i_8 = i_7 + s_7 \cdot (T_8 - T_7), \\ s_8 = s_7 \end{cases} \tag{10}$$

где T_7 и T_8 значение температуры по абсолютной шкале Кельвина в 3 и 8 точках цикла;

s_7, s_8, s_9 – значения удельной энтропии фреона в соответствующих точках цикла;

i_9 – удельная энтальпия в точке 9.

Точки 7 и 9 лежат на левой граничной кривой состояния «пар – жидкость», параметры в этих точках находятся следующим образом.

По значению давления P_7 из справочных таблиц равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с.369-370] на левой граничной кривой (доля пара в смеси равна нулю $\chi = 0$) находится удельная энтропия в точке 7 – $s^{I}(P_7)$. При этом $s_7 = s^{I}(P_7)$.

По значению давления P_9 из справочных таблиц равновесного состояния «пар – жидкость» [3, с.369-370] на левой граничной кривой (доля пара в смеси равна нулю $\chi = 0$) находится удельная энтальпия в точке 9 – $i^{I}(P_9)$. При этом $i_9 = i^{I}(P_9)$. Также находится удельная энтропия в точке 9 – $s^{I}(P_9)$. При этом $s_9 = s^{I}(P_9)$.

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

Мощность энергоустановки, работающей по циклу Ренкина, равна

$$N = \eta_t \cdot G \cdot c \cdot \Delta t\,, \tag{11}$$

где G = 252 кг/с – расход обратной воды;

c=4190 Дж/(кг·К) – удельная теплоемкость воды;

$\Delta t = (t_{обр} - t_{пом})$ = 20°С – разность температуры воды на входе и выходе теплообменника.

По приведенной методике – формулы (1) – (11) можно рассчитать мощность полезной энергии, вырабатываемой энергоустановкой, при заданных температурах воздуха системы вентиляции, грунтовых вод и обратной воды.

Исследование энергоустановки для использования низкопотенциальной теплоты вторичных энергоресурсов в процессе подогрева моющего раствора по приведенной методике позволило установить влияние на потребную мощность компрессора первой парокомпрессионной машины $N_{1к}$ от температуры воздуха в системе вентиляции. Результаты исследований первой парокомпрессионной машины, обеспечивающей теплопроизводительность $N_{1к}$ = 64,32 кВт, представлены на рис. 3.

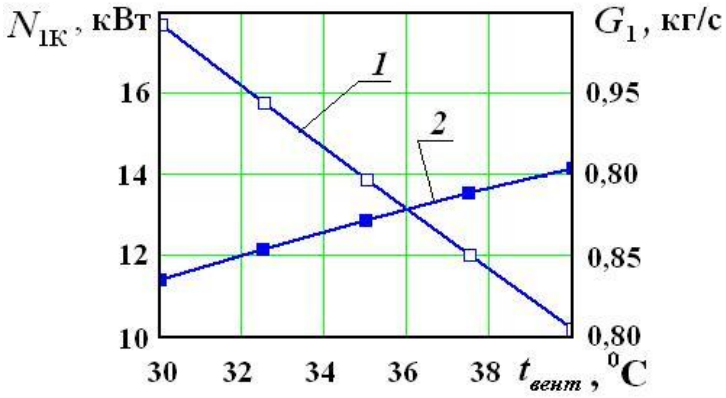


Рис. 3. Зависимость потребной мощности компрессора первой парокомпрессионной машины $N_{1к}$ от температуры воздуха в системе вентиляции: *1* – мощность компрессора $N_{1к}$; *2* – расход хладагента в первой парокомпрессионной машины G_1

Исследование второй парокомпрессионной машины заключалось в изменении температуры обратной воды в диапазоне $t_{обр}$ = 40…60°С и температуры грунтовых вод в диапазоне $t_{гр}$=4…12°С. Результаты расчета разности мощности энергии турбины и насоса (полезная мощность) второй парокомпрессионной машины представлены на рис. 4.

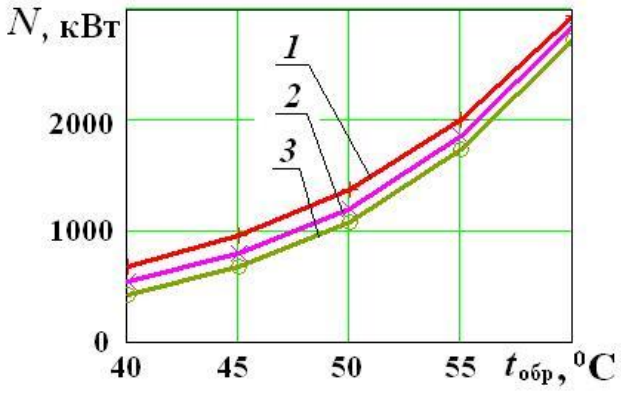


Рис. 4. Зависимость мощности второй парокомпрессионной машины от температуры обратной воды и температуры грунтовых вод:
1 – $t_{гр}$ = 4°С; 2 – $t_{гр}$ = 8°С; 3 – $t_{гр}$ = 12°С

Выводы

1) Согласно сделанным расчетам, разность между мощностью энергии турбины и насоса второй парокомпрессионной машины изменяется в пределах от N=424 кВт при $t_{гр}$=12°С, $t_{обр}$ = 40°С до N = 2946 кВт при $t_{гр}$ = 4°С, $t_{обр}$ = 60°С. Так как требуемая мощность для разогрева моющего раствора равна $N_{потр}$ = 530 кВт, то допустимыми параметрами обратной воды и грунтовых вод являются: максимально допустимая температура $t_{гр}$ = 8°С и минимально допустимая температура $t_{обр}$ = 40°С.

2) Величина потребной мощности компрессора первой парокомпрессионной машины изменяется в пределах $N_{1к}$= 10…18 кВт при снижении величины температуры воздуха в системе вентиляции от $t_{вент}$ = 40°С до $t_{вент}$ = 30°С при неизменной теплопроизводительности $N_{1к}$ = 64,32 кВт.

3) Полезная мощность второй парокомпрессионной машины, определяемая, как разность мощности энергии турбины и насоса, изменяется в пределах от минимальной величины N = 424 кВт при $t_{гр}$ = 12°С и $t_{обр}$ = 40°С до максимальной величины N = 2946 кВт при $t_{гр}$ = 4°С и $t_{обр}$=60°С. Так как требуемая тепловая мощность для разогрева моющего раствора в технологическом комплексе МТ95 равна $N_{потр}$ = 530 кВт, то допустимыми параметрами обратной воды и грунтовых вод являются: максимально допустимая температура $t_{гр}$ = 8°С и минимально допустимая температура $t_{обр}$ = 40°С, расход обратной воды не менее G = 252 кг/с.

4) Полученная в энергоустановке мощность может быть потрачена на привод компрессора первой парокомпрессионной машины и на питание электрокотла для подогрева моющего раствора. При этом дополнительных источников энергии, кроме вторичных энергоресурсов, не требуется.

Список литературы

1. Теличко В.А. Современная система отопления на базе теплонасосных установок [Текст] / В.А. Теличко, А.И. Подопригора // Вагонный парк. – 2011. – №4. – С. 26 – 30.

2. Балалаев А.Н. Разработка автономных систем энергоснабжения городов [Текст] / А.Н. Балалаев, В.Г. Систер, Е.М. Иванникова, Ф.А. Поливода, А.С. Мокшанов, В.П. Щербаков // Промышленная энергетика. – 2012. – №8. – С.28-34.

3. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972. – 720 с.

Балалаєв А.М., Сімаков О.Л. Встановлення використання низькопотенціальної теплоти вторинних енергоресурсів в процесі мийки візків пасажирських вагонів

Анотація. *Розроблено методику розрахунку параметрів енергоустановки використання низькопотенційної теплоти і розраховані її характеристики. Виконано розрахунок ефективності впровадження установки використання низькопотенційної теплоти вторинних енергоресурсів в процесі мийки візків пасажирських вагонів для підігріву миючого розчину. Для забезпечення потрібної теплової потужності 539 кВт температура ґрунтових вод повинна бути менше 8^{o}С, температура повітря в системі вентиляції більше 30^{o}С, температура зворотної води більше 40^{o}С, а витрата зворотної води більше 252 кг/с. Отримана в установці потужність може бути витрачена на привід компресора першої парокомпресійної машини і на живлення електрокотла для підігріву миючого розчину. При цьому додаткових джерел енергії, крім вторинних енергоресурсів, не потрібно.*

Ключові слова: *енергоустановка, вторинні енергоресурси, зворотна вода, ґрунтові води, система вентиляції, миючий розчин, мийка візка*

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

Balalaev A.N., Simakov A.L. Installation of use of low-grade heat of secondary energy resources in the washing of passenger cars' carts

Abstract*. The technique of calculation of parameters of power plant of use of low-potential heat is developed and its characteristics are calculated. The calculation of the efficiency of the introduction of the installation of the use of low-potential heat of secondary energy resources in the process of washing carts of passenger wagon for heating the washing solution. To ensure the required thermal power of 539 kW, the groundwater temperature should be less than 8^{o}C, the air temperature in the ventilation system should be more than 30^{o}C, the return water temperature should be more than 40^{o}C, and the return water flow rate should be more than 252 kg/s. The power obtained in the installation can be spent on the drive of the compressor of the first steam compression machine and on the power of the electric boiler for heating the washing solution. Additional sources of energy, excluding waste energy, not required.*

Keywords*: power plant, secondary energy resources, reverse water, groundwater, ventilation system, washing solution, washing carts passenger wagon*

Стаття надійшла до редакції 21.09.2017 р.

УДК 629.113

МОЙСЯ Д.Л., к.т.н.; КУПЛИНОВ А.В., ст. преподаватель;
МАРЕНИЧ А.С., магистрант; КУЛИШ А.Е., магистрант;
Донецкая академия транспорта, г.Донецк

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И МАНЕВРЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО АВТОПОЕЗДА

Описаны методы проведения исследований курсовой устойчивости стационарных режимов движения трехзвенного прицепного автопоезда. Показаны этапы эксперимента, оборудование и приборы для его проведения.
Ключевые слова: *автопоезд, курсовая устойчивость, маневренность движения.*

Постановка задачи

Математическая модель для исследования курсовой устойчивости движения трехзвенного автопоезда имеет некоторые предположения и упрощения. Для проверки адекватности полученных зависимостей очень важно провести экспериментальные исследования.

Цель работы

Целью работы является определение методики, подбор оборудования, приборов и приспособлений для измерения необходимых параметров во время экспериментального исследования курсовой устойчивости и маневренности движения трехзвенного автопоезда.

Основная часть

Отраслевые стандарты [1,2] устанавливают значение измерителей стойкости и легкости рулевого управления, которые влияют на управляемость автомобилей, а также соответствующие методы испытаний ТС.

Комплекс экспериментальных испытаний ТС приведен на рис.1.

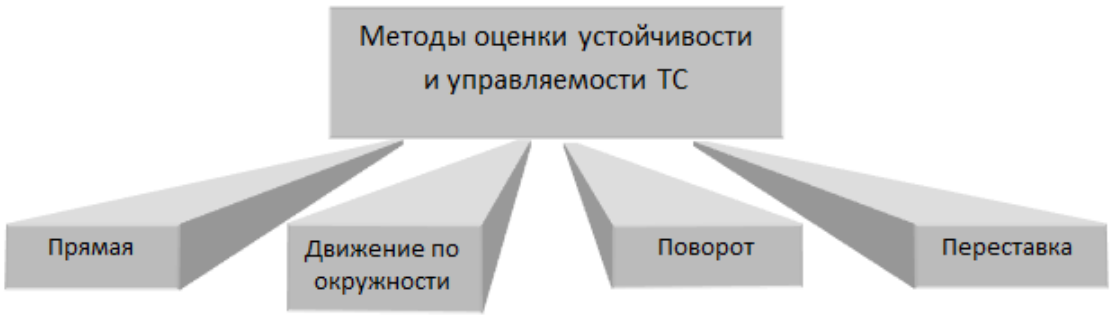


Рис. 1. Испытания, которые предназначены для определения параметров курсовой устойчивости и управляемости транспортных средств

«Поворот» и «движение по кругу» могут выполняться по двум радиусам ($R_{пов}$), которые равняются 25 м и 35 м.

Площадка, размещенная в районе улицы Сеченова в г.Донецк изображена на рис.2.

Размеры площадки, которая использовалась для исследований, позволили выполнить необходимую разметку только для «движения по кругу» и «поворот» трехзвенного автопоезда (АП) с радиусом $R_{пов}$ = 25 м, а также «переставка».

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



Рис. 2. Площадка для проведения экспериментальных исследований

Ниже описана разметка и требования к видам испытаний.

Испытание «поворот $R_{пов}$=25 м» предназначено для определения предельной скорости выполнения маневра. При испытаниях выполняют заданный разметкой (рис. 3) маневр с постепенным увеличением скорости от заезда к заезду. ТС вводят в режим равномерного прямолинейного движения. Передачу в КП избирают наивысшую, что обеспечивает устойчивую работу двигателя.

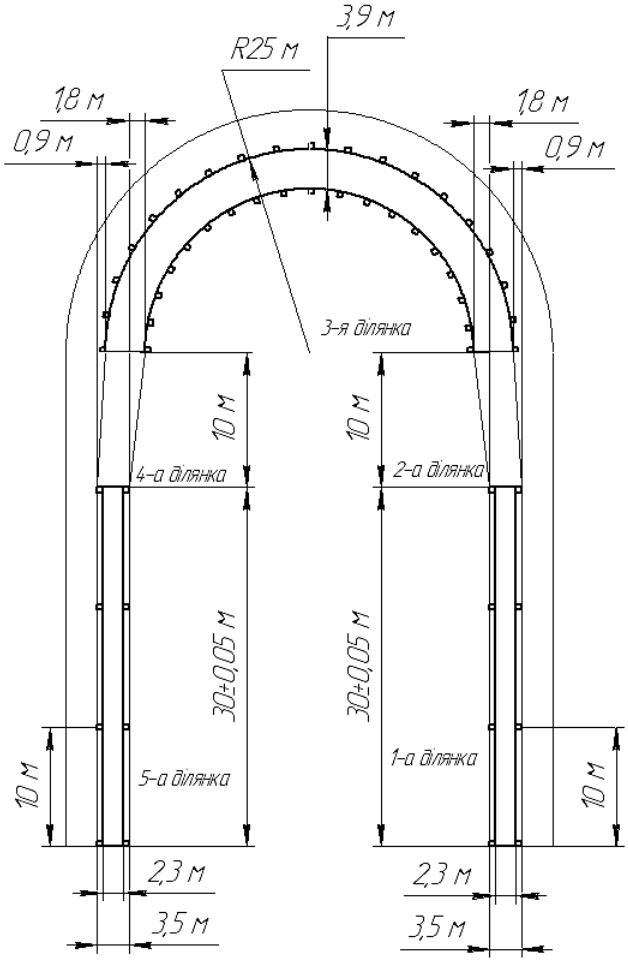


Рис. 3. Схема испытания «поворот $R_{пов}$=25 м»

Начальная скорость принимается равной 30 км/ч. В следующих заездах скорость увеличивают с интервалом 1…3 км/ч, причем, с увеличением скорости, этот интервал должен уменьшаться. С появлением при заезде отрыва колес (ОК) от дороги или выхода ТС за боковые границы коридора (БГК) делают повторный заезд с той же скоростью. Полученные данные вносят в табл. 1.

Таблица 1

Экспериментальные данные метода оценки КУД «поворот $R_{пов}$= 25 м»

Номер заезда	Начальная скорость, км/ч	Появление ОК или БГК	
		да	нет
1	30	-	нет
2	33	-	нет
…	…	…	…
n	v	да	-
n+1	v	да	-

Вид испытания «движение по кругу» с внешним радиусом $R_к$ = 25 м выполняется согласно схемы, приведенной на рис. 4.

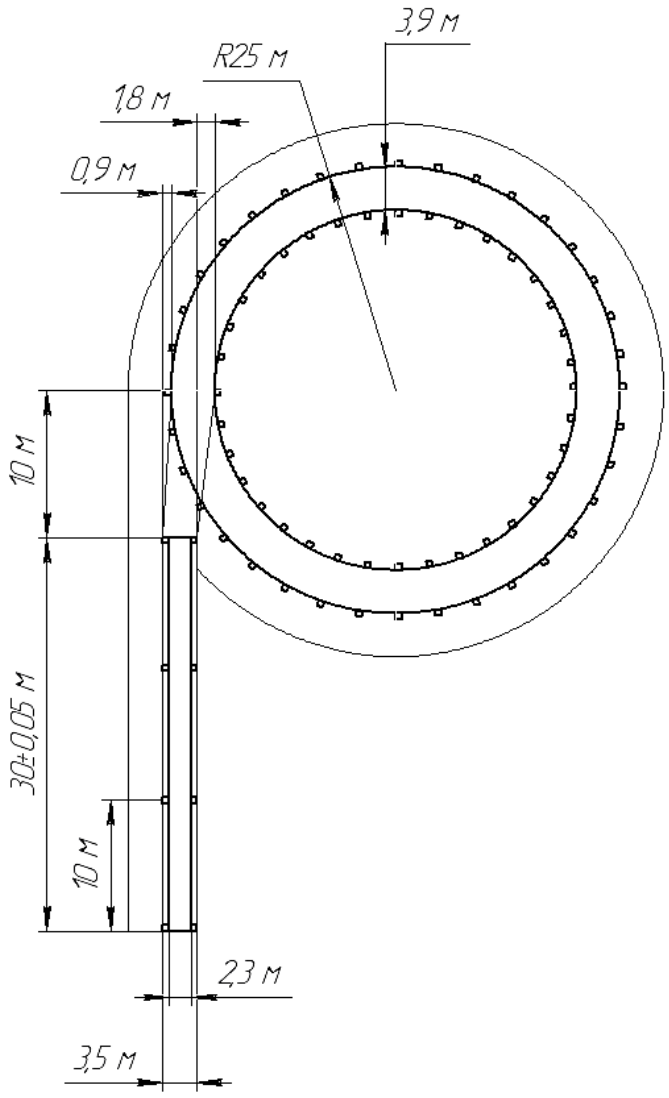


Рис. 4. Схема испытания «движение по кругу $R_к$=25 м»

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

Испытание «переставка» предназначено для определения предельной скорости выполнения маневра и скорости, при которой возникает занос (рис.5).

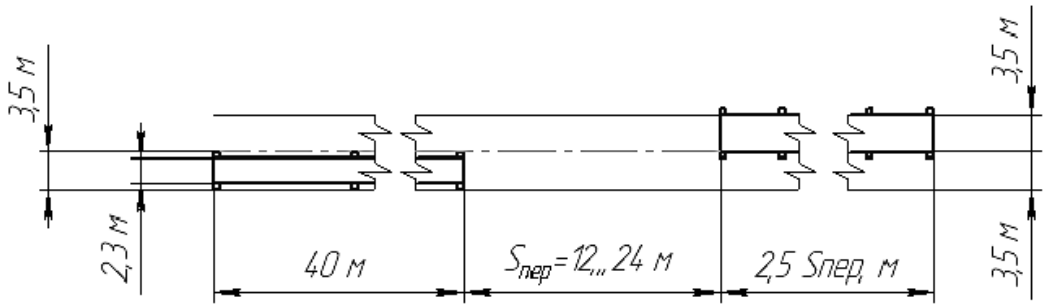


Рис. 5. Схема испытания «переставка»

При испытаниях выполняют заданный разметкой маневр при постепенном увеличении скорости от заезда к заезду. АП вводят в режим равномерного прямолинейного движения. Передачу в КП выбирают наивысшую, что обеспечивает устойчивую работу двигателя. Положение рук водителя на рулевом колесе отвечает цифрам 3 и 9 циферблата часов. Перехват рулевого колеса допускается только при достижении угла поворота, при котором происходит предельное перекрещивание рук водителя. В другом, поворот рулевого колеса на протяжении всего испытательного заезда не регламентируется; положение всех других органов управления ТС должно остаться постоянным. Испытания проводят при $S_{пер}$=12, 16, 20 и 24 м. Скоростной режим приведен в табл.2.

Таблица 2

Скорости и расстояния $S_{пер}$ для «переставки» для категории $M_1+O_1(O_2)$

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

Анализ подобия вышеуказанных трех схем разметок позволил предложить их совмещение ради возможности размещения на ограниченной площади площадки. В результате была выполнена разметка по схеме, которая приведена на рис. 6.

Ниже приведенный обзор конструкций и принцип работы транспортных средств, приборов и другого оборудования, которое планируется использовать во время проведения экспериментального исследования.

Для испытаний трехзвенного прицепного автопоезда с учетом того, что в данный момент времени не имеет разрешения на использование грузового автомобиля и двух прицепных звеньев к нему, а также с целью уменьшения стоимости эксперимента и возможности изменения элементов конструкции АП, были предложены применения легкового автомобиля ВАЗ 2107 (далее – тягач) и прицепов ГКБ 8160 (далее – 1 прицеп) и МАЗ 8114 (далее – 2 прицеп).

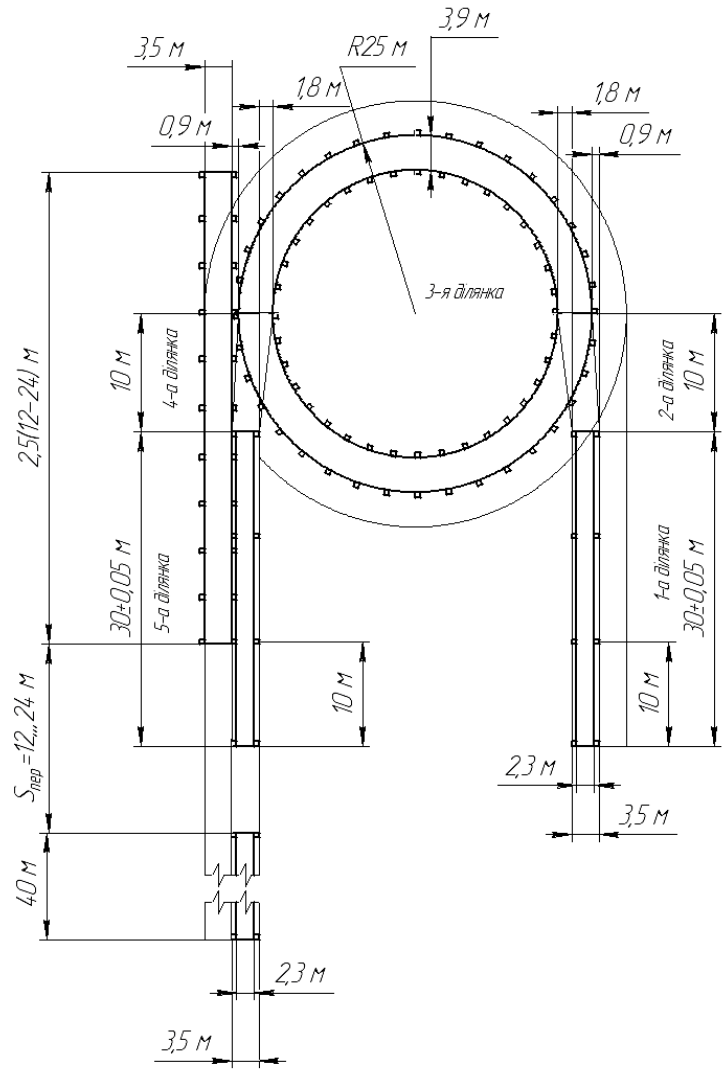


Рис. 6. Схема совмещения разметок площадки для выполнения «поворота $R_{пов}$= 25 м», «движения по кругу $R_к$=25 м» и «перепруды»

Компоновочная схема автопоезда с указанием необходимых для расчетов размеров представлена на рис. 7.

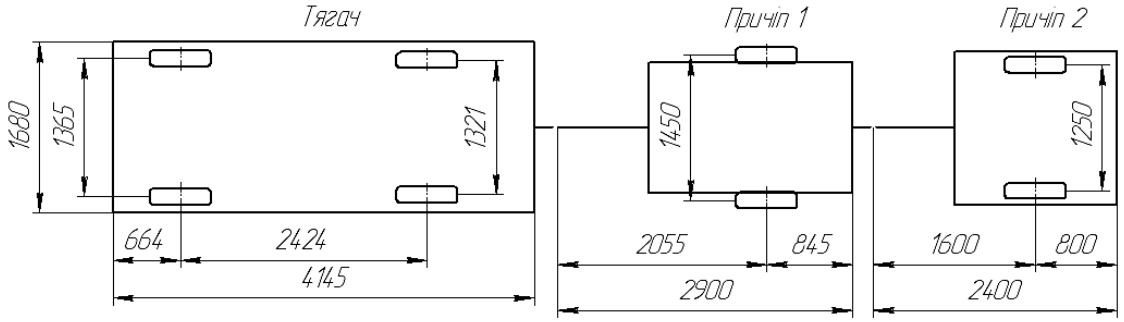


Рис. 7. Компоновочная схема автопоезда

На тягач и 1 прицеп были установлены сцепные устройства.

Для анализа устойчивости движения автопоезда возникла потребность измерять углы поворота управляемых колес тягача и углы между горизонтальными осями симметрии тягача и 1 прицепом, а также 1 прицепом и 2 прицепом.

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

Для обеспечения процесса измерения, был изготовлен датчик, общий вид которого приведен на рис. 8.

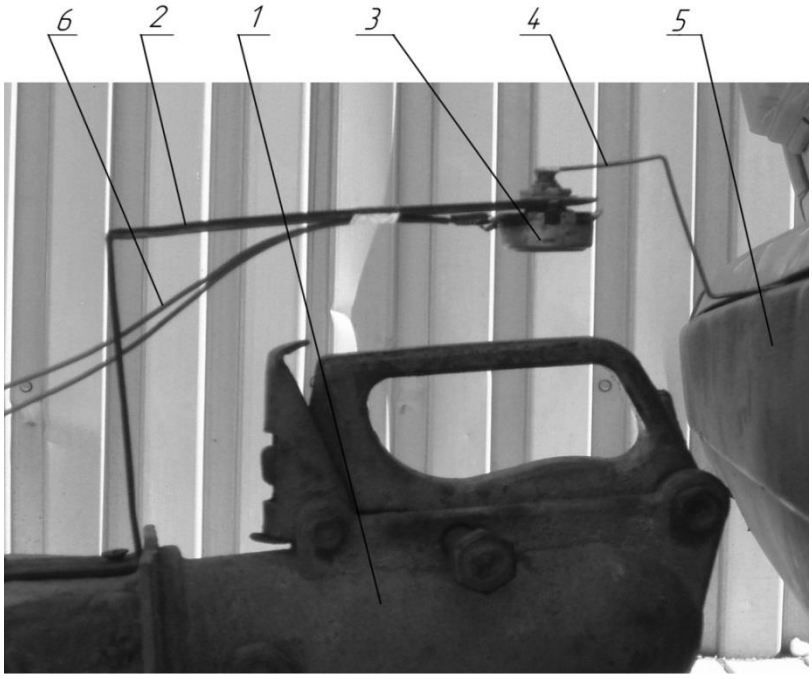


Рис. 8. Общий вид датчика измерения угла между горизонтальными осями симметрии тягача и 1 прицепом

Рассмотрим устройство датчика: к дышлу прицепа 1 присоединена опора 2. С помощью гайки, к опоре 2 присоединен резистор переменного сопротивления 3. Для правильной работы датчика необходимо, чтобы ось крепления резистора 3 совпадала с вертикальной осью фаркопа тягача 5.

Для компенсации вертикальных колебаний тягача и прицепа во время движения, предусмотрен компенсатор, который представляет собой соответственно выгнутое упругое звено 4. Обозначенное звено 4 присоединенное к бамперу тягача 5. В качестве датчика измерения угла использован резистор переменного сопротивления с линейной зависимостью.

Перемещение прицепа относительно тягача в горизонтальной плоскости приведет к перемещению скользящего контакта, то есть изменению сопротивления резистора. Для передачи информации из резистора к блоку согласования использованы экранированные провода 6.

Каждый канал блока согласования представляет собой мост постоянного тока (рис. 9 а), который питается от бортовой сети тягача *Uвх* через стабилизатор напряжения *Uст*.

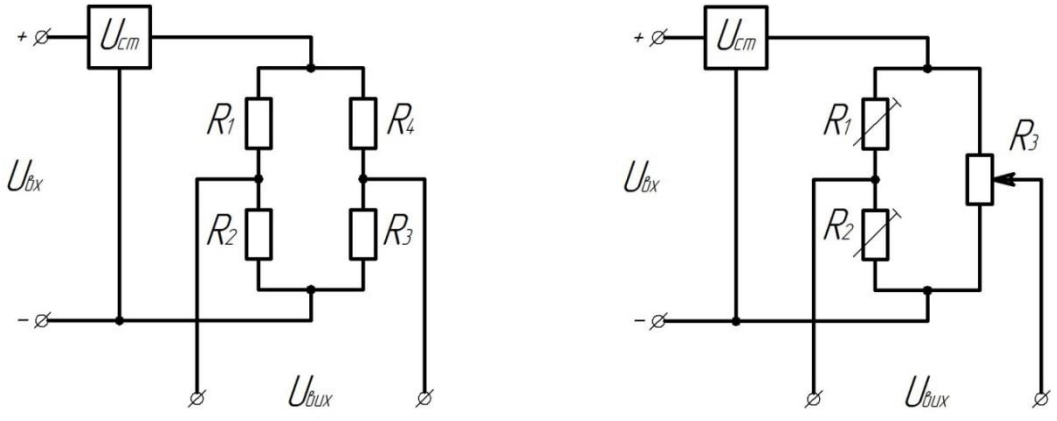


Рис. 9. Электрическая схема подключения датчика к системе измерения

Напряжение на выходе из моста будет равняться:

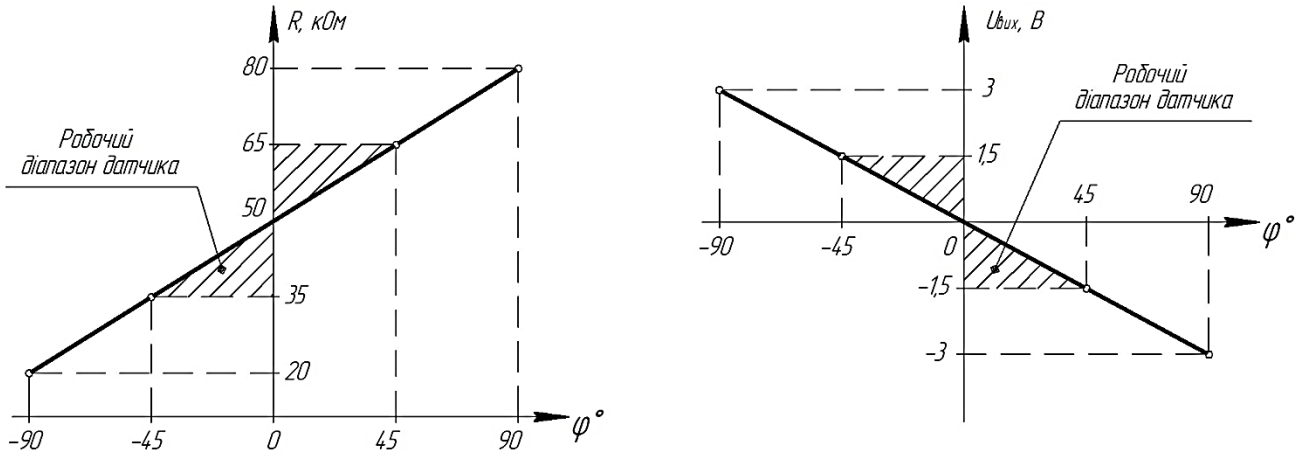
$$U_{вых} = U_{ст} \frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}.$$

Если заменить постоянные резисторы R3 и R4 резистором переменного сопротивления, а резисторы R1 и R2 многооборотными проволочными подстроечными резисторами (рис. 9 б) – получим схему для измерения угла между прицепом и тягачом.

Когда скользящий контакт занимает среднее положение (отвечает прямолинейному движению АП), мост полностью сбалансирован, то есть Uвых = 0.

Резистор переменного сопротивления R3 имеет линейную зависимость и полное сопротивление 100 кОм. Стабилизатор напряжения Uст поддерживает напряжение питания моста на уровне 9 В. Во время налаживания датчика, в качестве измерительного устройства использовался лабораторный мультимметр.

Датчик R3 установлен на кронштейне таким образом, чтобы при перемещении движка резистора от среднего положения на ± 90° его сопротивление менялось в интервале от 20 до 80 кОм. В реальных условиях, во время проведения эксперимента, благодаря конструкции дышла, подвижный контакт датчика будет перемещать в интервале ± 45° от среднего положения (см. рис. 10 а).



а) **б)**

Рис. 10. График тарирования датчика

Подстроечные резисторы R_1 и R_2 (рис. 10 б) служат для тарирования моста сопротивлений, их налаживают таким образом, чтобы при изменении подвижного контакта датчика R_3 на ± 90° напряжение на выходе $U_{вих}$ менялась в интервале от 3 до -3В (см. рис. 10 б).

Аналогично выполнен датчик измерения угла между прицепами (рис. 11).

Отличия между двумя системами для измерения угла лишь в креплении датчика и в длине и форме упругого звена.

Аналогичную конструкцию имеет и датчик, предназначенный для измерения угла поворота управляемых колес тягача. Прибор также изготовлен и испробован в ДАТ. Этот датчик установлен на вале сошки рулевого механизма, а его ось соединена с корпусом рулевого механизма.

Регистрация параметров происходила по помощи мультиметров (по одному на каждый канал блока согласования), настроенных на измерение постоянного напряжения.

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

Все описанные датчики измерения углов перед началом испытаний были тарированы в лабораторных условиях.



Рис. 11. Общий вид датчика измерения угла между горизонтальными осями симметрии прицепов

Линейная скорость движения автопоезда определялась по помощи «пятого колеса» [4] изображенного на рис. 12. Для повышения точности измерения, на велосипедное колесо установлено два магнита, а к установкам электронного спидометра введенная половина длины круга «пятого колеса».



Рис. 12. «Пятое колесо» для измерения линейной скорости АП

Для синхронности записи информации дисплеев мультиметров и спидометра «пятого колеса» использовалась цифровая видеокамера.

Для определения траектории движения звеньев АП, были изготовлены гидроотметчики. Каждый гидроотметчик (рис. 13 а) состоит из форсунки 2, соединительных гибких трубопрово-

дов 4, бачка, который заправлен водой и электронасосом. Форсунки расположены в характерных точках элементов автопоезда: в средних точках осей прицепов 3 и задней оси тягача. Фиксирование траектории движения звеньев АП осуществляется на опорной поверхности 1 струей воды, которая имеет диаметр около 1 мм.

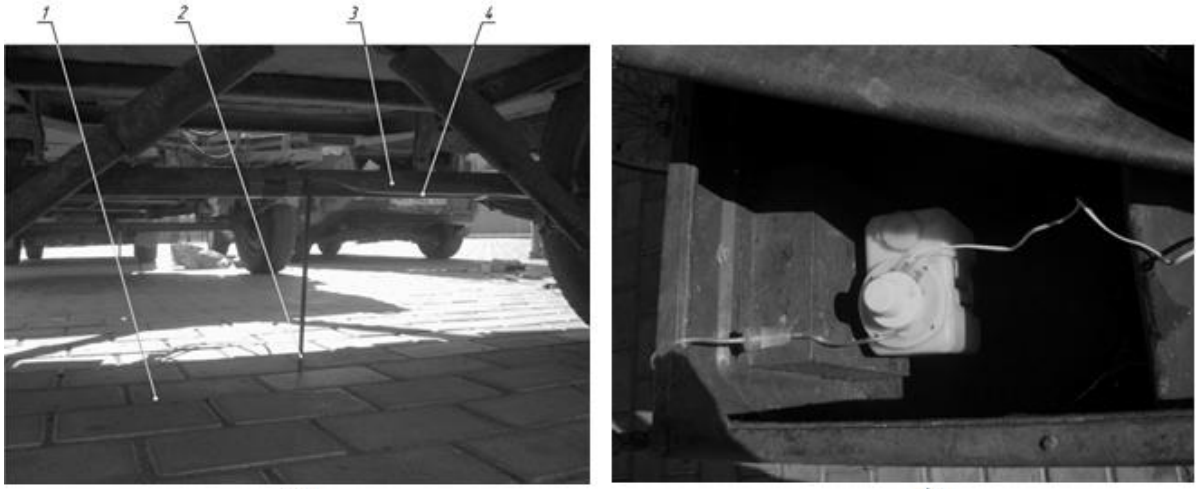


Рис. 13. Приспособление для определения траектории движения звеньев АП: а) расположение гидроотметчика под прицепом; б) местоположение бачка с электронасосом в прицепе

Для удобства, в каждый бачок гидроотметчика была добавлена своя окрашивающая жидкость, которая даже после испарения воды, оставляла характерный след на асфальтовом покрытии.

Все электродвигатели насосов соединены через тумблер к отдельному автомобильному аккумулятору, расположенному в прицепе.

Правильность установки форсунок гидроотметчиков на звеньях автопоезда проверялась по совпадению всех траекторий в одну линию при прямолинейном движении.

Перед проведением испытаний, на СТО «Opel» ООО «Гратиум» были проведены диагностические работы с целью определения технического состояния звеньев автопоезда и приведение его к надлежащему состоянию.

Накачка шин автопоезда воздухом к величине давления, которая рекомендована заводом изготовителем (для передних колес тягача – 0,17 Мпа, для задних – 0,20 Мпа; для колес прицепов – 0,17 Мпа) проводилось с помощью автомобильного насоса.

Проверка давления воздуха в шинах осуществлялась с помощью образцового манометра модели МО – 160 – 1,0 – Мпа – 0,4. Остаточная высота протектора шин проверялась с помощью штангенциркуля.

С помощью линии инструментального контроля Bosch были осуществленные измерения суммарной боковой силы, коэффициента сцепления колес, осевой нагрузки, определено состояние подвески и тормозной системы (см. рис. 14 а). На специальном стенде выполнено регулирование углов установки колес (РУУК) тягача, проведено диагностирование рулевого управления (см. рис. 14 б). Все выявленные недостатки были устранены в зоне ТО и ПР.

Для возможности осуществления испытаний с разной загрузкой звеньев АП были заготовлены мешки с песком весом по 40 кг.

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



а) б)

Рис. 14. Диагностирование звеньев автопоезда:
а) на линии инструментального контроля; б) на стенде РУУК

Вывод

Проведение экспериментального исследования на площадке с соответствующей разметкой, а также с использованием обозначенных транспортных средств, оборудованием и приборами, позволит получить значение показателей стойкости движения автопоезда.

Список литературы

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

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

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

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

Мойся Д.Л., Куплінов А.В., Мареніч А.С., Куліш А.Є. Дослідження стійкості та маневреності експериментального автопотяга

Анотація. *Описані методи проведення досліджень курсової стійкості стаціонарних режимів руху триланкового причіпного автопотяга. Показані етапи експерименту та обладнання; прилади для його проведення.*

Ключові слова: *автопотяг, курсова стійкість, маневреність руху*

Moisia D.L., Kuplinov A.V., Marenich A.S., Kulish A.E. Research investigation of stability and flexibility of experimental road train

Abstract. *The methods of research investigation of the course stability of the stationary modes of the three-lane trailer road trains are described. The stages of the experiment and the equipment and devices for its carrying out are shown.*

Keywords: *road train, course stability, flexibility of traffic*

Стаття надійшла до редакції 12.09.2017 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
№ 3, 2017
(українською, російською та англійською мовами)

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

Формат 60х84⅛. Ум. друк. арк. 4,5. 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
№ 3, 2017
(на украинском, русском и английском языках)

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

Формат 60х84⅛. Усл. печ. л. 4,5. 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
№ 3, 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 4,5. 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