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

# ВІСНИК ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

# VÌSNIK DONEC′KOÏ AKADEMÌÏ AVTOMOBÌL′NOGO TRANSPORTU

№2
2016

## 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
2016

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 № 1 від 30.08.2016 р.

**Свідоцтво про державну реєстрацію:** серія КВ № 15 936-4408 ПР від 02.12.2009 р., видане Міністерством юстиції України.
Видання внесено до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук, постановою президії ВАК України від 10 лютого 2010 р. № 1-05/1 (технічні науки).
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, 2016**

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

# ВЕСТНИК ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

# VESTNIK DONECKOJ AKADEMII AVTOMOBIL′NOGO TRANSPORTA

№2
2016

## 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
2016

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 № 1 от 30.08.2016 г.

**Свидетельство о государственной регистрации:** серия КВ № 15 936-4408 ПР от 02.12.2009 г., выдано Министерством юстиции Украины.
Издание включено в Перечень научных специализированных изданий Украины, в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на соискание научных степеней доктора и кандидата наук постановлением президиума ВАК Украины от 10 февраля 2010 года № 1-05/1 (технические науки).
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, 2016**

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

# BULLETIN OF THE DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

№2
2016

## 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
2016

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 Motor Transport Protocol number 1 of 30.08.2016

**State registration certificate:** series number KV №15 936-4408 PR from 02.12.2009, Issued by the Ministry of Justice Ukraine
The publication is included in the list of scientific professional editions of Ukraine, which can be published results of dissertations for obtaining a doctor's degree and Ph.D., SAC Ukraine Presidium Decree of 10 February 2010. № 1-05 / 1 (Engineering)
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 Motor 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 Motor 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. October, 22 a, c. Donetsk, 83030

Address founder and editorial: b. Dzerzhinsky, 7 c. 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, 2016**

# ЗМІСТ

## Транспортні технології

Панков А.О., Панайотов К.К., Щеглов А.В. **Аналіз і розробка програмного забезпечення транспортно-технологічного моніторингу** ..... 10

Момот М.С. **Використання інформаційних технологій при перевезення небезпечних вантажів** ..... 20

## Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Ксенчук О.П., Селюков В.М. **Порівняння діючих показників ремонтної технологічності автомобілів з показниками ремонтної технологічності перспективних розробок автомобілів** ..... 26

Сунцов М.В., Сунцов О.М. **Про природу виникнення шумів при коченні шини автомобіля** ..... 31

Петров О.В. **До питання про необхідність комплексної оцінки властивостей автомобіля** ..... 42

## Надійність і довговічність механізмів машин

Ченцов Н.А., Сулейманов С.Л. **Значення експериментальної функція інтенсивності зносу в «сірих» зонах** ..... 46

## Проектування, будівництво та експлуатація автомобільних доріг

Грицук А.И. **Особенности классификации тепловых аккумуляторов фазового перехода** ..... 56

**Правила подання та оформлення статей** ..... 62

**Порядок рецензування статей** ..... 64

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

# СОДЕРЖАНИЕ

## Транспортные технологии

Панков А.А., Панайотов К.К., Щеглов А.В.**Анализ и разработка программного обеспечения транспортно-технологического мониторинга** ..... 10

Момот М.С. **Использование информационных технологий при перевозке опасных грузов**..... 20

## Транспорт и двигатели внутреннего сгорания

Ксенчук А.П., Селюков В.М. **Сравнение действующих показателей ремонтной технологичности автомобилей с показателями ремонтной технологичности перспективных разработок автомобилей** ..... 26

Сунцов Н.В., Сунцов А.Н. **О природе возникновения шумов при качении шины автомобиля**..... 31

Петров А.В. **К вопросу о необходимости комплексной оценки свойств автомобиля** ..... 42

## Надежность и долговечность механизмов машин

Ченцов Н.А., Сулейманов С.Л. **Значение экспериментальной функции интенсивности износа в «серых» зонах.** ..... 46

## Проектування, будівництво та експлуатація автомобільних доріг

Грицук А.І. **Особливості класифікації теплових акумуляторів фазового переходу**..... 56

**Правила представления и оформления статей**..... 62

**Порядок рецензирования статей** ..... 64

# CONTENTS

## Transport technology

Pankov A.A., Panayotov K.K., Scheglov A.V. **Analysis and software development transport-technological monitoring** ..... 10

Momot M.S. **Use of information technologies in the carriage of dangerous goods** ..... 20

## Transport and internal combustion engines

Ksenchuk A.P., Selyukov V.M. **Comparison of existing repair technological cars with indica-tors repair manufacturability perspective development car** ..... 26

Suntsov N.V., Suntsov A.N. **The nature of occurrence of noise during rolling of the tire of the car** ..... 31

Petrov A.V. **To a question of need of complex assessment of properties of the vehicle.** ..... 42

## Reliability and durability machines mechanisms

Chentsov N.A., Suleymanov S.L. **The experimental function value of wear rate in «gray» areas** ..... 46

## Design, construction and operation of roads

Gritsuk A.I. **Features classification heat accumulator phase transitions** ..... 56

**Submission rules and guidelines** ..... 62

**The order of reviewing articles** ..... 64

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

***УДК 004.9***

***ПАНКОВ А.А., к.т.н., доцент; ПАНАЙОТОВ К.К., к.т.н.,***
***Луганский национальный университет им. Владимира Даля;***
***ЩЕГЛОВ А.В., к.т.н., доцент,***
***Луганский национальный аграрный университет***

# АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

*В статье рассмотрена сущность и актуальность мониторинга рабочего процесса пассажирского автотранспорта. Проведен обзор и анализ информационных технологий в транспортно-технологическом мониторинге, а также обзор и анализ существующих информационных и мониторинговых систем. На основе выявленных преимуществ и недостатков существующих систем, синтеза их преимущественных элементов разработано программное обеспечение для диспетчерского мониторинга в пассажирском автотранспортном предприятии. Создано соответствующее приложение с интерфейсом, разработан программный код, реализующий разработанные алгоритмы контроля использования подвижного состава. Это позволяет сократить выявленные нецелевые затраты труда, материальных и денежных средств.*
***Ключевые слова:*** *информатизация, анализ, мониторинг, система, диспетчер, алгоритм, транспорт, технология, контроль, приложение.*

**Постановка проблемы**

По мнению ученых "Научно исследовательского института транспорта и коммуникаций" (НИИ ТК), усовершенствовать работу общественного транспорта без участия государства и привлечения современных технологий не удастся.

Необходимо вернуться к отработанной ранее системе диспетчеризации пассажирских перевозок, разработки которой, проводились НИИ ТК еще в 70…80-х годах прошлого века. Современные технологии позволяют с высокой точностью фиксировать перемещение всех автобусов и передавать информацию о сбоях в графике движения. От перевозчиков будет требоваться обеспечение заданного объема и качества предоставляемых населению услуг, а от водителей – безукоризненное соблюдение графика движения по маршрутам. В таких условиях можно будет говорить как о конкурентоспособности общественного транспорта, так и о возможных изменениях тарифов на его услуги. Систему диспетчеризации на основе GPS -технологий внедрить абсолютно реально, причем такой опыт уже существует.

С другой стороны, для повышения эффективности использования основных фондов (ОФ) автотранспортных предприятий (АТП) необходимо повышение фондоотдачи и снижение фондоемкости продукции, которая достигается на основе внедрения достижений научно-технического прогресса (НТП). Пути повышения эффективности использования ОФ автотранспорта зависят от многих факторов деятельности предприятий, которые должны быть приведены в действие в результате активного и творческого отношения к работе инженерно-технических и экономических работников предприятия, а также умелого и эффективного руководства предприятием в целом. Среди прочих внедряются и используются следующие методы, согласно [1]:

– улучшения оперативного планирования и аналитической работы;

– внедрение прогрессивных технологических процессов и методов работы;

– улучшение нормирования, учета, отчетности и другой работы;

– повышение уровня механизации, автоматизации и информатизации.

Концепция ресурсной ориентации, сформировавшаяся в 80-х годах в Западной Европе, привела к пониманию приоритетного значения интегрированных информационных систем.

Информационные системы рассчитаны на обработку информации о простоях транспорта, о возможностях загрузки при обратном пробеге, контроль движения груза в пути, его доставка потребителю, учет сбоев в транспортной системе. Информационные системы специализируются на решении проблем вывоза и доставки грузов и пассажиров в режиме реального времени, то есть по графику доставки продукции потребителю с учетом его производственного процесса.

Информационное обеспечение транспортного потока осуществляется с помощьюдирективных информационных сообщений, за которые несет ответственность каждый из участников перевозок, а также с помощью стандартных транспортных документов. Наиболее эффективное решение в сфере транспортировки могут быть реализованы в информационно-транспортных системах.

В то же время существует ряд проблем, которые препятствуют удовлетворению спроса на транспортные услуги, согласно [2]:

– низкий уровень межотраслевой координации и кооперации в развитии транспортной инфраструктуры;

– недостаточное использование транспортных коммуникаций и технических средств;

– медленное совершенствование транспортных технологий и их малая связь с производственными, торговыми, складскими и таможенными технологиями;

– недопустимо низкий уровень информатизации транспортного процесса и информационного взаимодействия транспорта с другими отраслями экономики и общественной жизни.

Последняя из указанных проблем непосредственно определяет актуальность информационного обеспечения транспортных систем.

**Анализ последних исследований**

Мониторинговая система "Teletrack" является программно-аппаратным комплексом (ПАК), который состоит из бортового оборудования, компьютерного оборудования и программного обеспечения (ПО).

Открытая архитектура, гибкость, масштабируемость системы позволяет интегрироваться в любую систему предприятия, адаптироваться под любые требования заказчика, оптимально решать самые нетривиальные задачи.

Система работает следующим образом. На транспортное средство устанавливается бортовое оборудование, которое по сигналам спутников системы GPS определяет месторасположение, скорость и направление движения объекта, а также контролирует состояние датчиков и записывает их в независимую память; собранные данные кодируются и через каналы передачи данных сети GSM, Интернет (вариант "on-line") поступают на диспетчерское место (рис.1).

В режиме реального времени в диспетчерском ПО отображается маршрут движения, скорость, ускорение и торможение, остановки, въезд и выезд из контрольных зон, состояниедатчиков. Вся информация отображается в удобном для восприятия виде: в форме графиков, таблиц, треков. Данные хранятся неограниченное время и в любой момент можно сформировать отчет о пробеге, времени работы, простоях, посещениях заданных районов, скоростных режимах, заправках и сливах, потреблениях топлива, срабатывания датчиков открытия дверей.

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

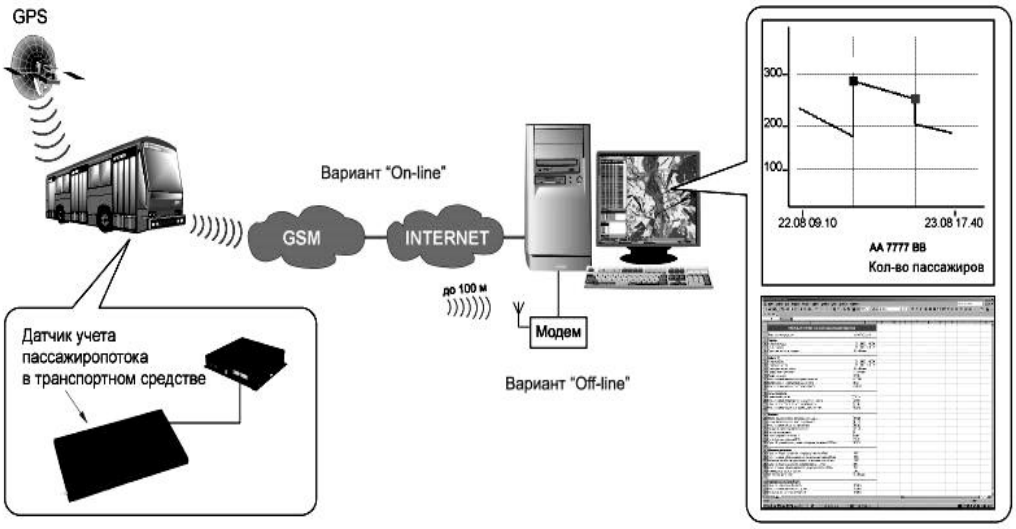



**Рис. 1. Принцип работы системы “Teletrack”**

Полученная информация может использоваться в модулях "Транспортная логистика", "Контроль топлива", автоматизированных системах учета и управления предприятием (1С).

Возможна передача накопленных данных (до 1500м) непосредственно на диспетчерское место по беспроводному каналу с помощью встроенного радиомодема (вариант "off-line" или "черный ящик"), без использования GSM и Интернет-сетей. Возможны голосовая связь и передача текстовых сообщений между водителем и диспетчером. Диспетчерские рабочие места могут быть объединены в локальную или глобальную сети.

Система "Teletrack" построена по модульному принципу и допускает огромное количество конфигураций в зависимости от потребностей клиента. Правильный подбор конфигурации позволяет получить всю необходимую для клиента функциональность при минимальных расходах. Для того, чтобы сделать правильный выбор необходимо разобраться, по каким основным параметрам различаются варианты системы.

Кроме базовых возможностей, позволяющих определять месторасположение объектов в любой момент времени, в "Teletrack" могут быть включены различные модули (рис.2), значительно расширяющие ее функции, согласно [3].

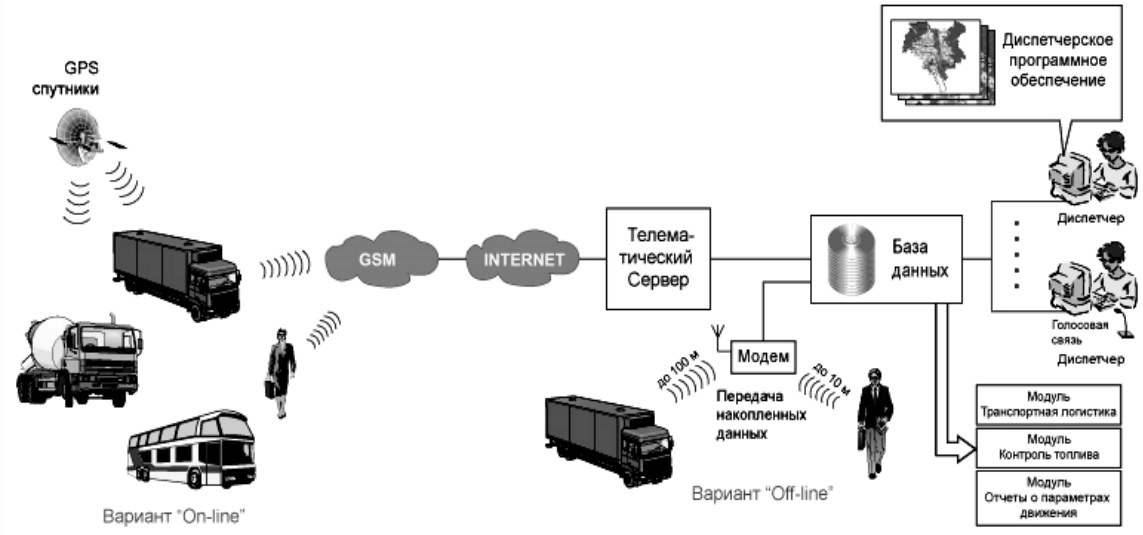



**Рис. 2. Функциональные возможности системы "Teletrack"**

Оперативное получение информации позволяет пользовательским системам своевременно реагировать на события, предотвращая несанкционированный доступ, расхищение или нерациональное использование транспортных средств, топлива, материальных и трудовых ресурсов

предприятия, способствует эффективной и безопасной работе водителей автомобилей и операторов спецтехники [4].

Аналогично работают мониторинговая система "Пульсан", «Навигатор-С», «KGK мониторинг», «Sattrans monitoring», «MicroGIS» и другие [6].

Однако существующее предлагаемое ПО диспетчерского мониторинга не учитывает особенности предприятий, относительно дорого по стоимости и вызывает сомнения в плане информационной и коммерческой безопасности.

**Цель статьи**

Разработка собственных программных решений по диспетчерскому мониторингу работы пассажирских АТП, с учетом социально-экономических особенностей и условий.

**Основной раздел**

В результате анализа задачи, на основании [7-10] были построены диаграммы, согласно нотации IDEF0. Диаграмма обработки путевых листов представлена на рис.4.

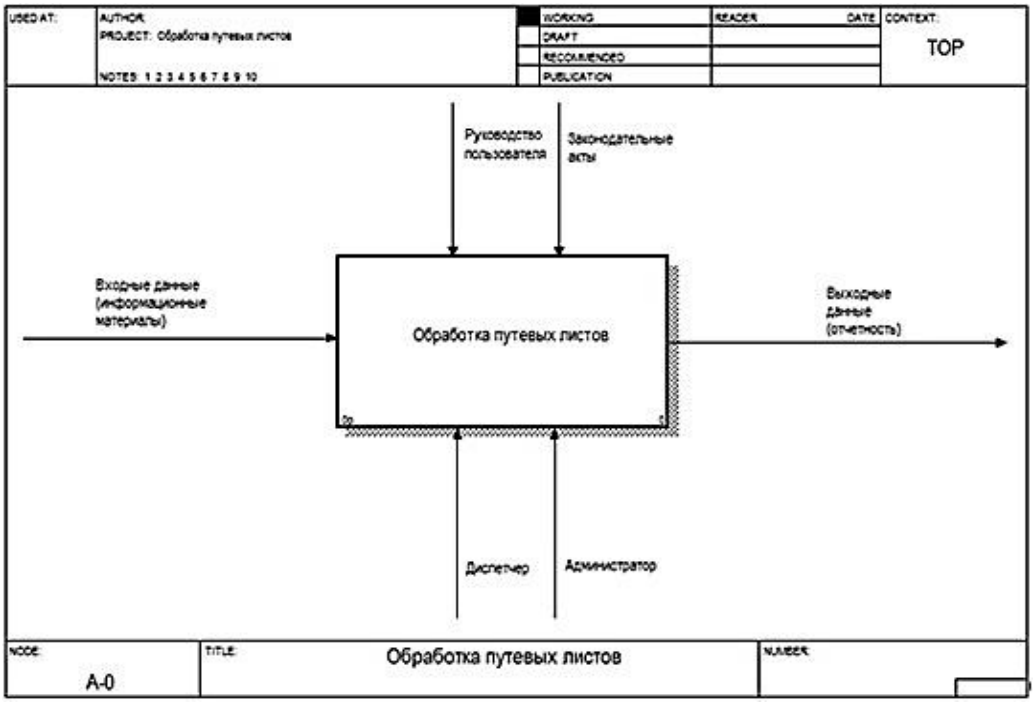



**Рис. 4. Диаграмма обработки путевых листов**

После произведенной декомпозиции задачи получена диаграмма декомпозиции (рис.5).

В ходе анализа предметной области были выделены последующие таблицы:

– водители (табельный номер; фамилия, имя, отчество; номер, серия паспорта, дата выдачи, кем выдан; дата рождения; номер прав, дата выдачи прав; номер лицензии; дата принятия на работу; данные об отпусках);

– доверенность (водитель; автомобиль (автобус); дата начала действия; дата окончания);

– автотранспортное средство (государственный номер; модель; дата поступления в парк; пробег, техническое состояние, статус);

– модель автотранспортного средства (производитель; модель; тип кузова; расход ГСМ);

– путевой лист автотранспортного средства (номер; автомобиль; водитель; организация-заказчик; место подачи; время выезда; время возврата; пройдено пути; выдано ГСМ; остаток ГСМ перед выездом; остаток ГСМ по возвращению; расход по норме; фактический расход);

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

– выезд транспортного средства на линию (номер выезда, номер путевого листа, код клиента, место назначения, пройдено пути, км);

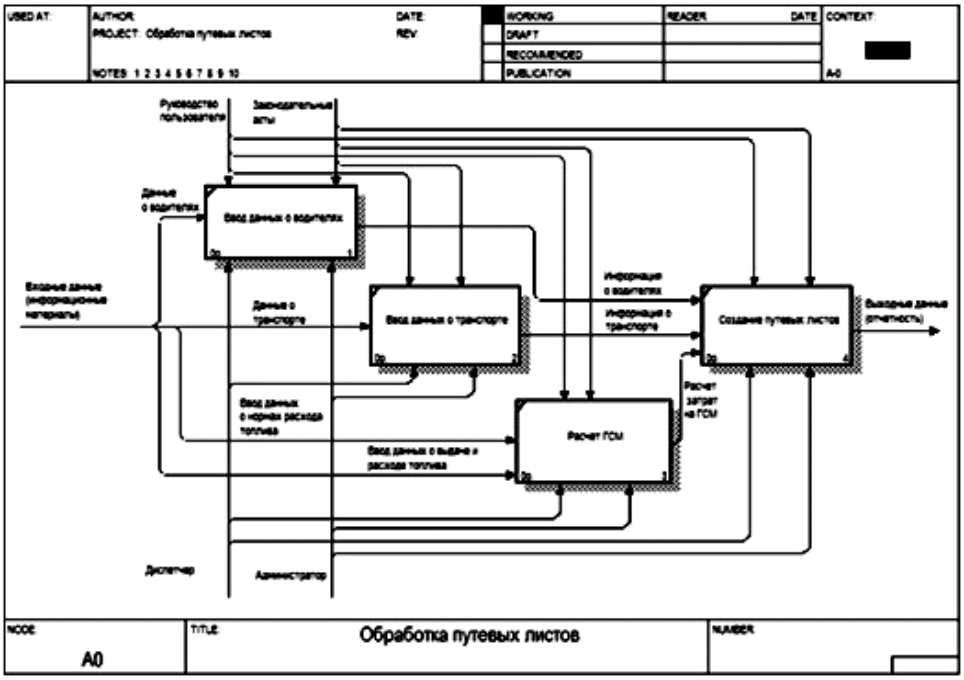



**Рис. 5. Диаграмма декомпозиции задачи обработки путевых листов**

Вышеописанные сущности образуют связи, представленные в табл. 1.

Таблица 1

**Связи между сущностями**

| Сущность | Связь | Сущность |
|---|---|---|
| Водители | "один ко многим" | Доверенности |
| Водители | "один ко многим" | Путевые листы |
| Доверенности | "многие к одному" | Водители |
| Доверенности | "многие к одному" | Автомобили (автобусы) |
| Автомобили (автобусы) | "один ко многим" | Доверенности |
| Автомобили (автобусы) | "многие к одному" | Модели |
| Путевые листы | "многие к одному" | Водители |
| Путевые листы | "один ко многим" | Поездки |
| Путевые листы | "один ко многим" | Автомобили (автобусы) |
| Поездки | "многие к одному" | Путевые листы |

На основании выделенных связей построена инфологическая модель, представленная на рис.6. По результатам построения инфологической модели была создана база данных со структурой, представленной на рис.7. Каждой сущности предметной области соответствует таблица базы данных. Для отражения связи меж сущностями (вида "один ко многим") в подчиненную таблицу добавляется основной ключ.

Для облегчения документирования работы системы была разработана схема взаимодействия, представленная на рис.8.

Главная форма предназначена для управления всей работой системы. Меню данной формы обеспечивает переход на следующие подчиненные формы: водители, автомобили, ГСМ, диспетчерская. Общий вид главного окна приложения представлен на рис.9.

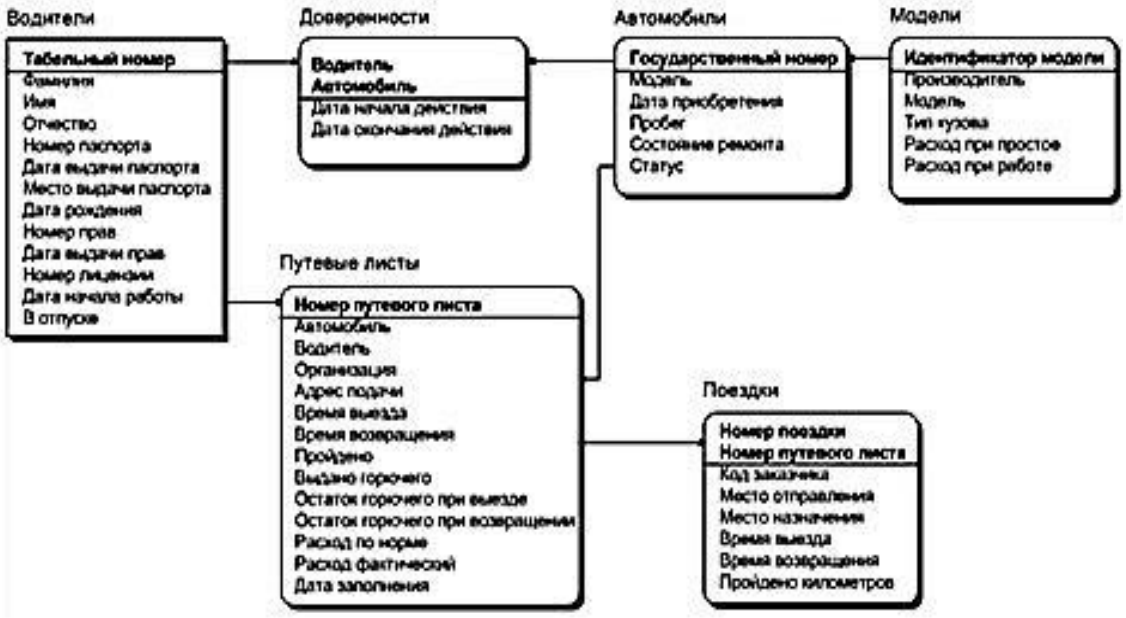



**Рис. 6. Инфологическая модель данных**




**Рис. 7. Даталогическая модель данных**

По вкладке "Водители" (см. рис. 9) осуществляется переход на другие формы: "Учет выработки", которая позволяет просмотреть общее время работы водителя, время выезда и время возврата (рис.10), и на форму "Список водителей", в которой производятся основные действия с анкетными данными водителей (рис. 11).

По вкладке "Автомобили" осуществляется переход на три подчиненные формы: "Транспортные средства" (рис. 12), "Доверенности" (рис. 13), "Список моделей" (рис. 14). В данных формах осуществляется ввод и получение информации о транспортных средствах АТП. В форме "Транспортные средства" содержится информация об автомобиле, которая позволяет учитывать состояние транспортного средства.

Форма "Доверенности" позволяет осуществлять закрепление, перезакрепление водителей за транспортным средством, просмотр текущего состояния и ответственность водителей за транспортное средство, а также сроки действия доверенностей.

Форма "Справочник моделей" содержит информацию о технических характеристиках автотранспорта.

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




**Рис. 8. Схема взаимодействия форм**

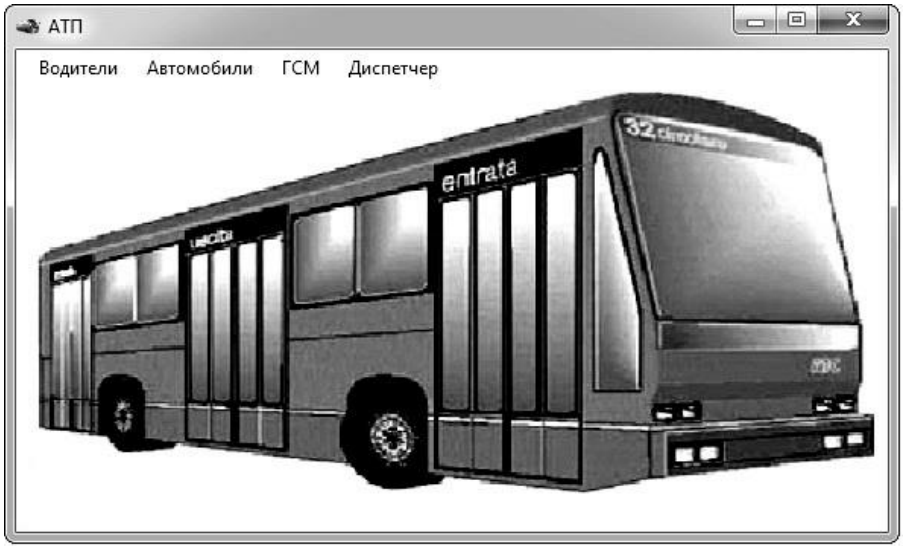



**Рис. 9. Главная форма**

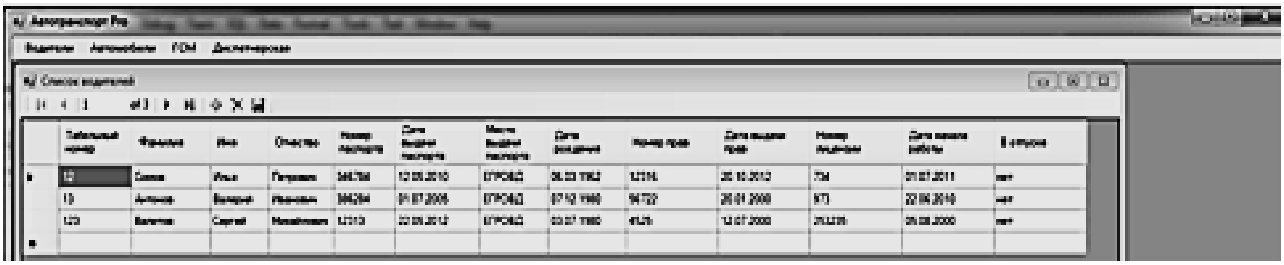


**Рис. 10. Форма "Учет выработки"**




**Рис. 11. Форма "Список водителей"**

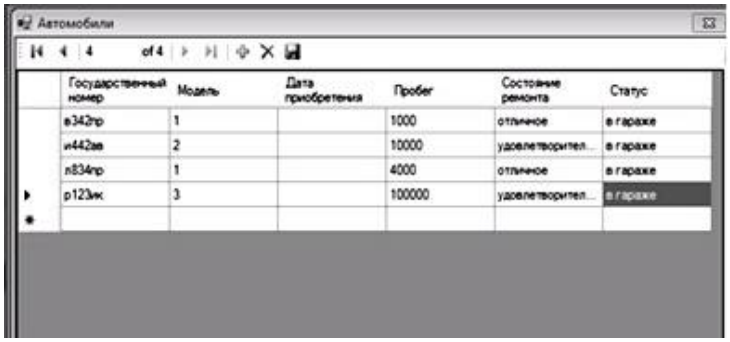



**Рис. 12. Форма "Транспортные средства"**

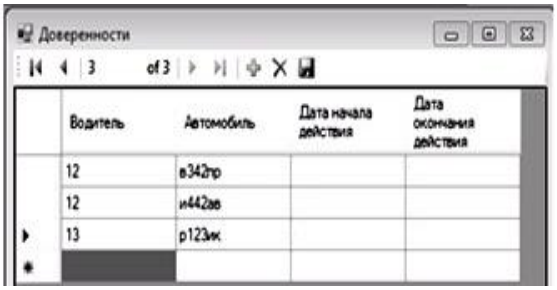



**Рис. 13. Форма "Доверенности"**

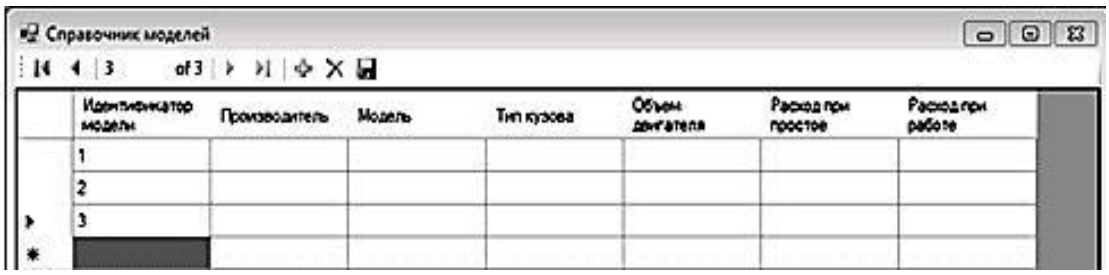



**Рис. 14. Форма "Справочник моделей"**

Меню "ГСМ" (рис. 15) позволяет учитывать расхода ГСМ и обеспечивает мониторинг статистики перерасхода топлива, занятости автомобилей и водителей (рис.16, 17, 18).

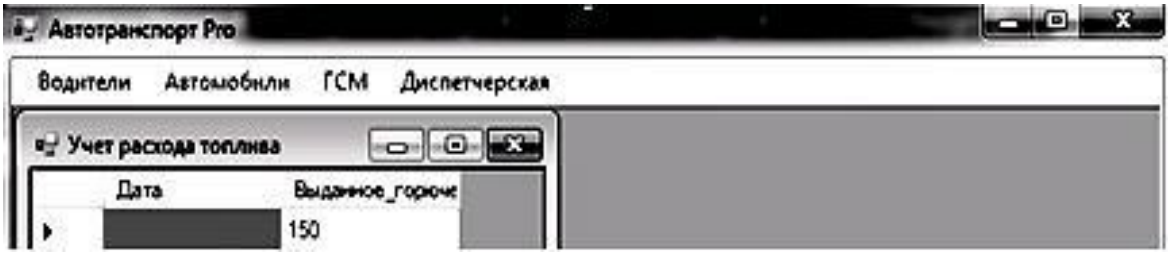



**Рис. 15. Форма "Учет расхода топлива**

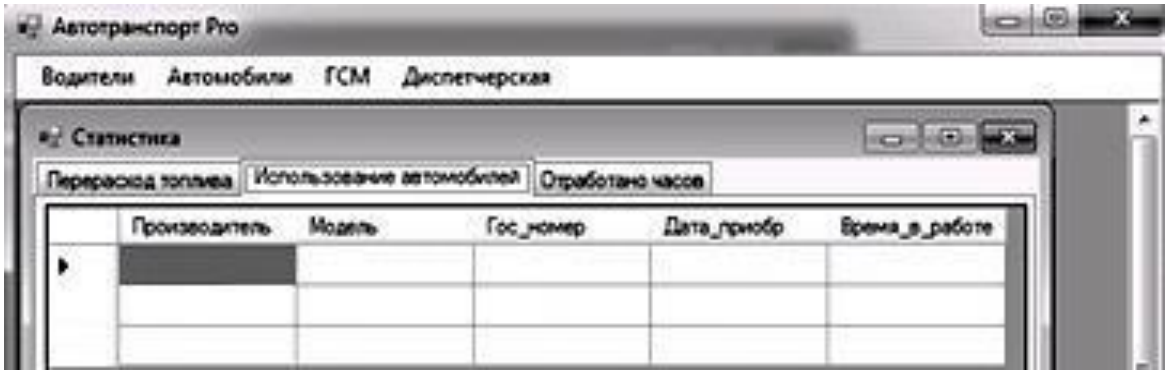



**Рис. 16. Форма "Статистика использования транспорта"**

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

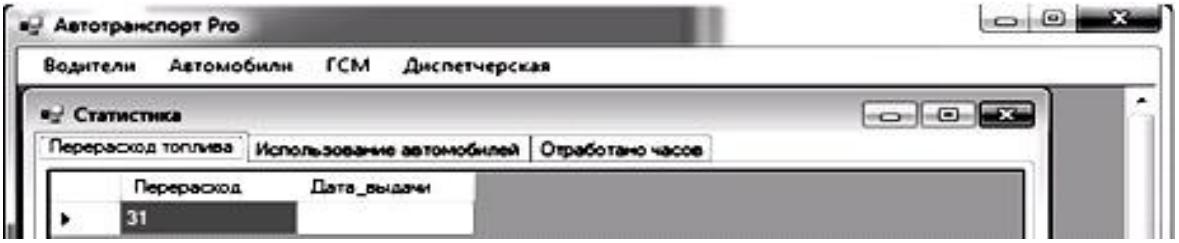



**Рис. 17. Форма "Статистика перерасхода топлива"**

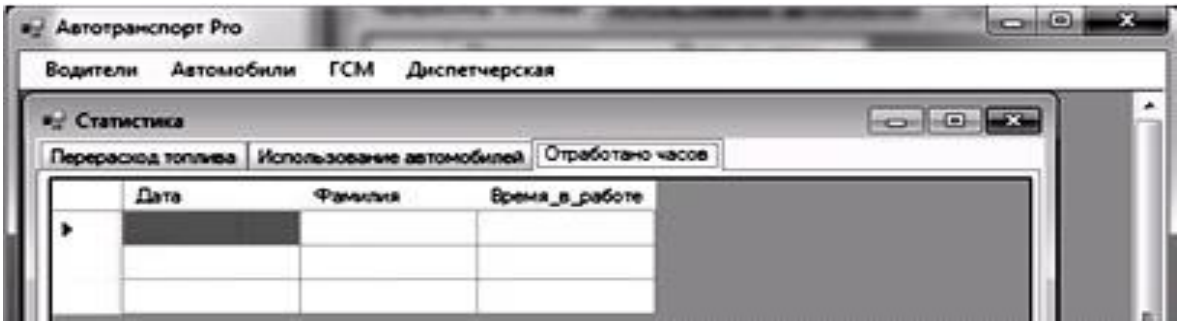



**Рис. 18. Форма "Статистика отработанных часов"**

Меню "Диспетчерская" позволяет формировать и обрабатывать путевые листы, а также производить мониторинг статуса автомобилей.

В меню «Путевые листы» заполняются имеющиеся данные о маршруте, ведется учет расхода топлива (рис.19), а также выводится типовая форма путевого листа.

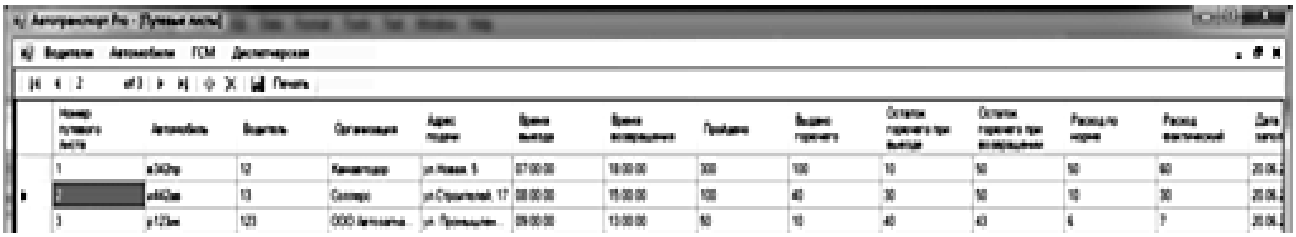


**Рис. 19. Форма "Путевые листы"**

**Выводы**

Внедрение на автопредприятиях автоматизированных мониторинговых систем позволяет решать следующие задачи: автоматизация работы диспетчеров и операторов; автоматизация управления автопарком; мониторинг транспорта и контроль работы в режиме реального времени; контроль работы водителей и диспетчеров; контроль качества транспортного обслуживания пассажиров; обеспечение безопасности пассажиров и водителей.

Однако существующее предлагаемое программное обеспечение диспетчерского мониторинга не учитывает особенности предприятий, относительно дорого по стоимости и вызывает сомнения в плане информационной и коммерческой безопасности. Поэтому разработано собственное программное обеспечение транспортно-технологического мониторинга работы пассажирского АТП.

**Список литературы**

**1. Эффективность использования капиталов предприятия (на примере автотранспортного предприятия) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.eup.ru/Documents/2006-07-18/40B5A-7.asp**

**2. Лекции по дисциплине Информационные технологии на автотранспорте [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.twirpx.com/file/797539/**

**3. Мониторинговая система Teletrack [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://autovision.com.ua/blogsection/ sistema-teletrack**

**4. Программы обеспечения GPS-мониторинга [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.gps-monitoring.com.ua/programmi.html**

**5. Зачем нужен мониторинг общественного транспорта? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.pullsun.ru/monitoring-transporta/passazhirskogo/**

**6. Программное обеспечение [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://transcontrol.com.ua/programmnoe-obespechenie.html**

**7. Панасюк К. А. Разработка структуры базы данных для автоматизированных рабочих мест: метод. указания / К.А. Панасюк. - Оренбург: ОГУ, 2007. - 56с.**

**8. Черноусова А. М. Программное обеспечение автоматизированных систем проектирования и управления. Учеб. пособие для вузов / А. М. Черноусова, В. Н. Шерстобитова. - Оренбург: ОГУ, 2006. - 301с.**

**9. Баженова И. Ю. Основы проектирования приложений баз данных, Интернет - университет информационных технологий. - М.: ИНТУИТ.ру, 2006. - 300с.**

**10. Туманов В. Е. Основы проектирования реляционных баз данных. БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий. - М.: ИНТУИТ.ру, 2007. - 424с.**

**Панков А.О., Панайотов К.К., Щеглов А.В. Аналіз і розробка програмного забезпечення транспортно-технологічного моніторингу**

***Анотація.*** *У статті розглянуто суть і актуальність моніторингу робочого процесу пасажирського автотранспорту. Проведено огляд і аналіз інформаційних технологій в транспортно-технологічному моніторингу, а також огляд і аналіз існуючих інформаційних і моніторингових систем. На основі виявлених переваг і недоліків існуючих систем, синтезу їх переважних елементів розроблено програмне забезпечення для диспетчерського моніторингу в пасажирському автотранспортному підприємстві. Створено відповідний інтерфейс, розроблено програмний код, що реалізує розроблені алгоритми контролю використання рухомого складу. Це дозволяє скоротити виявлені нецільові витрати праці, матеріальних і грошових засобів.*

***Ключові слова:*** *інформатизація, аналіз, моніторинг, система, диспетчер, алгоритм, транспорт, технологія, контроль, програма.*

**Pankov A.A., Panayotov K.K., Scheglov A.V. Analysis and software development transport-technological monitoring**

***Abstract.*** *In the article the essence and actuality of monitoring workflow passenger vehicles. Conducted review and analysis information technology in transport-technological monitoring, and review and analysis of existing information and monitoring systems. Based on the identified advantages and disadvantages of existing systems and synthesis of their predominant elements developed software for remote monitoring passenger transport enterprise. Created by the associated application interface, developed a software code that implements the algorithms.*

***Keywords:*** *informatization, analysis, monitoring, system, manager, algorithm, transport, technology, control, application.*

*Стаття надійшла до редакції 20.06.2016 р.*

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

***УДК 656.078***

***МОМОТ М.С.,***
***Донецкая академия автомобильного транспорта***

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

*В статье изучены основные требования к интеллектуальным системам во время перевозки опасных грузов на транспорте. Установлены основные структуры интеллектуальных транспортных систем, рассмотрена их роль при движении транспортных средств, Выявлены основные направления развития интеллектуальных систем, их преимущества и недостатки, а также пути развития таких систем.*
***Ключевые слова:*** *опасный груз, интеллектуальные системы, транспортное средство, автоматизированное рабочее место, технология, контроль, GPS-приёмники.*

**Введение**

Перевозка грузов и пассажиров в настоящее время претерпевает качественные изменения. С одной стороны это связано со стремлением повысить эффективность работы транспорта, снизить издержки, уменьшить стоимость перевозок, соблюдать сроки доставки грузов и обеспечивать их сохранность – то, что в большей степени продиктовано развивающимися рыночными отношениями и связанной с ними конкурентоспособностью автомобильных перевозок перевозок.

Другая же сторона имеет более глубокие корни – на всем протяжении существования нашей цивилизации постоянно сокращаются интервалы между качественными сменами техники и технологий – это так называемый закон времени Так если гужевая тяга служила на протяжении тысяч лет, то паровой хватило всего на сотню лет. На сегодня прорывы, скачки и смена технологий происходит уже через 5-10 лет, а по научным прогнозам в скором будущем подобные изменения будут происходить через 3-5 лет – наглядным примером являются новые средства связи и преобразование вычислительной техники. Современные условия диктуют обязательное внедрение и использование информационных технологий – информационно-управляющих систем во все сферы нашей жизни. [1].

Самой большой проблемой области информатизации автомобильного транспорта являются закрытые интеллектуальные системы. Создано огромное количество систем, автоматизирующих отдельные бизнес-процессы, а чаще даже отдельные задачи и функции. При этом системы зачастую не связаны друг с другом, используют собственные хранилища оперативной и нормативно-справочной информации. Отсутствуют регламенты поддержания актуальности, синхронизации данных в разных системах. Многие используемые средства автоматизации не соответствуют современным требованиям. На современном этапе развития информационных технологий на первый план ставится создание единого информационного пространства, которое включает в себя единое пространство данных, единое методологическое пространство и единое пространство функционала [2].

Что же касается перевозки опасных грузов – эта особая часть номенклатуры грузов и в будущем останется особой. Объемы перевозок опасных грузов железнодорожным транспортом составляют более 25 % от общего и ежегодно возрастают. Перечень опасных грузов, предъявляемых к перевозке, насчитывает около пяти тысяч наименований. Из-за присущих опасным грузам свойств их перевозка требует постоянного внимания и непрерывного контроля. Человеку трудно постоянно сохранять внимание на высоком уровне – тем более, когда необходимо

работать с огромным потоками разнообразных данных. В этом случае на помощь приходят информационные системы, адаптированные под конкретные задачи.

Разработаны и применяются информационно-справочные системы по перевозке опасных грузов, а также предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций. Своевременные и верные действия лиц принимающих решения могут сохранить груз и жизни людей. А быстрая ликвидация последствий аварийных ситуаций, правильное использование имеющихся технических средств, создание безопасных условий работы в зоне аварии, оказание первой помощи пострадавшим зависят, прежде всего, от правильной оценки сложившейся обстановки, знаний опасных свойств находящихся в зоне аварий грузов.

Поэтому на автомобильном транспорте должны совершенствоваться технологии перевозок опасных грузов, информационная система, обеспечивающая быстрый доступ к информации, извещение соответствующих служб об опасности при аварийных ситуациях, а также технология безопасной ликвидации последствий аварий. [3].

**Цель**

Развитие информационных и коммуникационных технологий открыло новые возможности для решения сложных транспортных проблем, с которыми сталкивается современный мир. Решение было найдено в создании уже не систем управления транспортом, а транспортных систем, в которых средства связи, управления и контроля изначально встроены в транспортные средства и объекты инфраструктуры, а возможности управления (принятия решений) на основе получаемой в реальном времени информации, в таких системах доступны не только транспортным операторам, но и всем пользователям транспорта. Задача решается путем построения интегрированной системы: люди – транспортная инфраструктура – транспортные средства, с максимальным использованием новейших информационно-управляющих технологий.

Наблюдается активный процесс формирования и развития интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в транспортном секторе экономики, который уже привел к очевидному улучшению работы всех видов транспорта во всех странах, где этому уделялось должное внимание.

В современном мире ИТС рассматривается как самая эффективная мера для решения транспортных проблем и источник создания новых отраслей промышленности. Об этом свидетельствует почти 20-летний опыт целенаправленных разработок ИТС в США, Японии, в Европейском союзе, Китае и других странах, где достигнуты серьезные успехи. Внедрение ИТС там носит стратегический характер, определяет в целом конкурентоспособность страны на мировом рынке [4, 5].

**Основная часть**

В странах – участников Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов предусмотрено обязательное проведение мониторинга перевозок опасных грузов. В России эти обязанности возложены на органы Ространснадзора и местные власти. Мониторинг осуществляется с помощью комплексной информационно-аналитической системы контроля транспортных средств (КИАСК-ТС), реализованной на основе спутниковых навигационных технологий ГЛОНАСС/GPS. Это соответствует следующему требованию пункта 1.10.3.3 ДОПОГ: «Если эта мера уместна и если уже установлено необходимое оборудование, должны использоваться системы телеметрии или другие методы или устройства, позволяющие отслеживать движение грузов повышенной опасности» [6].

Указанные меры предусматриваются при разработке ИТС многих стран. В наиболее развитых зарубежных странах развитие телематических транспортных систем (ТТС) осуществляется под руководством правительственных органов на основе централизованно разработанных архитектур, охватывающих весьма широкий круг задач, в том числе и задачи контроля перевозок

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

опасных грузов. Так, Национальная архитектура ИТС США ориентирована на реализацию 33 пользовательских сервисов ИТС, которые разделены на 8 групп. Сервис «Безопасность опасных грузов и реагирование на аварии» (Hazardous Material Security and Incident Response) относится к группе «Деятельность грузового транспорта» (Commercial Vehicle Operations). [7]

Функциональная архитектура указанного сервиса предусматривает контроль перевозок опасных грузов, в том числе их отслеживание и классификацию, уведомление об аварии с опасными грузами, передачу информации об авариях и нарушениях порядка перевозки опасных грузов всем заинтересованным организациям, отслеживание местоположения транспортного средства, перевозящего опасный груз, обнаружение его отклонения от запланированного маршрута, идентификацию входа ТС в чувствительные географические области (например зоны, в которых перевозка опасных грузов запрещена), аутентификация водителя с деактивацией транспортного средства при попытке управления ТС неправомочным водителем [8].

В Европе проводятся работы под эгидой Европейского агентства по ГНСС (European GNSS Agency – GSA) в соответствии с Планом действий по приложениям ГНСС и Планом действий по логистике грузового транспорта. В этом контексте выполняется проект SCUTUM (SeCUring the EU GNSS adopTion in the dangeroUs Material transport – Применение ГНСС ЕС для обеспечения безопасности при транспортировке опасных грузов) [9].

Система обеспечивает мониторинг координат ТС, перевозящих ОГ, а также параметров состояния ТС и груза. Координаты определяются с помощью системы EGNOS (англ. European Geostationary Navigation Overlay Service – европейская геостационарная служба навигационного покрытия). EGNOS находится в эксплуатации с октября 2009 г. и предназначена для улучшения работы системы GPS и, в перспективе, Galileo на территории Европы, являясь аналогом американской системы WAAS. Зона действия EGNOS охватывает всю Европу, север Африки и небольшую часть европейской России. Система состоит из сети наземных станций, главной станции, которая аккумулирует информацию от спутников GPS, Galileo и геостационарных спутников EGNOS, через которые эта информация транслируется на GPS-приёмники, поддерживающие приём дифференциальных поправок.

Бортовое оборудование системы SCUTUM установлено на 300 ТС итальянской нефтяной компании Eni, перевозящих нефтепродукты. Бортовое оборудование передаёт данные о координатах и состоянии ТС и ОГ в центр реагирования на чрезвычайные ситуации по каналам сотовой связи с помощью сервиса GPRS (англ. General Packet Radio Service – пакетная радиосвязь общего пользования).

В России система мониторинга включает:

– бортовые устройства, обеспечивающие навигацию ТС с помощью ГНСС, связь с автоматизированными центрами контроля и надзора (АЦКН) Ространснадзора по каналам сотовой и, возможно, спутниковой связи (с низкоорбитальными спутниками) и передачу в АЦКН информации о местоположении и состоянии ТС, вводимой водителем и формируемой автоматически;

– автоматизированные центры контроля и надзора, осуществляющие мониторинг перевозок опасных грузов.

Включение в состав бортового устройства средств спутниковой связи необходимо для обеспечения мониторинга в зонах, где отсутствует сотовая связь. Сообщение с бортового устройства о перевозке опасного груза должно включать следующий набор мониторинговой информации:

– идентификационный номер бортового устройства;

– географическую широту местоположения транспортного средства;

– географическую долготу местоположения транспортного средства;

– скорость движения транспортного средства;

– путевой угол транспортного средства;

– время и дату фиксации местоположения транспортного средства;

– признак нажатия тревожной кнопки.

Кроме того, необходимо обеспечить возможность передачи следующих данных о перевозке опасных грузов:

– состояние ТС («Перевозка опасного груза», «Разгрузка», «Нет опасного груза»);

– номер специального разрешения, в соответствии с которым осуществляется перевозка;

– номер (номера) ООН перевозимого (перевозимых) грузов;

– данные о количестве груза на борту ТС.

Получив указанную информацию, (рис 1) контролирующие органы имеют возможность определить государственный регистрационный номер, модель, марку и принадлежность ТС, вид перевозимого груза (грузов), разрешённый маршрут движения. При этом возможен контроль наличия специального разрешения для данного ТС, вида груза и маршрута. В ходе перевозки они получают мониторинговую информацию, которая может использоваться для автоматического контроля соблюдения разрешённого маршрута перевозки, а при отклонении от него на величину, большую заданной, – для выдачи тревожного сообщения оператору и на линейные посты транспортного надзора и дорожной полиции.

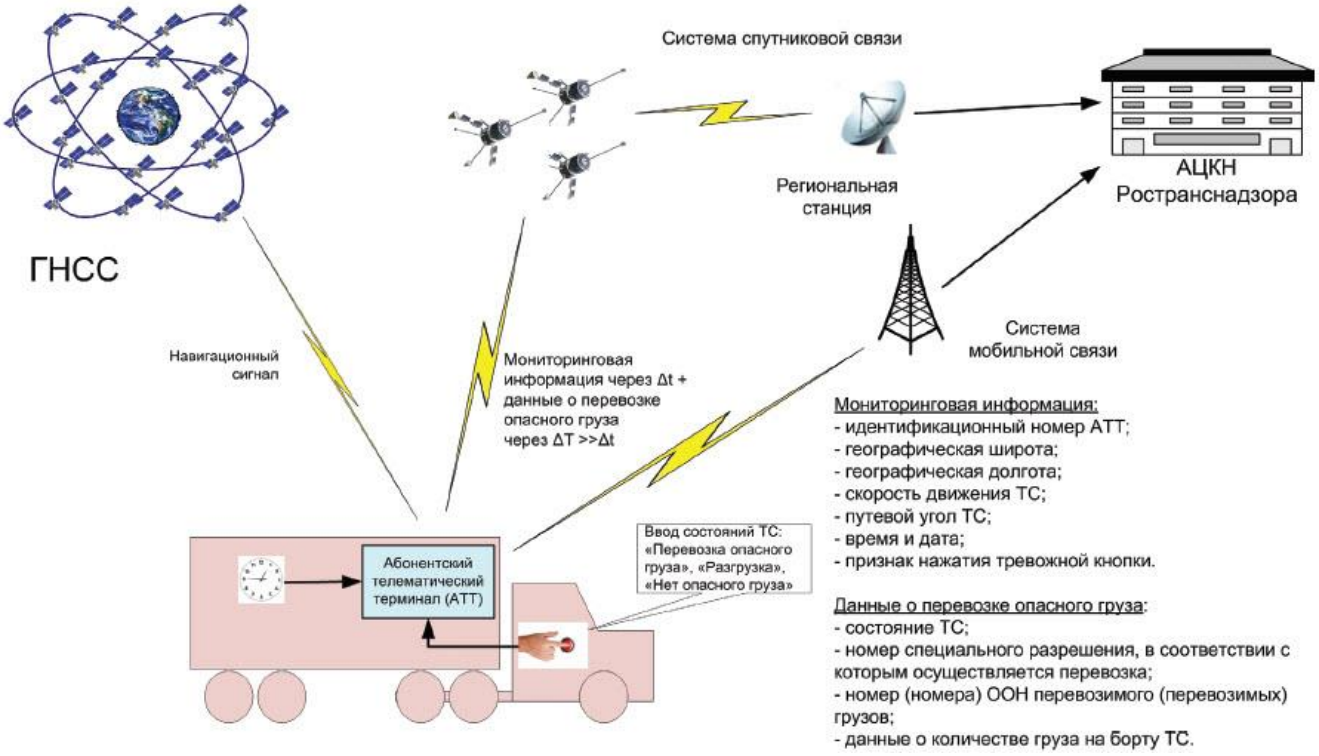



**Рис.1. Схема передачи данных в процессе перевозки опасных грузов.**

Для опасных грузов в упаковках целесообразно предусмотреть нанесение на каждую упаковку RFID-меток, содержащих признак опасного груза и его номер ООН. Для сбора информации с RFID-меток ТС должно быть оснащено считывателями, зоны действия которых полностью перекрывают внутренний объём кузова ТС. Если конструкция кузова предусматривает возможность его закрытия и запирания, на запорное устройство целесообразно поместить «электронную пломбу» – приспособление, выдающее сигнал при попытке его несанкционированного вскрытия.

При перевозке опасных грузов навалом/насыпью представляется целесообразным использовать датчики нагрузки на оси. Существуют разновидности датчиков для автомобилей с рессорной подвеской и с пневмоподвеской. В первом случае датчик монтируется между грузовой

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

платформой (или рамой) и подрессоренной осью с помощью системы рычагов, во втором – включается в любое место пневмосистемы и реагирует на изменение давления в ней.

При перевозке опасных грузов в цистернах, цистерна должна быть оснащена датчиками уровня, позволяющими измерять объем жидкости или газов при любом пространственном положении емкости [10].

**Вывод**

Проведенный анализ существующих интеллектуальных транспортных систем применяемых во время перевозки опасных грузов на автомобильном транспорте дает возможность сделать однозначный вывод, что усовершенствование ИТС еще будет. Из приведенного анализа видно что данные ИТС нужно развивать в направлении построении маршрута для движения ТС, которое перевозит опасный груз с учетом мест ДПТ.

**Список литературы**

**1. Достаточно общая теория управления. Постановочные материалы учебного курса факультета прикладной математики – процессов управления Санкт-Петербургского университета (1997-2004 гг.) (Вторая редакция 2003-2004 гг.). М.: НОУ «Академия управления», 2011, 416 с.**

**2. Кузнецов А.В. Интеграция систем: подходы и решения. // Автоматика, связь, информатика №7, 2011, с. 14-15.**

**3. Информационное обеспечение работы автомобильного транспорта// А.В. Постолит, д.т.н. профессор, нач. управления информатизации А.А. Гришин, зам. генерального директора ГУПМО «Мострансавто». – М.: «Автомобильный транспорт №7», 2008.**

**4. Бекмагамбетов М.М. Обзор мирового опыта развития интеллектуальных транспортных систем / М.М. Бекмагамбетов, А.В. Кочетков // Грузовик. –Москва : Научно-техническое изд-во Машиностроение, 2014. - № 4. - С. 8-16.**

**5. Жанказиев С.В. Мировой опыт становления и развития региональных ИТС / С.В. Жанказиев, Т.В. Воробьёва // Вестник ГЛОНАСС. - 2013. - 17 июля.**

**6. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ/ADR)**

**7. National Intelligent Transportation System (ITS) Architecture. Executive Summary. Research and Innovation Technology Administration (RITA).US Department of Transportation. Washington D.C., January2012.**

**8. Каримов Б.Б. Горные дороги Кыргызстана / Б.Б. Каримов, Ж.К. Калилов, С.К. Кожобергенов - М.: Интрансдорнаука, 2012. - 336 с.**

**9. Витвицкий Е.Е. Применение систем ГЛОНАСС / Е.Е. Витвицкий, В.Е Алпеев // Технология, организация и управление автомобильными перевозками: Сборник научных трудов. - №3. - Омск, СибАДИ, 2010. - С. 236-239.**

**10. Кисуленко Б.В. Интеллектуальные системы безопасности автомобилей. - Б.В. Кисуленко, А.В. Бочаров. - М.: Автомобильная промышленность. - 2008. - №3. - С.16-18.**

**Момот М.С. Використання інформаційних технологій при перевезення небезпечних вантажів**

***Анотація*** *У статті вивчені основні вимоги до інтелектуальних систем під час перевезення небезпечних вантажів на транспорті. Встановлено основні структури інтелектуальних транспортних систем, розглянуто їх роль при русі транспортних засобів, Виявлено основні напрямки розвитку інтелектуальних систем, їх переваги та недоліки, а також шляхи розвитку таких систем.*

***Ключові слова:*** *небезпечний вантаж, інтелектуальні системи, транспортний засіб, автоматизоване робоче місце, технологія, контроль, GPS-приймачі.*

**Momot M.S. Use of information technologies in the carriage of dangerous goods**

***Abstract.*** *The paper studied the basic requirements for intelligent systems at the time of transport of dangerous goods transport. The basic structure of intelligent transport systems, discussed their role in the movement of vehicles, determining the main directions of development of intelligent systems, their advantages and disadvantages, as well as the development of such systems.*

***Keywords:*** *dangerous goods, intelligent systems, vehicle, workstation, technology, monitoring, GPS-receivers.*

*Стаття надійшла до редакції 27.05.2016 р.*

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

*УДК 656.13*

***КСЕНЧУК А.П., к.т.н., доцент,***
***Калининградский государственный технический университет;***
***СЕЛЮКОВ В.М., старший преподаватель,***
***Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота,***
***Калининград, Российская Федерация***

# СРАВНЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕМОНТНОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ РЕМОНТНОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РАЗРАБОТОК АВТОМОБИЛЕЙ

*Статья рассматривает сравнение действующих показателей ремонтной технологичности автомобиля с показателями ремонтной технологичности перспективных разработок автомобилей. Для оценки применяется контрастное сопоставление достигнутых значений показателей ремонтной технологичности существующих образцов автомобильной техники с требуемыми значениями показателей ремонтной технологичности перспективных (эталонных) образцов автомобильного транспорта. Требуемый общий уровень свойства ремонтной технологичности представляет собой интегральную оценку совокупности частных отдельных показателей ремонтной технологичности, которая получается путем суммирования оценок показателей ремонтной технологичности с учетом того, что влияние каждого из них на общее свойство одинаково. По полученным значениям построены графики сопоставление требуемых и достигнутых значений показателей и факторов ремонтной технологичности автомобилей. Дана оценка показателей ремонтной технологичности по зонам доступности и в целом всего автомобиля.*
***Ключевые слова:*** *автомобиль, ремонтная технологичность, ремонтые показатели, интегральная оценка.*

Для оценки применяется контрастное сопоставление достигнутых значений показателей ремонтной технологичности (РТ) существующих образцов автомобильной техники (АТ) с требуемыми значениями показателей РТ перспективных (эталонных) образцов АТ.

С этой целью на рисунках 1, 2, 3 и 4 в полипараметрической форме изображены области необходимого (требования) и реально достигнутого (существующие значения показателей РТ).

На каждом луче от центра фигуры в одном масштабе отложены отрезки, пропорциональные числовым значениям того или иного требования и соответствующего ему реально достигнутого уровня по конкретному показателю или фактору РТ.

Требуемый общий уровень свойства РТ представляет собой интегральную оценку совокупности частных отдельных показателей РТ, которая получается путем суммирования оценок показателей РТ с учетом того, что влияние каждого из них на общее свойство одинаково. Равенство влияния каждого отдельного показателя РТ на общее свойство РТ принимаем для условий текущего ремонта, когда низкий уровень какого-либо одного частного свойства невозможно компенсировать высокими уровнями остальных свойств.

Для общей оценки степени обеспечения требуемого уровня РТ на основании оценок отдельных показателей определены количественные значения суммарного показателя РТ $T_{pi}$ $i$-той зоны доступности составных частей по формуле:

$$T_{pi} = \left( \sum_{j=1}^{n} T_{pij} \right) \Big/ n;$$

где $T_{pi}$ – достигнутый уровень РТ в *i*-той зоне по *j*-тому показателю, %;

*n* – количество учитываемых показателей РТ, *ед*.

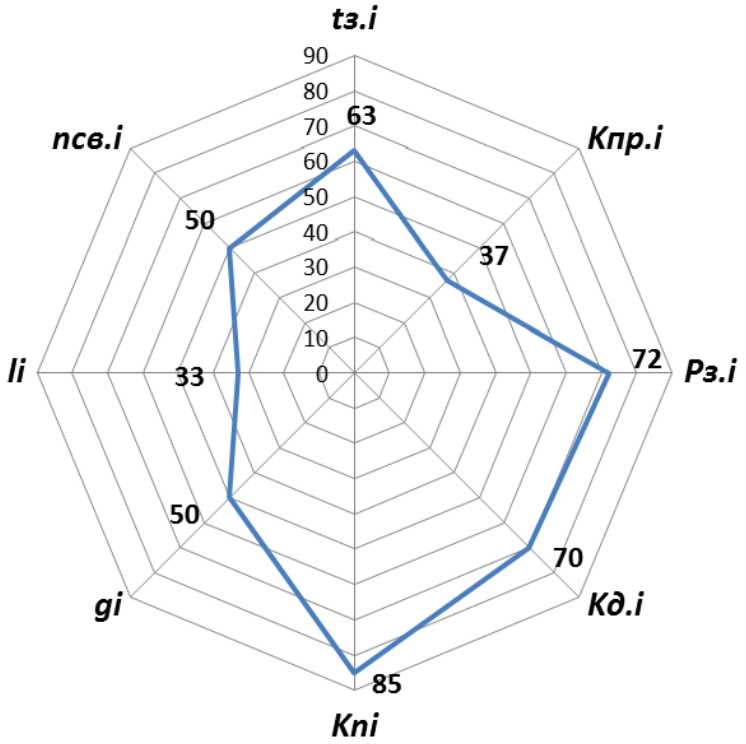



**Рис. 1. Сопоставление требуемых и достигнутых значений показателей и факторов РТ АТ для составных частей 1-ой зоны АТ**

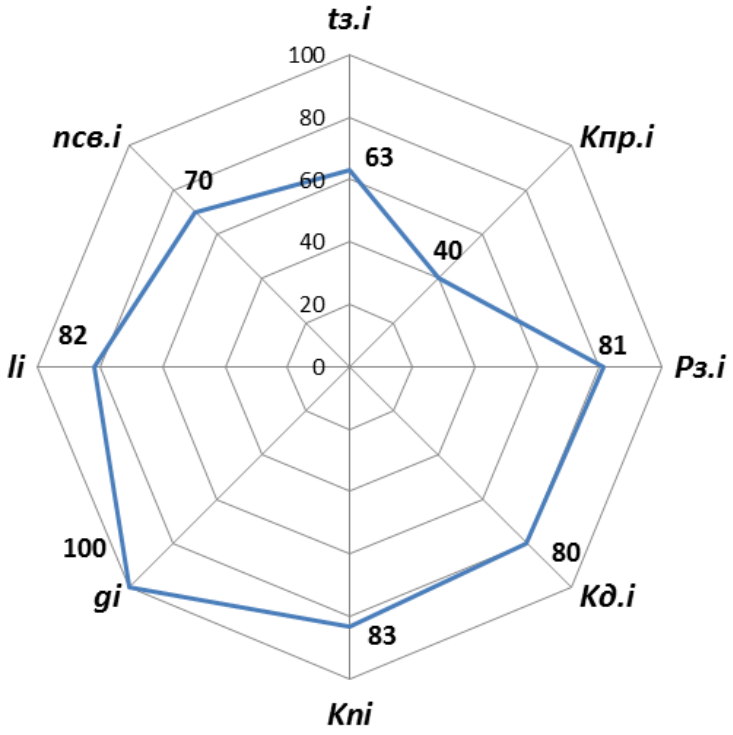



**Рис. 2. Сопоставление требуемых и достигнутых значений показателей и факторов РТ АТ для составных частей 2-ой зоны АТ**

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

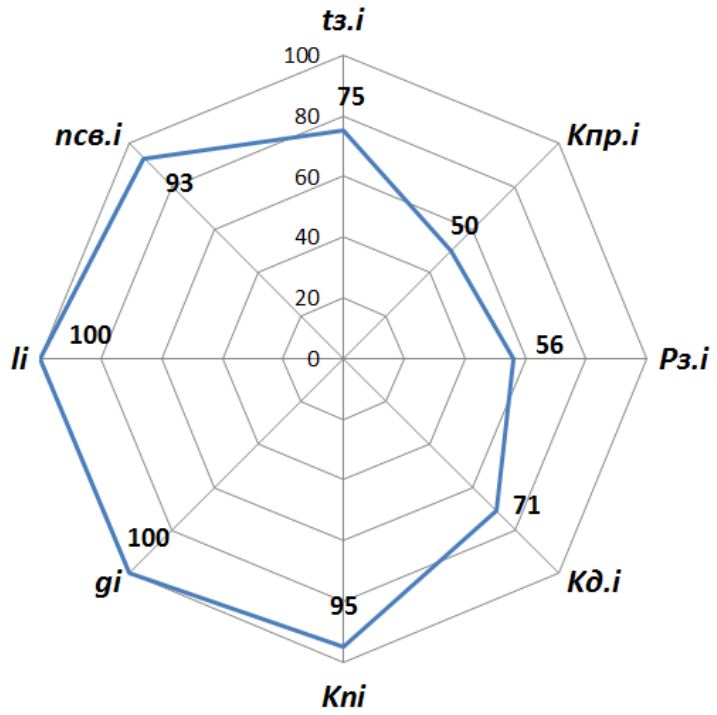



**Рис. 3. Сопоставление требуемых и достигнутых значений показателей и факторов РТ АТ для составных частей 3-ой зоны АТ**

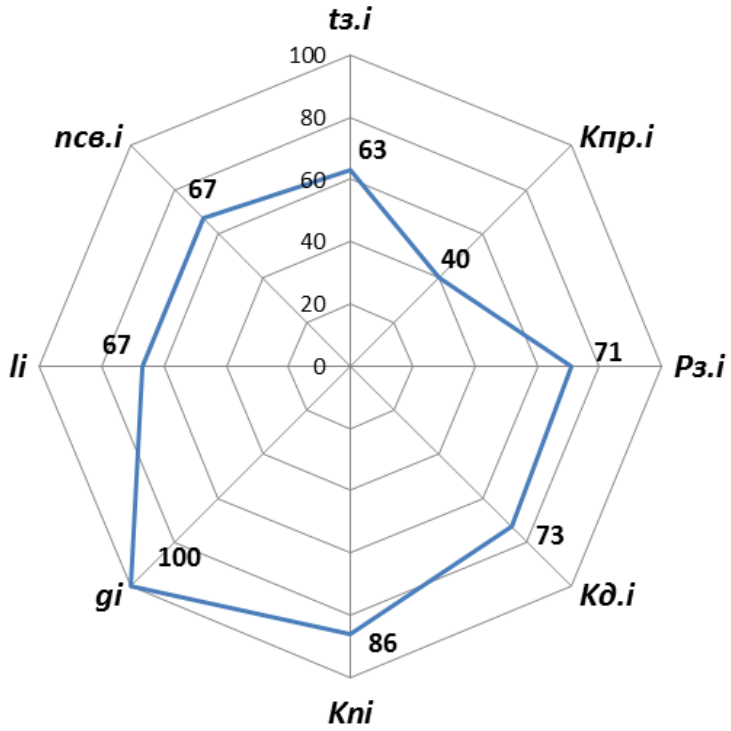



**Рис. 4. Сопоставление требуемых и достигнутых значений показателей и факторов РТ АТ**

*Примечание к рисункам 1, 2, 3 и 4:*
*$n_{св.i}$. – количество связей между деталями, ед.; $l_i$ – количество типоразмеров применяемого инструмента, ед.; $g_i$ –масса заменяемых деталей, кг; $K_{ni}$ –коэффициент легкосъёмности; $K_{д.i}$ – коэффициент доступности, дол.ед.; $P_{з.i}$ – вероятность замены в заданное время; $K_{пр.i}$ – коэффициент приспособленности звена к замене, дол.ед.; $t_{з.i}$ – трудоемкость замены, чел.-ч.*

Результаты вычислений общего уровня РТ *i*-той зоны доступности и в целом за всю машину сведены в таблицу 1.

Таблица 1

**Оценки показателей РТ по зонам доступности и в целом за весь автомобиль**

| № | Зона доступности составных частей | Трудоемкость замены, $t_{з.i}$, *чел.-ч* | Вероятность замены в заданное время, $P_{qi}$ | Коэффициент приспособленности звена к замене, $K_{пр.i}$, *дол.ед.* | Коэффициент доступности, $K_{дi}$, *дол.ед.* | Общий уровень РТ, $T_{pi}$ *дол.ед.* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 1-ая зона доступности | 0,63 | 0,72 | 0,37 | 0,70 | 0,61 |
| 2 | 2-ая зона доступности | 0,63 | 0,81 | 0,40 | 0,80 | 0,66 |
| 3 | 3-я зона доступности | 0,75 | 0,56 | 0,50 | 0,71 | 0,63 |
| 4 | В целом за всю машину | 0,63 | 0,71 | 0,40 | 0,73 | 0,62 |

Анализ данных таблицы показывает, что составные части 2-ой и 3-ей зон доступности по уровню свойства РТ стоят чуть выше составных частей 1-ой зоны – на 4%, а в общем, уровень РТ существующих АТ составляет 67% от требуемого уровня свойств РТ перспективных АТ.

**Список литературы**

**1. Кузнецов А.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Учеб. пособие. -М.: Академия. 2013. 368 с.**

**2. Волков П.Н. Ремонтопригодность машин. -М.: Машиностроение, 1975, 368 с.**

**Ксенчук О.П., Селюков В.М. Порівняння діючих показників ремонтної технологічності автомобілів з показниками ремонтної технологічності перспективних розробок автомобілів**

***Анотація.*** *Стаття розглядає порівняння діючих показників ремонтної технологічності автомобіля з показниками ремонтної технологічності перспективних розробок автомобілів. Для оцінки застосовується контрастне зіставлення досягнутих значень показників ремонтної технологічності існуючих зразків автомобільної техніки з необхідними значеннями показників ремонтної технологічності перспективних (еталонних) зразків автомобільного транспорту. Необхідний загальний рівень якості ремонтної технологічності представляє собою інтегральну оцінку сукупності приватних окремих показників ремонтної технологічності, яка виходить шляхом підсумовування оцінок показників ремонтної технологічності з урахуванням того, що вплив кожного з них на загальну властивість однаковий. За отриманими значеннями побудовані графіки зіставлення необхідних і досягнутих значень показників і чинників ремонтної технологічності автомобілів. Дана оцінка показників ремонтної технологічності по зонам доступності і в цілому всього автомобіля.*

***Ключові слова:*** *автомобіль, ремонтна технологічність, ремонтні показники, інтегральна оцінка.*

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

**Ksenchuk A.P., Selyukov V.M. Comparison of existing repair technological cars with indicators repair manufacturability perspective development car**

***Abstract.*** *The article deals with the comparison of existing indicators of technological repair of vehicle repair technological advanced developments of vehicles. To evaluate the use of contrast comparison of the reached values of indicators of repair and adaptability of existing models of automotive vehicles with the required values of indicators of promising repair technology (reference) samples of road transport. The required overall level of properties of repair adaptability represents an integrated estimate of the aggregate private repair process ability, which is obtained by summing the estimates of repair adaptability given the fact that the influence of each of them on the common property equally. According to the obtained values, graphs of the comparison of desired and achieved values of indicators and factors repair of technological cars. The estimation of repair adaptability across availability zones and the whole car.*

***Keywords:*** *car, repair manufacturability, repair indicators, integrated assessment.*

*Стаття надійшла до редакції 03.07.2016 р.*

***УДК 531. 629.113***

***СУНЦОВ Н.В., д.х.н., к.ф.-м.н., профессор; СУНЦОВ А.Н. к.ф.-м.н., доцент***
***Донецкая академия автомобильного транспорта***

# О ПРИРОДЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ШУМОВ ПРИ КАЧЕНИИ ШИНЫ АВТОМОБИЛЯ

*В статье рассматривается механизм возникновения основного тона колебаний эластичного автомобильного колеса в области пяточка контакта с полотном дороги. Эти колебания создают значительный шум низкой частоты, который отрицательно влияет на здоровье водителя.*
***Ключевые слова:*** *автомобильный транспорт, шум, основной тон колебаний.*

**Постановка проблемы**

Изучение механизма взаимодействия эластичного колеса с полотном дороги чрезвычайно важно с различных точек зрения. При изучении физики процессов, определяющих величину коэффициента трения качения [1-3], при исследовании возникновения волн, приводящих к появлению шума и участвующих в процессе распространения в шине выделяющейся тепловой энергии [4,5]. Особый интерес представляет шина при развитии теории устойчивости (управляемости) автомобилем при его движении [6-8].

Шум вызывает раздражение, бессонницу, агрессивность, так и тяжелые заболевания. При скорости 40 -50 *км/ч* шум от шин может достигать 40-70 *дБ*, превосходя шум их двигателей. Фирмы производители наряду с параметрами аквапланирования и торможения на мокрой дороге приводят сведения о шумности шин. Журнал «*За рулем*» регулярно публикует результаты тестирования шин. Измерение шума определяется в децибелах, справа и слева от движущегося автомобиля [9].

В настоящее время уровень шума от шин производителям рекомендуется указывать в наклеенной на шину этикетке в виде пиктограммы с тремя секторами [10].



*Тихая шина.* Затемнена первая волна на пиктограмме. Шумность шины при 80 км/ч равна или более, чем на 3 дБ ниже обозначенной двумя волнами. За лимитное значение уровня шума от автомобильных шин в ЕС с ноября 2012 года принята величина в 3 дБ для скорости в 80 км/ч. для скорости в 80 км/ч.



*Покрышка средней шумности.* Затемнено две волны на пиктограмме. Она на 3дБ тише, чем с тремя затемненными волнами и на 3дБ громче, чем с одной затемненной волной. Максимальный шум такой шины является пределом допустимого уровня.



*Шумная покрышка.* Затемнено три волны на пиктограмме. Шумность покрышки превышает на шесть и более децибел уровень шума покрышки, обозначенной на пиктограмме одной волной. Шумность шины имеет критические значения.

Очевидно, что шум от покрышек зависит не только от скорости движения, но и от типа дорожного покрытия. Установленные стандарты соответствуют сухому асфальтобетону. Шумность покрышки зависит от величины давления воздуха в шинах и состава резиновой смеси и ширины беговой дорожки. Чем мягче резина шины, тем меньше шум. Поэтому летние покрыш-

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

ки намного тише зимних и особенно шипованных шин. Поэтому всесезонные шины по шумности занимают среднее значение между летними и зимними.

Шумность покрышек оценивают на специальных стендах при скорости вращения соответствующей 80*км/ч*. Уровень шума покрышек летних и зимних колеблется в пределах 74 – 82 *дБ.* Такая пиктограмма характеризует лишь шум, который издает шина снаружи автомобиля. Но этот шум издается, главным образом, при взаимодействии протектора с полотном дороги. Шум справа и слева от боковых поверхностей покрышки измеряется шумомером, который автоматически учитывает чувствительность человеческого уха к различным частотам. Очевидно, что шум проникает и в кабину водителя, ухудшая комфортность, увеличивает утомляемость и в итоге, ухудшая безопасность движения. Степень же проникновения такого шума к водителю характеризует уже в значительной степени и качество звукоизоляции кабины автомобиля. Обеспечение безопасности движения на автомобильном транспорте требует создания комфортных условий водителю. Исследования [1, с. 78] показывают, что при движении эластичного колеса по полотну дороги возникают поперечные колебания, которые передаются затем всему корпусу, обшивке салона и при определенных условиях могут ухудшать комфорт (особенно при возникновении резонанса).

Одновременная деформация шин в нормальном, тангенциальном и боковом направлениях, как отмечено в работе [11, с.20], усложняет трактовку физических процессов, происходящих при их качении. Проходимость автомобиля в основном определяет нормальная эластичность шины, характеризуемая величиной нормального прогиба. В целях упрощения принято рассматривать отдельно нормальный прогиб шин только от воздействия нормальных сил, боковую деформацию только от действия боковых сил [11, с.20]. Для большинства шин крутящий момент, приложенный к колесу, в первом приближении оказывает малое влияние на нормальный прогиб шин. Как показывают специальные исследования [11, с.21] в пяточке контакта с полотном дороги кривизна беговой дорожки уменьшается до нуля, а кривизна боковых поверхностей увеличивается. Деформация продольного сечения шины наблюдается и за пределами зоны контакта. Длина пяточка контакта шины легкового автомобиля с полотном дороги почти на 85% совпадает с длинной хорды. У жестких шин она уменьшается до 75% [11, с.22]. Ширина пяточка контакта шин при нагрузках близких к номинальной равна ширине протектора [9, с.22].

Любой звук, который издает шина при ее качении, очевидно, является сложным.

Его можно разложить на составляющие (основной тон, обертоны, шумы). Это можно проиллюстрировать с помощью следующего чертежа зависимости величины X отклонения колеблющейся точки от положения равновесия со временем.

Из рисунка видно, влияние обертонов на форму основного тона колебания будет существенным лишь в случае значительных значений *X* относительно соответствующих значений основного тона колебаний. При малых амплитудах у обертонов график результирующего колебания будет практически совпадать с графиком основного колебания. Лишь форма кривой будет слегка искажаться относительно графика основного тона. Наш анализ результатов исследований на шумность различных марок шин показал, что наличие различных рисунков протектора приводит лишь к незначительным изменениям шумности (2-5%). Следовательно, обертоны в автошинах, вероятно, незначительно искажают форму основного тона колебаний.

**Цель статьи**

В настоящей работе рассматривается причина появления основного тона (самого низкочастотного, с наибольшей длиной волны) звуковых колебаний, которые возникают при качении эластичного колеса. Эти колебания возникают от деформации беговой дорожки при прохождении ею пяточка контакта. Получена уточненная формула для частот колебаний шины с учетом изменения длины пяточка контакта при увеличении скорости движения.




**Рис.1. Спектр сложного колебания и его составляющие.**

**Основной раздел**

При установившемся движении эластичного колеса по горизонтальному и твердому полотну дороги из-за деформации шины в области пятачка контакта $L$ возникают три главных колебания:

– колебания №1 материальных точек беговой дорожки шины в направлении перпендикулярном ее поверхности и оси колеса;

– два противофазных колебания (№2 и №3) боковых поверхностей шины параллельно оси колеса (рис.2).

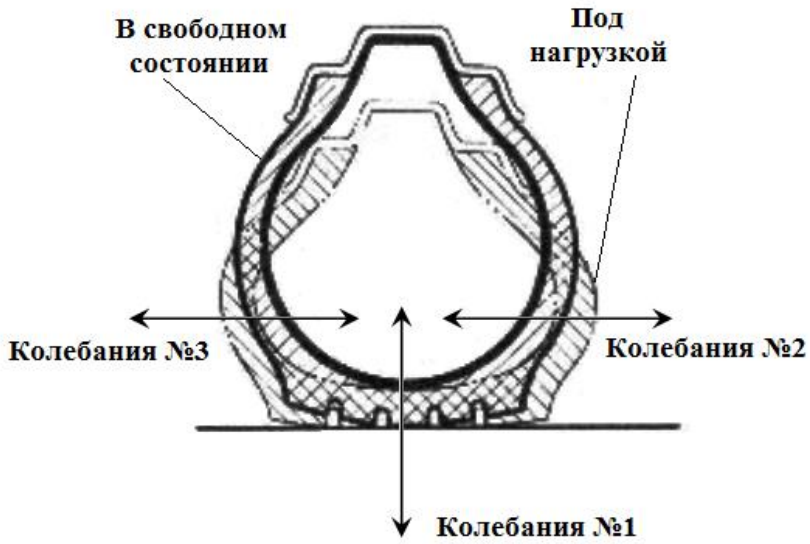



**Рис. 2. Возникновение колебаний при деформации шины в области ее контакта с полотном дороги.**

Все эти колебания, возникающие при деформации колеса, приводят к потере энергии и должны учитываться при расчете коэффициэнта сопротивления качению колеса. Разумеется, что рассматриваемое явление связано со многими параметрами: скоростью автомобиля $V$; давлением воздуха в шине $P_w$ , упругими свойствами шины.

Физика процессов, определяющих величину коэффициента сопротивления качению ($k$) рассмотрена в работах [1-4]. Было установлено, что коэффициенты сопротивления качению эластичного

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

тичного колеса в ведомом режиме по горизонтальному твердому полотну дороги (например, по твердому асфальтобетону) описываются следующими двумя зависимостями:

$$k = k_0 e^{\frac{V}{V_0}} \tag{1}$$

$k = f(V)$ при $P_W = const$.
и $k = f(P_W)$ при $V = const$.

$$k_0 = k_0^1 e^{\frac{-P_W}{P_W^*}} . \tag{2}$$

Подставим значение $k_0$ в первую зависимость:

$$k = k_0^1 e^{\frac{-P_W}{P_W^*}} \cdot e^{\frac{V}{V_0}} . \tag{3}$$

Выражение (3) является обобщенным для $k = f\left(P_W, V\right)$. Действительно, при $P_W = const$ имеем $k = f\left(V\right)$, а при $V = const$ зависимость $k = f\left(P_W\right)$. В этих крайних значениях параметры $V_0$ и $P_W$ являются постоянными. Здесь $P_W^*$ – характерный параметр для данной шины, а $V_0$ – скорость поперечных волн в растянутой сжатым воздухом шине. Следует отметить, что $V_0$ зависит от $P_W$ [4]. Поэтому при расчетах необходимо подставлять соответствующие значения $V_0$.

*Колебания №1* вынужденные и происходят во время прохождения точек в области пятна контакта. После прохождения пятна контакта они продолжаются вследствие наличия упругой среды (растянутая резина – сжатый воздух) и инерции колеблющейся массы. Но при значительной силе сопротивления среды они становятся затухающими, и вся энергия колебаний быстро переходит в *теплоту*.

Колебания №1 приводят к *вынужденным* колебаниям частей автомобиля (включая пластмассовые части обшивки салона). Особенно колеблются части, у которых собственные частоты близки или равны с собственными колебаниями (явление *резонанса*).

*Колебания №2 и колебания №3* направлены горизонтально и имеют *противоположные фазы* и в первом приближении компенсируют вибрацию частей автомобиля. Энергия этих колебаний так же переходит в *теплоту*.

Таким образом, следует учитывать значительное нагревание шин и появление дополнительных шумов в салоне автомобиля. В шине при движении автомобиля три указанных колебания становятся источниками трех поперечных волн в упругой среде (растянутая сжатым воздухом шина автомобиля плюс сжатый воздух).

Становится ясной физика процессов, связанных с возникновением сопротивления качению эластичного колеса. Как сообщил профессор Балабин И.В., во время опробования автомобиля на треке при большой скорости движения в Московском государственном машиностроительном университете (МАМИ) было отмечено значительное нагревание шин (до 40°С за 30 минут).

Очевидно, что эта теплота появилась в результате деформации шины во время движения. Деформация резины приводит к ее нагреванию и на это затрачивается энергия, которая сказывается на величине коэффициента сопротивления качению эластичного колеса. Кроме того рассмотренные колебания создают поперечные волны, которые распространяясь вдоль резиновой покрышки разносят энергию по всему объему. При этом в результате движения колеса место

нахождения пяточка контакта с дорогой непрерывно перемещается вдоль покрышки, что приводит к пространственному распределению энергии.

Вынужденные колебания резиновой массы покрышки совершаются за счет механической энергии деформации шины при прохождении ею пятачка контакта. После чего поперечные колебания в резине быстро затухают. Механическая энергия превращается в тепловую энергию.

Реальная шина представляет из себя сложную для изучения упругую систему.

Эластичная шина под действием сжатого воздуха растягиваеться до тех пор, пока возростающая упргая сила резины не скомпенсирует процесс увеличения объема.

Рассмотренные нами поперечные волны в шине быстро затухают, в первую очередь, благодаря свойствам резины. Но сжатый воздух, очевидно, способствует упругим свойствам шины. Поэтому, непосредственные исследования коэффициентов поглощения резины не дают необходимых результатов для разъяснения физики процессов в этой сложной системе. Исследования коэффициента затухания поперечных волн в шине необходимо проводить на реальном колесе. В этом случае автоматически учитывается ряд факторов (наличие сжатого воздуха, наличие корда и т.п.).

*1. Механизм возникновения основного тона колебания*

Получим формулу для частоты колебаний материальных точек, которые находятся на поверхности беговой дорожки эластичной шины при прохождении ими пяточка контакта с полотном дороги. Для наглядности интерпретации физики процессов, рассмотрим следующую систему координат.

Проведем ось *OX* через центр колеса и через некоторую точку *C*, лежащую на поверхности эластичной шины, которая катится по твердому горизонтальному полотну. Таким образом, мы рассматриваем движение точки относительно оси *OX,* которая вращается одновременно с колесом. При установившемся режиме качения колеса точка на поверхности эластичной шины, проходя пятачок *L,* сначала приближается к центру до максимального значения *h* (положение $C_2$), а потом удаляется на такое же расстояние (положение $C_3$).

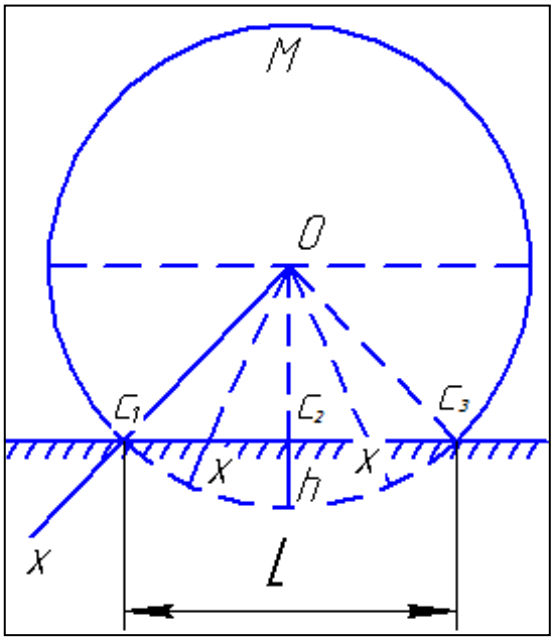



**Рис. 3. Схема, поясняющая возникновения поперечных колебаний точки *C*, лежащей на поверхности шины.**

Максимальной деформации шины вдоль рассмотренной оси, очевидно, соответствует положение $C_2$ (середина пяточка контакта). Деформация шины совершается под действием внешней силы со стороны полотна дороги. В положении $C_2$ деформация приостанавливается вследствие того, что внутренняя упругая сила уравновешивает внешнюю силу. На участке $C_2C_3$ прои-

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

сходит возвращение точки в положение равновесия. Наличие *упругой силы* и *инертной массы* создают необходимые условия возникновения затухающих колебаний точки после прохождения ею положения $C_3$. Оценка величины $X$ смещения точки от положения равновесия ($C_1$) дают зависимость близкую к зависимости

$$X = h\sin\omega t, \tag{4}$$

где $\omega$ – угловая скорость,

$t$ – время прохождения точкой расстояния $L$,

$h$ – проседание шины измеренное экспериментально. Зная $h$ легко получить $L$ из геометрических соображений (рис.3).

Но исследования [5] оказали, что *в реальной* шине величина $L$, полученная из геометрических расчетов, несколько меньше. Приведенные литературные данные позволяют нам усовершенствовать наши исследования. Для этого величину $L$ можно уточнить, введя поправочный коэффициент, для легковой машины он меньше на 15% и равен $\alpha_1 = 1 - 0{,}15 = 0{,}85$ [6 – 8].

Простые геометрические вычисления показывают, что отклонения расчетных значений величины $X$ от теоретической синусоиды не превышает 1% при значении $h$ соответствующего 23% от величины радиуса $R$. На практике же величина $h \ll R$. Так, например, для легкового автомобиля Chevrolet Aveo при давлении воздуха в шине $P_w$=210 *кПа* параметр $L$=0,25 *м*, $R$=0,281 *м.* Явно выполняется условие $h \ll R$.

Следует отметить, что центры кривизны для $OC_1$ *и* $OC_3$ немного «*раздваиваются*» [5]. Как видно, эластичное колесо деформируется под действием силы тяжести и расстояние $OC_1$=$OC_3$.

Деформация шины значительно и резко изменяется в области $C_1C_3$. До точки $C_2$ деформация монотонно взрастает, а после $C_2$ спадает. Мы рассматриваем резкие поперечные колебания точки во время прохождения пяточка контакта $L$, которые создают шум, который может быть слышен ухом человека или, в случае низкочастотных колебаний, вреден для человеческих органов. Предварительные оценки величины $X$ с учетом «*раздвоения*» центра приводят к очень слабым изменениям кривой от соответствующей синусоиды.

Таким образом, можно утверждать, что колебания точки при прохождении пяточка контакта $L$ являются вынужденными и квазигармоническими потому, что кинематика движения точки описывается с помощью функции «*синус*» или «*косинус*».

На участке $C_1C_2$ совершается смещение точки $C$ под действием внешней периодической силы за счет взаимодействия колеса с полотном дороги, а на участке $C_2C_3$ точка возвращается в положение равновесия за счет упругости шины. Очевидно, что точка $C$ пройдет положение $C_3$ по инерции и за время дальнейшего вращения колеса колебания поверхности шины в точке будут быстро затухать. Резина, как известно, хорошо поглощает вибрацию. Энергия колебаний быстро переходит в теплоту.

Очевидно, что период $T_{вын}$ вынужденного колебания тесно связан со временем прохождения точкой пяточка контакта $L$. Таким образом, точка $C$ получает один импульс за время прохождения пяточка контакта, а потом происходят затухающие колебания на участке $C_3MC_1$. Период вынужденных колебаний точки $C$ соответствует выражению

$$T_{вын} = 2t = 2\frac{L}{V} \tag{5}$$

Тогда частота вынужденных колебаний

$$\nu = \frac{1}{T_{вын}} = \frac{V}{2L} \qquad (6)$$

В таблице 1 приведены частоты вынужденных колебаний точек поверхности шины автомобиля Chevrolet Aveo. Отметим, что ухо человека слышит частоты от 16 – 20000 Гц. Следует отметить, что частота основного тона колебаний непрерывно растет с увеличением скорости движения и хорошо становиться слышимой ухом человека.

Экспериментальные исследования коэффициента поглощения поперечных колебаний в эластичной шине показали, что при деформации точек поверхности шины во время проходжения пяточка контакта возникают поперечные волны, которые не сразу затухают. Воздух как упругая среда принимает участие в колебаниях.

Для исследования поглощения энергии при колебаниях шины, использовались две колебательные системы: «*реальное колесо*» *Chevrole Aveo* и модель математического маятника. Декремент затухания маятника был малый, настолько, что уменьшением его амплитуды можно было пренебречь для 1-2 колебаний. Небольшие потери энергии (в основном из-за терения о воздух) были сравнимы с погрешностью измерений.

Для этих исследований была собрана специальная пилотная установка. Давление воздуха в шине соответствовало рекомендуемому ($P_W$=200 *кПа*). Измерения проводились по 5-10 раз и находились средние значения, оценивались ошибки измерения, которые не превышали 3–5 %.

Исследования позволили сделать следующие выводы:

Вывод 1. При ударе о боковую поверхность тела малой массы его механическая энергия уменьшается на 41% , а при ударе о беговую дорожку – на 22% .

С учетом ошибки измерений (2%) можно сказать, что разница практически в два раза меньше. $(41 \pm 2; 22 \pm 2)$; $(41 \pm 2) / (22 \pm 2) \approx 2$.

Вывод 2. При ударе о боковую поверхность тела значительной массы (5кг) его механическая энергия уменьшается на 17% , а при ударе о беговую дорожку – на 14% .

С учетом ошибки измерений (2%) можно сказать, что значения приблизительно одинаковы $(17 \pm 2; 14 \pm 2)$.

*2. Рассмотрим физический смысл результатов исследований.*

Из *первого вывода* следует, что в случае ударов о шину тела *малой массы* поглощение энергии в основном совершается в приповерхностном слое. Боковая поверхность поглощает энергию в среднем на 40%, а беговая дорожка - 22%, то есть почти в 2 раза меньше. Это согласуется с тем фактом, что резина на беговой дорожке более упруга. Таким образом, мы установили разные поглощения в приповерхностных слоях резины, так как малая масса маятника не производила содрогания всего колеса.

Из *второго вывода* следует, что в случае взаимодействия шины с телом большой массы (5кг) происходит значительная ее деформация. Вся шина вздрагивает при ударе, по ней проходят поперечные волны. Резина растянутая, сжатым воздухом прогибается. Сам воздух, как упругая среда, берет участие в колебаниях. Второй вывод характеризует поведение всей упругой системы (шина плюс сжатый воздух). Удары маятника о боковую поверхность сопровождаются поглощением энергии приблизительно на 17%, а при ударе о беговую дорожку на 14%.

Как видно это уже не такая большая разница как при ударе тела малой массы. Но удар о беговую дорожку поглощает все же немного меньше энергии. Это,вероятно, происходит благодаря влиянию свойств резины на пяточке контакта и сжатого воздуха. Поглощение энергии при возникновении поперечных колебаний в шине легкового автомобиля значительны (17% боковая поверхность и 14% беговая дорожка). Эти потери энергии говорят, что колебания точек поверхности эластичной шины *не сразу затухают*, а пройдя пятачок контакта с дорогою совершают приблизительно 5 - 6 колебаний.

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

Энергия колебаний будет изменяться для *боковой* поверхности и *беговой* дорожки следующим образом:

– для *боковой* поверхности – 1(100%); 0,83(83%); 0,66(66%); 0,49(49%); 0,32(32%);

– для *беговой* дорожки – 1(100%); 0,86(86%); 0,72(72%); 0,58(58%); 0,44(44%).

Следует отметить, что амплитуда колебаний будет изменяться со временем пропорционально корню квадратному из приведенных значений энергии. Так, например, для *беговой* дорожки *значения амплитуд* будут следующими:

$$h;\ 0,927h;\ 0,849h;\ 0,762h;\ 0,663h,$$

где $h$ – высота проседания шины (величина деформации в вертикальном направлении).

Для автомобиля *Chevrole Aveo* величина $h$ = 1 *см*. Тогда амплитуда $A$ затухающих колебаний будет приблизительно изменяться следующим образом:

1; 0,9 ; 0,8; 0,7; 0,6 *см.*



Рисунке 4 изображен график зависимости частоты колебаний $\nu$ от скорости $V$ движения автомобиля *Chevrolet Aveo* (6).

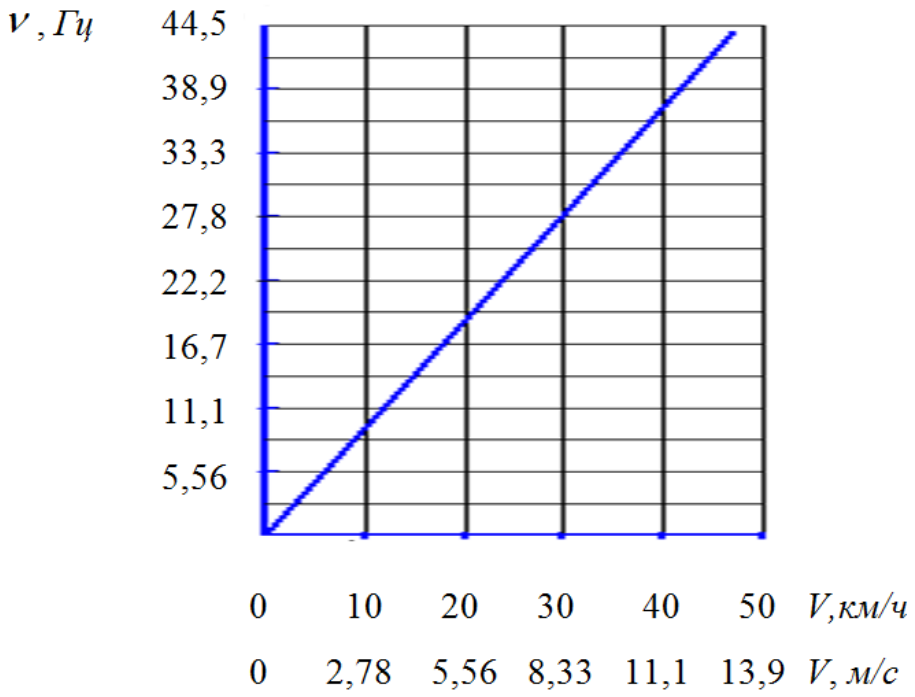



**Рис. 4. График зависимости $\nu = f(V)$ движения автомобиля Chevrolet Aveo.**

При 15*км/ч* частота вблизи опасных для здоровья человека значений (16*Гц*).

Согласно формулы (6), график зависимости частоты колебаний от скорости $V$ движения автомобиля представляет из себя прямую линию с тангенсом угла наклона *1/2 L*. Таким образом, частота колебаний для любого автомобиля на эластичных шинах определяется величиной пяточка контакта и скоростью его движения.

Эти колебания передаются корпусу автомобиля и в случае явления резонанса детали обшивки салона могут усиливать шумы, ухудшая комфортные условия.

В следующей статье мы проведем оценку шумов создающих, создающих шинами ряда ведущих фирм.

Таким образом, можно считать, что изучаемые колебания точек беговой дорожки являются вынужденными и квазигармоническими. Из геометрических соображений получена формула частоты таких вынужденных колебаний в виде уравнения (6).

*3. Уточнение вида формулы (6).*

Формула (6) качественно согласуется с результатами независимого тестирования на шумность десяти марок шин, изготавливаемых ведущими производителями [5].

Но в работе [6] установлено, что *длина пяточка* контакта у *реальных* шин несколько *меньше*, чем это следует из геометрических соображений. Длина контакта шины с твердой плоскостью поверхности составляет 0,75–0,85 от хорды. Чем больше жесткость оболочки, тем больше различие. У легковых машин жесткость шин меньше, чем у грузовых машин (параметр 0,85). *Ширина* пяточка контакта у нагруженной шины практически *равна ширине протектора* [6]. В реальных условиях, как показывают исследования [6], сложную деформацию шины можно разложить в трех направлениях: нормальном, тангенсальном и боковом. Очевидно, что эти три величины деформации взаимосвязаны. Действие боковой силы вызывает как боковую деформацию, так увеличивает ее нормальный прогиб. В целях упрощения расчетов принято рассматривать отдельно нормальный прогиб шин только от воздействия нормальных сил, боковую деформацию только от действия боковых сил [6]. Для большинства современных шин [6-8] приложение крутящего момента к колесу оказывает *малое влияние* на нормальный прогиб и несколько больше в других направлениях, однако во многих случаях им также *можно пренебречь*. Влияние нормальной силы на боковую эластичность шины велико, и пренебрегать им нельзя. Проходимость автомобиля в основном определяет *нормальная* эластичность шины, характеризуемая величиной нормального прогиба. Экспериментально нормальный прогиб шины определяют измерением расстояния по нормам от оси колеса до опорной поверхности при нагружении колеса *нормальной силой.*

Кривые нагружения и разгрузки шины не совпадают из-за наличия явления гистерезиса. При снижении давления в шине площадь петли гистерезиса увеличивается. Нормальный прогиб $h = R_c - R_{cm}$. Здесь $R_c$ – наружный радиус шины в свободном состоянии; $R_{cm}$ – статический радиус колеса (расстояние по нормам от центра колеса до опорной поверхности). Величина $h$ соответствует реальному колесу.

Характер зависимости нагрузки на ось $p$ от $h$ явно нелинейный при малых нагрузках (прогибах шины) и приближается к линейному при их увеличении. Нелинейность характеристики увеличивается при снижении отношения высоты к ширине профиля шины. Для продольных шин упругая (нагрузочная характеристика) принимается линейной.

При нормальном прогибе шины происходят как деформация профиля шины (кривизна беговой части уменьшается до нуля, а кривизна боковых увеличивается) так и деформация продольного сечения шины, которая существенно зависит от конструкции каркаса, но во всех случаях наблюдается и за пределами зоны контакта. В диапазоне эксплуатационных значений зависимости $p_x$ и $p_y$ от $h_x$ и $h_y$ можно считать линейными. Длина пяточка контакта шины с дорогой $L$ уменьшается при увеличении скорости движения автомобиля [7]. Вероятно, это происходит от того, что эластичное колесо не успевает проседать полностью. Во время стоянки высота проседания шины максимальна. Величина $h$ слабо изменяется при увеличении скорости до 5 *км/ч*.

При увеличении скорости от 5 до 75 *км/ч* длина пяточка уменьшается примерно на 26% [7]. Поправка $\alpha_1 = 1 - 0,26 = 0,74$ для 75*км/ч*.

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

С учетом этих литературных данных можно *уточнить* зависимость (2) для случаев повышенной скорости введя поправочный коэффициент $\alpha_1$, учитывающий уменьшение длины пятачка контакта. Уменьшение величины *L* вплоть до скорости 80 *км/ч* в первом приближении можно считать линейным вследствие малости величины изменения.

$$L_{ут1} = \alpha_1 L\,, \tag{7}$$

тогда, уточненная частота вынужденных колебаний равна

$$\nu_{ут1} = \frac{V}{2L_{ут1}}\,. \tag{8}$$

**Выводы**

1. Получена уточненная математическая зависимость для оценки частот основного тона вынужденных колебаний, возникающих при качении эластичного колеса по полотну дороги.

2. Математическая зависимость (8) может быть использована для оценки частоты основного тона шумов, возникающих при движении автомобиля.

3. Так как за каждой точкой, лежащей на поверхности беговой дорожки, следует следующая точка, то это приводит к возникновению сплошного гула при вращении колеса с частотой $\nu_{ут1} = \frac{V}{2L_{ут1}}$.

**Список литературы**

**1. Сунцов Н.В., Шамота В.П., Макаров В.А., Сунцов А.Н., Ефименко А.Н. К оценке величины коэффициэнта сопротивления качению колеса автомобиля // Вісник Донецкої академії автомобільного транспорту. – 2009.- № 2 .- С. 75-79.**

**2. Сунцов Н.В., Макаров В.А., Сунцов А.Н., Ефименко А.Н. О физике процессов определяющих величину коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля // Вісник Донецкої академії автомобільного транспорту. – 2011. № 2 .С. 78 - 81.**

**3. Сунцов Н.В., Макаров В.А., Сунцов А.Н., Ефименко А.Н., Моисеенко Р.Ю. Дифференциальные уравнения для коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля и их решение // Вісник Донецкої академії автомобільного транспорту. – 2011. - № 4 .- С. 83-89.**

**4. http: //ecologico. ru /2011/05.**

**5. Балабин И.В., Путин В.А., Чабунин И.С. Автомобильные и тракторные колеса и шины. – МГТУ «МАМИ», 2012. – 920с.**

**6. Макаров В.А., Дугельный В.Н. Повышение работоспособности автомобиля путем управления жесткостными характеристиками шины // Автомобильный транспорт, – Харьков:РИО ХГАДТУ, – 2000,- Вып.4.- С. 43 – 45.**

**7. Вербицкий В.Г. Бифуркационные множества и катастрофы в многообразиях стационарных состояний пневмаколесных машин // Прикл. Механіка.- 1995.- 31, №3.- С.89 – 95.**

**8. Verbitskii V.G., Makarov V.A.,Sakhno V.P. Influense of the asymmetry of cornering forees on the static stability of two – axle vehie // International Fpplied Vechanics, 40, №11, 1304 – 1309 (2004).**

**9. http: //ecologico. ru /2011/05**

**10. http: // www. Anytyres. ru**

**11. Воронин В.В., Кондрашов В.Н.,Тимаев Д.М. Механические характеристики автомобильных шин // Известия МГТУ «МАМИ» №2(10), 2010, С. 49.**

**Сунцов М.В., Сунцов О.М. Про природу виникнення шумів при коченні шини автомобіля**

***Анотація.*** *Розглядається механізм виникнення основного тону коливань еластичного автомобільного колеса в області п'яточка контакту з полотном дороги. Ці коливання створюють шум, який негативно впливає на здоров'я водія.*

***Ключові слова:*** *автомобільний транспорт, еластична шина, шум.*

**Suntsov N.V., Suntsov A.N. The nature of occurrence of noise during rolling of the tire of the car**

***Abstract.*** *The mechanism of the occurrence of the fundamental tone of oscillations of the elastic wheel in the region of the heel in contact with the road surface. These fluctuations create considerable noise, which adversely affects the health of the driver.*

***Keywords:*** *transport, vibrations, the main tone of oscillations, elastic tire.*

*Стаття надійшла до редакції 11.05.2016 р.*

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

*УДК 629.113*

***ПЕТРОВ А.В., к.т.н., доцент***
***Республиканский институт последипломного образования инженерно-педагогических работников, г. Донецк***

# К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ

*Проанализированы актуальность вопроса о комплексной оценке свойств автомобиля и существующие методики решения этого вопроса. Предложен авторский подход к комплексной оценке свойств автомобиля, основанный на четырех базовых критериях: экологичности, мощности, экономичности и затратах на производство и эксплуатацию автотранспортного средства.*
***Ключевые слова:*** *автомобиль, свойства автомобиля, комплексная оценка, экологичность, экономичность, мощность, затраты*

## Постановка проблемы

При проектировании нового автомобиля, а также при сравнительном анализе конкурирующих между собой проектов важна совокупная оценка свойств автотранспортного средства (АТС). Ведущие мировые автопроизводители создают маркетинговые службы, отслеживающие потребности и предпочтения потребителей. Спектр свойств АТС, определяющих перспективу успеха на рынке той или иной модели, постоянно расширяется. Еще несколько десятилетий назад основной упор делался на технико-эксплуатационные свойства. Сегодня потребителя уже интересует комфорт, престижность, дизайн, качество изготовления, надежность автомобиля, его цена. Из технико-эксплуатационных свойств покупателя более всего интересуют эксплуатационные затраты, т.е. расход топлива. Другие свойства, в том числе безопасность и экологичность среднестатического покупателя мало интересуют. До недавнего времени эти характеристики автопроизводители должны были лишь сверять с существующими в данной конкретной стране нормами. Однако в 2015 году во многих развитых государствах были анонсированы революционные законодательные инициативы более мотивированные политическими соображениями, нежели технико-экономическими обоснованиями – это проекты полного запрета к 2050 [1] (в Норвегии – к 2025, в Германии – к 2030 [2]) году транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания, основным на данный момент силовым агрегатом АТС. Государственная политика в данном случае направлена на переход к электромобилям. Обоснованность такого подхода, ориентированного главным образом на требования защитников окружающей среды, вызывает серьезные сомнения. И в данном случае крайне важен объективный подход к общей, комплексной оценке характеристик автомобиля: подход, позволяющий наглядно продемонстрировать совокупное, интегрированное описание качества АТС как единой системы его разноплановых свойств.

## Анализ последних исследований

Отдельные подходы к комплексному оцениванию свойств автомобиля представлены в большом количестве научных работ, поэтому интерес представляют прежде всего аналитические материалы, обобщающие имеющийся отечественный и мировой опыт в решении поставленного вопроса и предлагающие современные авторские подходы. В этой связи можно выделить работы С.В. Будалина [3], С.М. Кудрявцева [4], О.М. Астафьевой [5].

В работе В.И. Ионова и М.И. Тайво [6] констатируется следующее: «Анализ существующих методов оценки конкурентоспособности машиностроительной продукции, в том числе автомобильной, показал недостаточность спектра критериев оценки, заложенных в каждом методе, ра-

зрозненность подходов к качественной оценке продукции, наличие сложности в сопоставимости критериев оценки отдельных методов, отсутствие принципов комплексной оценки качественных и количественных параметров конкурентоспособности продукции. При этом качественные и количественные оценки конкурентоспособности продукции в существующих методах демонстрируют отсутствие единого подхода к оценке». Авторы данной работы предлагают собственный подход к комплексной оценки автомобильных двигателей и подробно описывают алгоритм оценивания, который ,однако, отличается сложностью и громоздкостью. Таким образом, существует проблема комплексной оценки свойств автомобиля, данное научное направление недостаточно разработано и является актуальным для исследователей.

**Цель статьи**

Цель данной работы – предложить достаточно объективный и при этом простой и наглядный способ комплексной оценки свойств АТС.

**Основной раздел**

Перспектива принятия ведущими мировыми державами политического решения о запрете производства и эксплуатации АТС с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) и переориентации на перевозку грузов и пассажиров электромобилями вызывает неоднозначную реакцию у специалистов автотранспортной отрасли. В частности, в Германии, которая является одним из инициаторов запрета ДВС, научные издания публикуют материалы, доказывающие, что потенциал традиционных двигателей еще далеко не исчерпан. Так в статье [7] автор указывает, что требование запрета ДВС необдуманно, а применение двигателя внутреннего сгорания на транспорте, особенно в составе гибридных трансмиссий, может иметь даже лучшие экологические показатели, чем у электрических автомобилей. В работе [8] говорится о возможности улучшить показатели ДВС за счет совершенствования системы газораспределения.

В указанных материалах авторы приводят весомые аргументы, но не представляют количественных выкладок. Сторонники же электромобилей основной упор делают на экологичность этого вида транспорта.

В качестве объективного механизма сравнения двух противоположных мнений могла бы служить система комплексной оценки свойств автомобиля. Как было сказано выше, имеющиеся подходы к оценке АТС ориентируются или на технико-эксплуатационные свойства автомобиля, или на потребительские качества, среди которых экологичность находится не на ключевых ролях, а может и вообще отсутствовать. Учитывая специфику задачи, именно экологические свойства должны выйти на первый план среди критериев оценки автомобиля. Также следует учесть мощность силовой установки, как основной фактор, определяющий тягово-скоростные свойства автомобиля, топливную экономичность и затраты на производство и эксплуатацию АТС.

Таким образом, предлагается система из четырех базовых критериев. Для сравнения, в работе [6] таких критериев выделено 35. Рассмотрим каждый из критериев более подробно.

1. Экологичность. Здесь логично не отходить от принятых в Европейском Союзе норм выбросов вредных веществ (Евро-5, Евро-6 и т.д.), но возникает вопрос, как оценивать этот параметр для электромобилей. В данном случае справедливо применить систему подсчета уровня загрязнения атмосферы при производстве электрической энергии на электростанциях и выполнить расчет в переводе на электромобиль по следующей схеме: пробег на одной зарядке батарей электромобиля – количество кВт·ч, необходимых для одной зарядки – количество выбросов на электростанции для выработки нужного количества кВт·ч – количество выбросов на 1 км пути.

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

2. Мощность. Целесообразно применить качественную шкалу в рамках определенного класса автомобилей: малая мощность, средняя, высокая. Но не исключен подход к составлению шкалы в абсолютных значениях (кВт).

3. Экономичность. Оптимально использовать удельный эффективный расход топлива (г/кВт·ч). Для электромобилей необходим пересчет, исходя из цифр расхода топлива на электростанциях. При этом логично перейти от конкретных видов топлива к условному топливу (учитывая теплотворную способность).

4. Затраты. Цена автотранспортного средства плюс эксплуатационные расходы (горюче-смазочные материалы, техническое обслуживание и ремонт, государственные пошлины и т.п.). Для электромобиля необходимо учитывать расходы на подзарядку, замену аккумуляторных батарей. Шкала измерения может быть составлена как в абсолютных единицах (рубли), так и в относительных (например, руб/км).

Полученные результаты можно представить в виде графика (рис. 1), на котором по четырем шкалам откладываются значения соответствующих критериев и для наглядности по полученным четырем точкам строится прямоугольник. Сравнение производится с прямоугольником, построенном на базе некоторых эталонных для конкретных условий эксплуатации параметров.

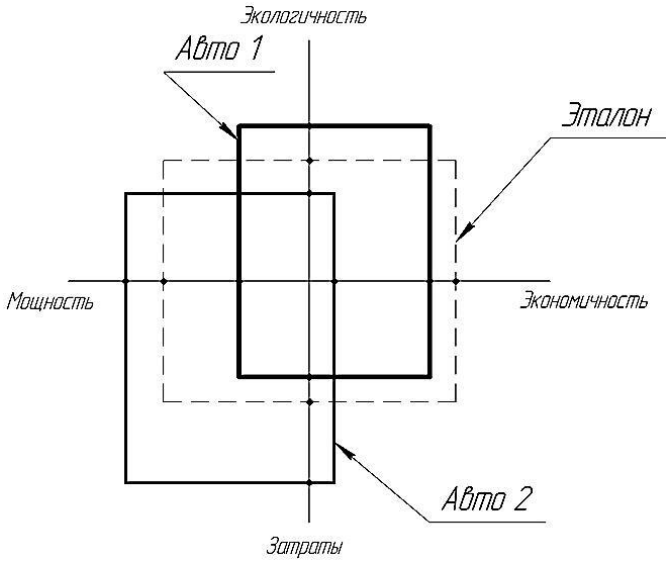



**Рис. 1. График комплексной оценки свойств автомобиля**

Визуально комплексная оценка выражается площадью прямоугольника и его смещением в какую-либо зону графика (прямоугольники Авто 1 и Авто 2 на рис. 1). Численно комплексную оценку *К* желательно представить как относительную безразмерную величину:

$$K = \frac{\Delta_{эколог} + \Delta_{эконом} + \Delta_{мощн} + \Delta_{затр}}{4},$$

где $\Delta_i$ – относительная погрешность по сравнению с эталоном по соответствующему критерию оценки. Например, по критерию экологичности:

$$\Delta_{эколог} = \frac{(Эколог_i - Эколог_{эталон})}{Эколог_{эталон}}.$$

**Выводы**

Аргументирована актуальность вопроса о необходимости комплексной оценки автомобиля в свете общемировых тенденций развития транспортной отрасли. Предложен способ комплексной оценки свойств АТС, отличающийся простотой и наглядностью. Совершенствование предложенного подхода должно быть направлено на оптимизацию системы оценки по отдельным критериям.

**Список литературы**

**1. В Европе анонсировали запрет на двигатели внутреннего сгорания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://drive-news.net/v-evrope-anonsirovali-zapret-na-dvigateli-vnutrennego-sgoraniya/**

**2. В Германии предлагают запретить эксплуатацию автомобилей с ДВС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://news.drom.ru/47902.html**

**3. Будалин С.В. Оценка эффективности лесовозных автопоездов на этапах выбора и эксплуатации. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 215 с.**

**4. Кудрявцев С.М. Оценка свойств автомобиля. – Н.Новгород: Нижегородский гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2011. – 132 с**

**5. Астафьева О.М. и др. Методы оценки технико-экономической эффективности грузовых автомобилей / О.М. Астафьева, П.А. Брославец, С.В. Будалин и др. // Современные проблемы науки и образования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.science-education.ru. 2013. № 2.**

**6. Ионов В.И., Тайво М.И. Механизм оценки конкурентоспособности автомобильной продукции двигателестроения // Известия Московского государственного технического университета МАМИ №2 (4) 2007. – С. 270-276**

**7. Der Verbrennungsmotor hat noch Potenzial. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.springerprofessional.de/verbrennungsmotor/motorentechnik/der-verbrennungsmotor-hat-noch-potenzial/10881320?wt_eCircle_nwsl=57430&wt_eCircle_oad=127318&wt_eCircle_u=19185951351&wt_mc=nl.red.themennewsletter.1900663644.x**

**8. Potenziale moderner Nockenwellen-Verstellsysteme. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.springerprofessional.de/potenziale-moderner-nockenwellen-verstellsysteme /10866676**

**Петров О.В. До питання про необхідність комплексної оцінки властивостей автомобіля**

***Анотація.*** *Проаналізована актуальність питання про комплексну оцінку властивостей автомобіля та існуючі методики вирішення цього питання. Запропонований авторський підхід до комплексної оцінки властивостей автомобіля, який ґрунтується на чотирьох базових критеріях: екологічності, потужності, економічності та витратах на виробництво та експлуатацію автотранспортного засобу.*

***Ключові слова:*** *автомобіль, властивості автомобіля, комплексна оцінка, екологічність, економічність, потужність, витрати*

**Petrov A.V. To a question of need of complex assessment of properties of the vehicle**

***Abstract.*** *Relevance of a question of complex assessment of properties of the car and the existing techniques of its decision are analysed. The author's approach to complex assessment of properties of the car based on four basic criteria is offered: environmental friendliness, power, profitability and costs of production and operation of the vehicle.*

***Keywords:*** *vehicle, properties of the vehicle, complex assessment, environmental friendliness, profitability, power, expenses*

*Стаття надійшла до редакції 23.05.2016 р.*

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

***УДК 658.58, 669.02.004.5***

***ЧЕНЦОВ Н.А., д.т.н., профессор; СУЛЕЙМАНОВ С.Л., инженер***
***Донецкий национальный технический университет, г. Донецк***

# ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА В «СЕРЫХ» ЗОНАХ

*Предлагаемая статья посвящена рассмотрению значения экспериментальной функции интенсивности износа в «серых» зонах. В статье предложен подход и разработан математический аппарат, позволяющие получить значение, которое обеспечивает определение интенсивности изменения технического состояния (ТС) в «серых» зонах. В разработанном подходе оценка интенсивности износа в «серой» зоне определяется из сравнения значений интенсивности на двух участках истории изменения ТС детали, ближайших к «серой» зоне, и средней с учетом поправочного коэффициента. Он определяется из поверхности, отражающей его, зависимости от степени изменения интенсивности износа на участке истории изменения ТС детали и относительной оценки неиспользованной части ресурса детали по величине ТС «серой» зоны.*
***Ключевые слова**: ТОиР, прогноз отказов, интенсивность изменения технического состояния, крайние точки функции.*

**Постановка проблемы**

Прогнозирование сроков отказа деталей оборудования на основе данных о его текущем техническом состоянии (ТС) $Y$ предполагает использование функции, отражающей зависимость интенсивности $I$ изменения ТС от его текущего ТС $I = f(Y)$. Традиционный подход к построению функции $I = f(Y)$, основывающийся на данных истории изменения ТС: $Y = f(t)$, предполагает линейную аппроксимацию между точками истории изменения ТС детали, что не позволяет определить значение $I$ для новой детали и детали, достигшей предельного ТС. Необходимо разработать решение, обеспечивающее определение интенсивности износа в предельных точках, соответствующих новой детали, и детали, достигшей предельного ТС.

**Анализ последних исследований**

При прогнозировании сроков отказа деталей оборудования на основе данных о ТС детали [1] используется функция, отражающая зависимость интенсивности $I$ изменения ТС детали от ее текущего ТС: $I = f(Y)$. Исходными данными для определения экспериментальных точек интенсивности одной реализации детали является история изменения ее ТС: $Y = f(t)$ [2]. Для определения интенсивности в *j-й* точке истории используется выражение:

$$I_j = \left(Y_{S.j+1} - Y_{S.j}\right) / \left(t_{S.j+1} - t_{S.j}\right), \quad (1)$$

где $Y_S$, $t_S$ – параметры заданной точки в истории изменения ТС.

Значение ТС $Y$ в $j$*-й* точке интенсивности износа составит:

$$Y_j = \left(Y_{S.j+1} + Y_{S.j}\right) / 2. \quad (2)$$

Необходимо отметить, что полученные точки интенсивности износа находятся между точками истории изменения ТС детали по значению $Y$. Использование приведенного решения не

позволяет определить значение интенсивности износа в «серых» зонах при $Y < Y_1$ и $Y > Y_{N-1}$, где $N$ – количество точек в истории изменения ТС на рассматриваемой реализации.

На графическом представлении функции $I = f(Y)$ можно видеть экспериментальные точки и «серые» зоны, в которых невозможно определить $I$ принятым традиционным методом, рис. 1.

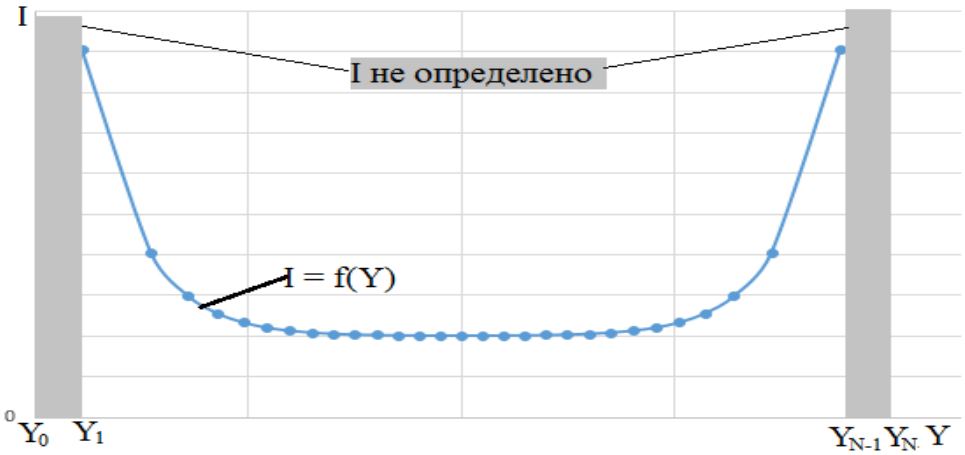



**Рис. 1. Функция интенсивности $I = f(Y)$ без предельных значений**

Таким образом, непосредственное использование точек истории изменения ТС детали не позволяет определить значения интенсивности изменения ТС в «серой» зоне, в том числе и в крайних точках:

– нулевой, при $Y_0 = Y_0$;

– предельной, при $Y_P = Y_N$.

Отсутствие значений интенсивности износа в «серой» зоне не позволяет использовать диагностические прогнозные модели в этих условиях.

**Цель статьи**

Целью данной работы является разработка метода и математического аппарата для определения из истории изменения ТС значения интенсивности износа в «серых» зонах, соответствующие новой детали, и детали, достигшей предельного состояния.

**Основной материал исследования**

Практическое решение задачи по определению интенсивности износа в крайних точках, при $Y_0$ и $Y_P$, выполняется из анализа истории изменения ТС детали, представленной функцией $Y = f(t)$. В рамках разработки метода определения интенсивности износа в крайних точках используется истинная функция интенсивности $I_{II}$ (заданная исследователем) и расчетная $I$ (полученная из истории изменения ТС детали, сгенерированной на основе $I_{II}$).

Исходные данные к выполнению исследований представлены заданной функцией интенсивности $I = f(Y)$, для которой известны значения интенсивности в крайних точках $Y_0$, $Y_P$. Используя функцию $I = f(Y)$, выполняем генерацию заданного количества $N$ точек истории изменения ТС $Y = f(t)$.

В рамках проведенного исследования рассмотрено определение интенсивности износа в нулевой точке ($Y_0$) для некоторой (базовой) заданной реализации детали, ключевыми характеристиками которой приняты:

– объем истории изменения ТС детали $N = 30$;

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

– истинная (заданная) функция интенсивности износа $I_И = f_И(Y)$ представлена таблицей 1, включающей данные по 100 точкам;

– интенсивность изменения ТС в нулевой точке при $Y_И = 0$ составляет $I_{И.0} = 0{,}41$, таблица 1.

Таблица 1

**Истинная функция интенсивности и истории изменения ТС**

| № точки ($i$) | $Y_И$ | $I_И$ | $T_И$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0,409999996 | 0 |
| 1 | 0,202020198 | 0,35530597 | 0,529822469 |
| 2 | 0,404040396 | 0,308582693 | 1,140535649 |
| 3 | 0,606060594 | 0,268681645 | 1,842831286 |
| 4 | 0,808080792 | 0,234618306 | 2,648255606 |
| 5 | 1,010100991 | 0,205548882 | 3,569098381 |
| 6 | 1,212121189 | 0,180750325 | 4,618218879 |
| 7 | 1,414141387 | 0,159603268 | 5,8088014 |
| 8 | 1,616161585 | 0,141577184 | 7,154037912 |
| 9 | 1,818181783 | 0,126217812 | 8,666741866 |
| 10 | 2,020201981 | 0,113136306 | 10,35890645 |
| 11 | 2,222222179 | 0,101999842 | 12,24123004 |
| 12 | 2,424242377 | 0,092523672 | 14,32264137 |
| 13 | 2,626262575 | 0,084464215 | 16,60986277 |
| 14 | 2,828282773 | 0,077613182 | 19,10705329 |
| 15 | 3,030302972 | 0,071792506 | 21,81556842 |
| 16 | 3,23232317 | 0,066850007 | 24,73386382 |
| 17 | 3,434343368 | 0,062655665 | 27,8575549 |
| 18 | 3,636363566 | 0,059098445 | 31,17962775 |
| 19 | 3,838383764 | 0,056083523 | 34,69077779 |
| 20 | 4,040403962 | 0,053529985 | 38,37984306 |
| . . . | . . . | . . . | . . . |
| 96 | 19,39393902 | 0,268681556 | 356,928284 |
| 97 | 19,59595922 | 0,308582604 | 357,6305798 |
| 98 | 19,79797941 | 0,35530588 | 358,2412932 |
| 99 | 19,99999961 | 0,409999877 | 358,7711158 |

Задача разработки метода определения интенсивности износа в нулевой точке из истории изменения ТС базовой реализации детали выполняется в пять этапов.

Этап 1. Формирование экспериментальной истории изменения ТС базовой реализации, включающей 30 точек. Определяется шаг истории по времени:

$$dT = \left(T_И[101] - T_И[0]\right) / \left(N - 1\right) = \left(358{,}77 - 0\right) / \left(30 - 1\right) = 12{,}37 \text{ суток.} \qquad (3)$$

Для очередной $h$*-й* точки экспериментальной истории определяется срок ее достижения, например, в случае 2-й точки *(*$h = 2$*)*:

$$T_P = T_h[h] = h \cdot dT = 2 \cdot 12{,}37 = 24{,}74 \text{ суток.} \qquad (4)$$

Затем по таблице 1 определяется точка $i = 17$, удовлетворяющая условию $T_P > T_И[i]$ и соответствующая интенсивности изменения ТС:

$$sI = (Y_И[i] - Y_И[i-1])/(T_И[i] - T_И[i-1]) = (3{,}4343 - 3{,}2323)/(27{,}86 - 24{,}73) = 0{,}0645. \quad (5)$$

Далее рассчитывается ТС детали $Y_P$ в момент времени $T_P$:

$$Y_P = Y_И[i] - sI \cdot (T_И[i] - T_P) = 3{,}4343 - 0{,}0645 \cdot (27{,}86 - 24{,}74) = 3{,}233. \quad (6)$$

В результате имеем данные экспериментальной истории во 2-й точке: $Y_h[2] = Y_P = 3{,}233$, $T_h[2] = T_P = 24{,}74$ суток.

Рассчитанные данные экспериментальной истории во второй и всех прочих точках приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Экспериментальная история изменения ТС по базовой реализации**

| $N$ точки $(h)$ | $Y_h$ | $T_h$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 2,234858102 | 12,37141779 |
| 2 | 3,232903405 | 24,74283557 |
| 3 | 3,971097874 | 37,11425336 |
| 4 | 4,602614452 | 49,48567114 |
| 5 | 5,177863818 | 61,85708893 |
| 6 | 5,721552667 | 74,22850671 |
| . . . | . . . | . . . |
| 28 | 17,7651418 | 346,399698 |
| 29 | 19,99999961 | 358,7711158 |

Этап 2. Расчет экспериментальных значений точек интенсивности изменения ТС детали. При расчете значений интенсивности износа используются данные $Y_h$, $T_h$ из истории изменения ТС (таблица 2). Значение интенсивности в очередной $j$-*й* точке, например, $j = 2$:

$$I[j] = (Y_h[j] - Y_h[j-1])/(T_h[j] - T_h[j-1]) = (3{,}233 - 2{,}235)/(24{,}74 - 12{,}37) = 0{,}0807. \quad (7)$$

Ему соответствует ТС $Y$, которое в *j-й* точке интенсивности составит:

$$Y[j] = (Y_h[j] + Y_h[j-1])/2 = (3{,}233 + 2{,}235)/2 = 2{,}734. \quad (8)$$

Рассчитанные экспериментальные значения интенсивности износа во второй и прочих точках, определенные традиционным методом, приведены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, традиционный подход не позволяет определить интенсивность в крайних точках, в том числе и нулевой.

Этап 3. Определение интенсивности износа в крайней (нулевой точке).

Для определения интенсивности износа в нулевой точке можно использовать традиционный метод экстраполяции. Экстраполяция выполняется с использованием аппроксимирующей функции, параметризация которой осуществляется с использованием данных точек экспериментальной интенсивности (таблица 3). Аппроксимация точек для различных видов функций выполнена с использованием средств электронной таблицы. В зависимости от вида аппроксимирующей функции использовались данные 1,2 и других точек из таблицы 3. Результаты аппроксимирующих моделей для различных видов функций приведены в таблице 4.

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

Таблица 3

**Точки экспериментальной интенсивности**

| $N_{точ.}(h)$ | $Y$ | $I$ |
|---|---|---|
| **(0) 0** | **0** | **0** |
| 1 | 1,117429051 | 0,180646886 |
| 2 | 2,733880753 | 0,080673478 |
| 3 | 3,602000639 | 0,059669351 |
| 4 | 4,286856163 | 0,051046419 |
| 5 | 4,890239135 | 0,046498257 |
| . . . | . . . | . . . |
| 14 | 9,504940521 | 0,040026829 |
| **(E) 15** | **9,999999992** | **0,04000595** |
| 16 | 10,49505946 | 0,040026829 |
| . . . | . . . | . . . |
| 26 | 15,7131438 | 0,051046418 |
| 27 | 16,39799931 | 0,059669349 |
| 28 | 17,26611916 | 0,080673476 |
| 29 | 18,88257071 | 0,180646863 |
| **(P) 30** | **20** | **0** |

Таблица 4

**Интенсивность в 0-й точке, определенная традиционным методом**

| № | Функция | Точки | Аппроксимирующая модель | $I_0$ | Δ, % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Истинная | - | - | 0,41 | 0 |
| 2 | Полин 4й | 1..5 | $I = 0{,}0002 \cdot Y^4 - 0{,}0048 \cdot Y^3 + 0{,}0433 \cdot Y^2 - 0{,}1785 \cdot Y + 0{,}3324$ | 0,332 | 23,49 |
| 3 | Полин 5й | 1..6 | $I = 0{,}00003 \cdot Y^5 - 0{,}0003 \cdot Y^4 - 0{,}0017 \cdot Y^3 + 0{,}0337 \cdot Y^2 - 0{,}1649 \cdot Y + 0{,}3256$ | 0,326 | 25,77 |
| 4 | Полин 3й | 1..4 | $I = -0{,}0024 \cdot Y^3 + 0{,}0332 \cdot Y^2 - 0{,}1612 \cdot Y + 0{,}3227$ | 0,323 | 26,94 |
| 5 | Экспоненц. | 1..2 | $I = 0{,}3151 \cdot e^{-0{,}499 \cdot Y}$ | 0,316 | 29,75 |
| 6 | Полин 2й/3т | 1..3 | $I = 0{,}0152 \cdot Y^2 - 0{,}1202 \cdot Y + 0{,}2961$ | 0,296 | 38,51 |
| 7 | Полин 2й/5т | 1..5 | $I = 0{,}0145 \cdot Y^2 - 0{,}1169 \cdot Y + 0{,}2747$ | 0,275 | 49,09 |
| 8 | Линейный | 1..2 | $I = -0{,}0618 \cdot Y + 0{,}2498$ | 0,250 | 64,00 |

**Условное наименование функции «Полин 2й/5т» – полином 2й степени из аппроксимации (1..5) точек таблицы 4. Прочие условные обозначения сформированы подобным образом.*

Этап 4. Определение интенсивности износа в нулевой точке. Выполнив на основе полученных аппроксимирующих функций экстраполяцию за пределы экспериментальных точек, определяем интенсивность $I_0$ в нулевой точке (таблица 4).

Графическое представление полученных функций и значений интенсивности износа в $0$-*й* точке, рассчитанных традиционным методом экстраполяции, показаны на рис. 2.

Этап 5. Определение ошибки. Ошибка определялась из сравнения значения интенсивности износа в $0$-*й* точке при $Y = 0$ и экспериментально полученного методом экстраполяции для каждой аппроксимирующей модели:

$$\Delta = \left(I_{И0} - I_0\right) / 2, \qquad (9)$$

где $I_{И0}$ – истинное значение интенсивности износа в $0$-*й* точке;

$I_0$ – экспериментальное значение интенсивности износа в $0$-*й* точке, полученное методом экстраполяции для принятой аппроксимирующей модели.

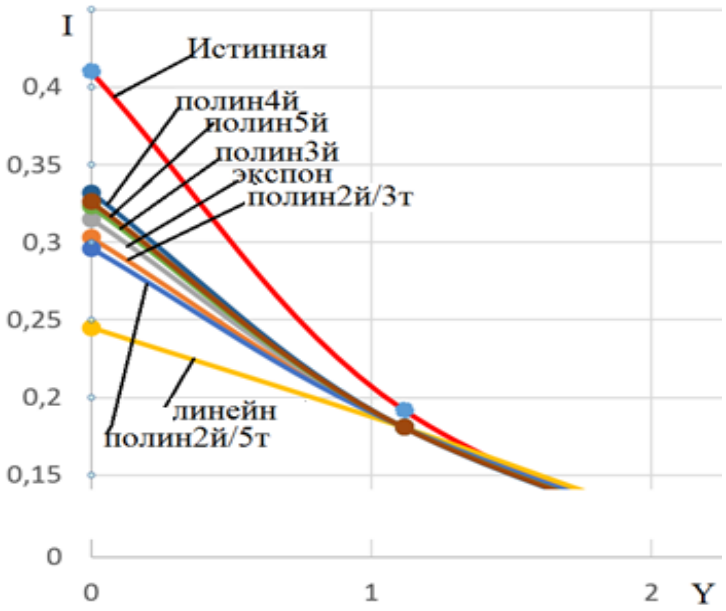



**Рис. 2. Экстраполяция функции в $0$-ю точку традиционным методом**

Полученные значения ошибки приведены в таблице 4. Как видно из таблицы, использование традиционного подхода к определению интенсивности в $0$-*й* точке на основе аппроксимирующей функции приводит к значительным ошибкам и неприемлемо для практического применения.

Для повышения точности определения экспериментального значения интенсивности износа в $0$-*й* точке ($I_0$, $Y_0$) предложено собственное решение задачи 4-го этапа – «Определение интенсивности в нулевой точке». В разработанном решении в качестве исходных данных использованы следующие значения:

– значения экспериментальной интенсивности износа в 1й ($I_1$, $Y_1$) и 2й ($I_2$, $Y_2$) точках, в точке экстремума ($I_E$, $Y_E$) (таблица 3);

– $I_{И0}$ – истинное значение интенсивности износа в $0$-*й* точке.

Использование значений в этих точках позволило построить две линейные функции и определить скорости $V_1$, $V_2$ их изменения (рис. 3).

На основе значений принятых точек истории интенсивности износа определяем средние скорости ее изменения на интервале ($Y_1$ ... $Y_E$):

$$V_1 = (I_1 - I_E)/(Y_E - Y_1) = (0{,}1806 - 0{,}0400)/(10 - 1{,}117) = 0{,}0158, \qquad (10)$$

и на интервале ($Y_2$ ... $Y_E$):

$$V_2 = (I_2 - I_E)/(Y_E - Y_2) = (0{,}0807 - 0{,}0400)/(10 - 2{,}7339) = 0{,}0056. \qquad (11)$$

Модель, предложенная для определения экспериментального значения интенсивности износа в нулевой точке $I_0$, включает полученные скорости $V_1$, $V_2$:

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

$$I_0 = I_E + (Y_E - Y_0) \cdot k_V \cdot V_1^2 / V_2, \quad (12)$$

где $k_V$ – экспериментальное значение поправочного коэффициента к определению скорости $I_0$ изменения интенсивности износа.

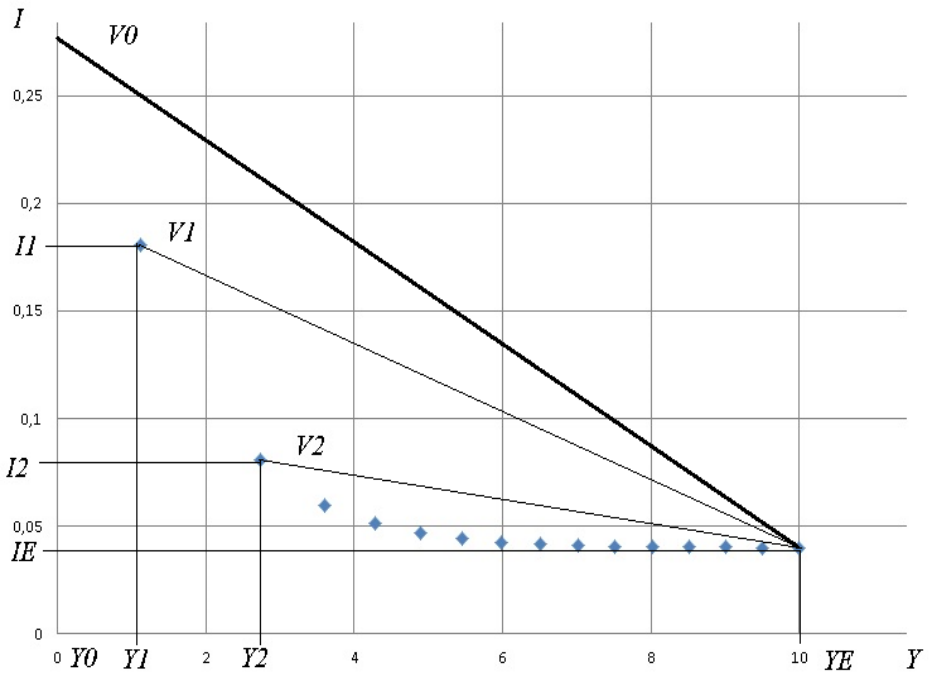



**Рис. 3 Собственный метод определения интенсивности в *0-й* точке**

Из этой модели, используя истинное значение интенсивности $I_{I0}$ в $0$-*й* точке, можно определить истинное значение поправочного коэффициента:

$$k_{Vu} = V_2 \cdot (I_{I0} - I_E) / \left((Y_E - Y_0) \cdot V_1^2\right) = 0,0056 \cdot (0,41 - 0,0400) / \left((10 - 0) \cdot 0,0158^2\right) = 0,826. \quad (13)$$

Далее, в рамках проверки полученного значения истинного поправочного коэффициента, принимаем экспериментальное значение поправочного коэффициента $k_V$ равным истинному ($k_V = k_{VII}$). Затем из предложенной модели определяем экспериментальную интенсивность износа в $0$-*й*:

$$I_0 = 0,0400 + (10 - 0) \cdot 0,826 \cdot 0,0158^2 / 0,0056 = 0,41. \quad (14)$$

Равенство значений $I_{I0}$=0,41 и $I_0$=0,41 позволяет говорить о достоверности полученного значения $k_{VII}$.

Для построения зависимости значений $k_{VII}$ от значений в точках экспериментальной интенсивности износа (таблица 3) был выполнен поиск информативных факторов. Первоначальные исследования позволили выделить фактор *factI*, который коррелируется с поправочным коэффициентом $k_{VII}$. Значение фактора *factI* определяется из выражения и в случае базовой реализации составляет:

$$factI = I_1 / I_E = 0,1806 / 0,0400 = 4,5156. \quad (15)$$

Аналогичным образом были получены значение $k_{VII}$ и $factI$ для $I_{И0}$ в интервале (0,041..0,8), что позволило получить функцию $k_{VII} = f(factI)$. Исследование полученной функции показало значительную ошибку в определении экспериментальной интенсивности износа $I_0$ в 0-й точке, которая достигала 22%, что неприемлемо в практическом применении.

Дальнейшие исследования позволили выделить второй фактор $factY$, значение которого определяется из выражения:

$$factY = (Y_1 - Y_0)/(Y_E - Y_0). \quad (16)$$

В случае базовой реализации значение этого фактора составит:

$$factY = (1{,}1174 - 0)/(10 - 0) = 0{,}1117. \quad (17)$$

Результаты анализа интенсивности изменения ТС истинной реализации детали ($N = 30$ точек, $I_{И0}$ *=0,41)* в случае 2-х факторного эксперимента $k_V = f(factY, factI)$ приведены в таблице 5 в 6-й реализации (базовая).

С использованием аналогичного математического аппарата выполнен анализ и других реализаций при объемах истории изменения ТС детали $N = (30;50;70)$ точек и истинных значениях интенсивности износа в нулевой точке $I_{И0}$ *= (0,041; 0,05; 0,07; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,8)* (таблица 5).

Таблица 5

**Результаты 2х факторного эксперимента для *0-й* точки**

| № реализации | *N*, кол-во точек | Из исследования истории | | | Из модели | | Истинная, $I_{И0}$ | $\Delta I_0$, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *factY* | *factI* | $k_{VII}$ | $k_V$ | $I_0$ | | |
| 1 | 30 | 0,0350 | 1,0191 | 0,7887 | 0,8222 | 0,04 | 0,0410 | 0,0000 |
| 2 | 30 | 0,0397 | 1,1843 | 0,7667 | 0,8069 | 0,05 | 0,0505 | 0,0005 |
| 3 | 30 | 0,0486 | 1,5129 | 0,7577 | 0,7852 | 0,07 | 0,0711 | 0,0011 |
| 4 | 30 | 0,0592 | 1,9363 | 0,7493 | 0,7711 | 0,10 | 0,1017 | 0,0017 |
| 5 | 30 | 0,0990 | 3,8034 | 0,7916 | 0,8083 | 0,30 | 0,3055 | 0,0055 |
| **базовая** | **30** | **0,1117** | **4,5155** | **0,8260** | 0,8399 | **0,41** | **0,4162** | **0,0062** |
| 6 | 30 | 0,1200 | 5,0127 | 0,8540 | 0,8623 | 0,50 | 0,5045 | 0,0045 |
| . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . |
| 20 | 70 | 0,0220 | 1,6278 | 0,8834 | 0,9040 | 0,07 | 0,0707 | 0,0007 |
| 21 | 70 | 0,0282 | 2,1928 | 0,8652 | 0,8824 | 0,10 | 0,1012 | 0,0012 |
| 22 | 70 | 0,0556 | 5,0787 | 0,8325 | 0,8460 | 0,30 | 0,3042 | 0,0042 |
| 23 | 70 | 0,0724 | 7,1940 | 0,8384 | 0,8534 | 0,50 | 0,5082 | 0,0082 |
| 24 | 70 | 0,0845 | 8,9027 | 0,8610 | 0,8626 | 0,70 | 0,7012 | 0,0012 |
| 25 | 70 | 0,0897 | 9,6718 | 0,8672 | 0,8657 | 0,80 | 0,7987 | -0,0013 |

С использованием программного продукта “TableCurve 3D v4.0” выполнена аппроксимация поверхностью, представленной двумя аргументами $factY$, $factI$ и откликом $k_V$ по всем реализациям, что позволило получить функцию $k_V = f(factY, factI)$, представленную выражением:

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

$$k_V = 1,0337839 - 9,04595,04 \cdot factY + 0,017364727 \cdot factV + 61,619467 \cdot factY^2 - \\ -0,031395952 \cdot factV^2 + 0,62678426 \cdot factY \cdot factM - 71,207555 \cdot factY^3 + \\ +0,00011033024 \cdot factV^3 - 0,009714248 \cdot factY \cdot factV^2 - 3,053907 \cdot factY^2 \cdot factV \quad (18)$$

Графическое представление поверхности $k_V = f(factY, factI)$ для $0$-*й* точки приведено на рис. 4.

Используя полученную функцию $k_V = f(factY, factI)$ для случая базовой реализации, при $N = 30$, $factI = 4,5155$, $factY = 0,1117$ получаем значение поправочного коэффициента $k_V = 0,8272$ и расчетное экспериментальное значение интенсивности износа в нулевой точке:

$$I_0 = I_E + (Y_E - Y_0) \cdot k_V \cdot V_1^2 / V_2 = 0,0400 + (9,9991 - 0) \cdot 0,399 \cdot 0,0158^2 / 0,0056 = 0,4162. \quad (19)$$

Корректированные расчётные значения, полученные при определении интенсивности $I_0$ в нулевой точке, приведены в группе полей «Из модели» в строке базовой реализации ( $I_{И0}$ *=0,41;* $N = 30$*)*, таблица 5.

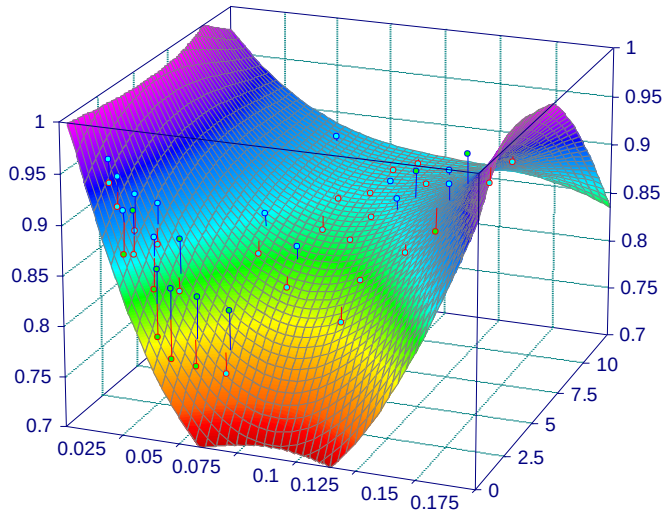



**Рис. 4 Поверхность функции $k_V = f(factY, factI)$ для $0$-*й* точки**

Кроме базовой реализации аналогичные эксперименты были проведены по ряду других реализаций при объемах истории $N$ *=(30; 50; 70)* точек и истинных значениях интенсивности износа в нулевой точке $I_{M0}$ *= (0,041; 0,05; 0,07; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,8),* см. таблицу 5. Как видно из результатов исследований, подход, предложенный к определению экспериментальной интенсивности в нулевой точке $I_0$, и разработанный математический аппарат обеспечил расчетное (экспериментальное) значение $I_0$ с ошибкой не более 5%, что позволяет рекомендовать его к практическому использованию.

Аналогичные исследования были проведены для определения интенсивности износа в предельной $P$-й точке и также показали ошибку менее 5%.

**Выводы**

1. Исходные данные для исследования представлены заданной функцией, отражающей истинную зависимость интенсивности изменения ТС детали от ее текущего значения $I_И = f_И(Y)$,

при помощи которой генерировалась история изменения ТС, представленная функцией $Y = f(t)$.

2. На основе традиционного подхода из истории изменения ТС детали $Y = f(t)$ определяется экспериментальная интенсивность износа $I = f(Y)$ в «серых» зонах, соответствующих новой детали и детали, достигшей предельного состояния, в которых значение интенсивности не определено.

3. Предложенное решение обеспечивает получение оценки интенсивности износа в «серой» зоне из сравнения значений интенсивности износа на двух участках истории изменения ТС детали, ближайших к «серой» зоне, и средней с учетом поправочного коэффициента, определяемого из поверхности, отражающей его зависимость от степени изменения интенсивности износа на участке истории изменения ТС детали и относительной оценки неиспользованной части ресурса детали по величине ТС «серой» зоны.

**Список литературы**

**1. Богдан К.С., Сулейманов С.Л. Интегральная модель прогнозирования даты отказа // Металлургические процессы и оборудование. – 2012. – № 4. – С. 45-49.**

**2. Износ деталей машин. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http//mydocx.ru/11-53351.html**

**Ченцов Н.А., Сулейманов С.Л. Значення експериментальної функція інтенсивності зносу в «сірих» зонах**

***Анотація****. Запропонована стаття присвячена розгляду значення експериментальної функції інтенсивності зносу в «сірих» зонах. В статті запропоновано підхід и розроблено математичний апарат, які апарат дозволяють отримати значення, що забезпечують визначення інтенсивності зміни технічного стану (ТС) в «сірих» зонах.*

*У розробленому підході оцінка інтенсивності в «сірій» зоні визначається з порівняння значень інтенсивності на двох ділянках історії зміни ТС деталі, найближчих до «сірої» зони, і середньої з урахуванням поправочного коефіцієнта. Він визначається з поверхні, що відбиває його, залежності від ступеню зміни інтенсивності зносу на ділянці історії зміни ТС деталі та відносної оцінки невикористаної частини ресурсу деталі за величиною ТС «сірої» зони.*

***Ключові слова****: ТОіР, прогноз відмов, інтенсивність зміни технічного стану, крайні точки функції.*

**Chentsov N.A., Suleymanov S.L. The experimental function value of wear rate in «gray» areas**

***Abstract****. The present article covers an elaborating of experimental function value of wear rate in «gray» areas. This article describes the scientific approach and mathematical apparatus, which allow to receive such value, that ensure intensity determination of technical condition change in «gray» areas. In developed approach intensity evaluations in «gray» areas are determined by comparing the intensity values for two time periods, which are proximate and average to it considering the correction factor. It can be determined by the surface, that surround it, by dependency on degree of intensity determination on time period and relative estimation of unexpended detail resource by size of technical condition change in «gray» areas.*

***Keywords****: commercial maintenance and repair, bounce forecast, intensity of technical condition change, extreme points of functions.*

*Стаття надійшла до редакції 07.06.2016 р.*

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

*УДК 621.43+621.43.016.4-57+536.421+541.6:541.183*

***ГРИЦУК А.І.***
***Донбаська академія будівництва і архітектури***

# ОСОБЛИВОСТІ КЛАСИФІКАЦІЇ ТЕПЛОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ

*У статті описані особливості формування класифікації теплових акумуляторів фазового переходу для можливого їх використання при будівництві і реконструкції автомобільних доріг.*
***Ключові слова:*** *тепловий акумулятор, фазовий перехід, класифікація, вимоги, показники.*

**Постановка проблеми**

У широкому колі завдань раціонального використання пасивних ресурсів, захисту навколишнього середовища та формування заданого температурного стану об’єктів інфраструктури досить актуальними є технології теплового акумулювання на основі теплової енергії *Q* фазового переходу в речовинах рідина ↔ тверде тіло [1 - 10]. Теплоакумулюючі матеріали (ТАМ) широко використовуються в будівництві: в апаратах для кондиціювання приміщень, при виготовленні панелей для утеплення підлог і стін тощо. Крім того, при розробці і дослідженні систем комбінованого прогріву двигунів внутрішнього згорання з елементами прискореного прогріву та елементами утилізації теплоти двигуна, тепловим акумуляторам фазового переходу ставиться основна вимога їх створення – зменшення витрати палива і шкідливих викидів при підтриманні температури системи охолодження енергетичної установки або транспортного засобу при вимкненому двигуні в межах температур «гарячого пуску» при низьких температурах оточуючого повітря в реальних умовах експлуатації [3].

**Мета статті**

Метою представленої роботи є аналіз і формування класифікації теплових акумуляторів (ТА) фазового переходу для можливого їх використання при будівництві і реконструкції автомобільних доріг.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**

У роботах В.Д. Левенберга, М.М. Карнаухова, В.О. Вашуркіна, С.Д. Гуліна, А.А. Сорокіна, Н.В. Глухенко, В.В. Шульгіна, С.О. Яковлєва, І.А. Ільчука, М.І. Куколєва, Ю.К. Куколєва, В.Д. Александрова, В.П. Волкова, Ю.Ф. Гутаревича,, І.В. Грицука, А.М. Гущина, O. Schatz, M. Kytö, A. Pellikka та інших [1 - 10] виконано наукове обґрунтування і розроблені методики розрахунку, створення і дослідження ТА для забезпечення теплової підготовки об’єктів інфраструктури в умовах низьких температур навколишнього середовища.

**Основний розділ**

На рис. 1 [3] наведено загальну класифікацію фізико-хімічних характеристик речовин, які застосовуються в якості ТАМ на основі оборотних фазових переходів речовин типу плавлення ↔ кристалізація першого роду (ФП1) [1 - 10].

До теплоакумулюючих матеріалів на основі фазових перетворень висувають наступні вимоги [3]:

– фазовий перехід повинен мати виразний ефект прихованої теплоти;

– зручна з експлуатаційних умов температура плавлення;

– фазовий перехід повинен відбуватися поблизу реальної температури плавлення;

– висока теплопровідність у твердій і рідкій фазах (достатні теплообмінні властивості);
– висока теплоємність у твердій і рідкій фазах;
– відсутність тенденції до розшарування;
– відсутність можливості переохолодження при затвердінні й перегріву при плавленні;
– низьке термічне розширення й незначна зміна об'єму при плавленні;

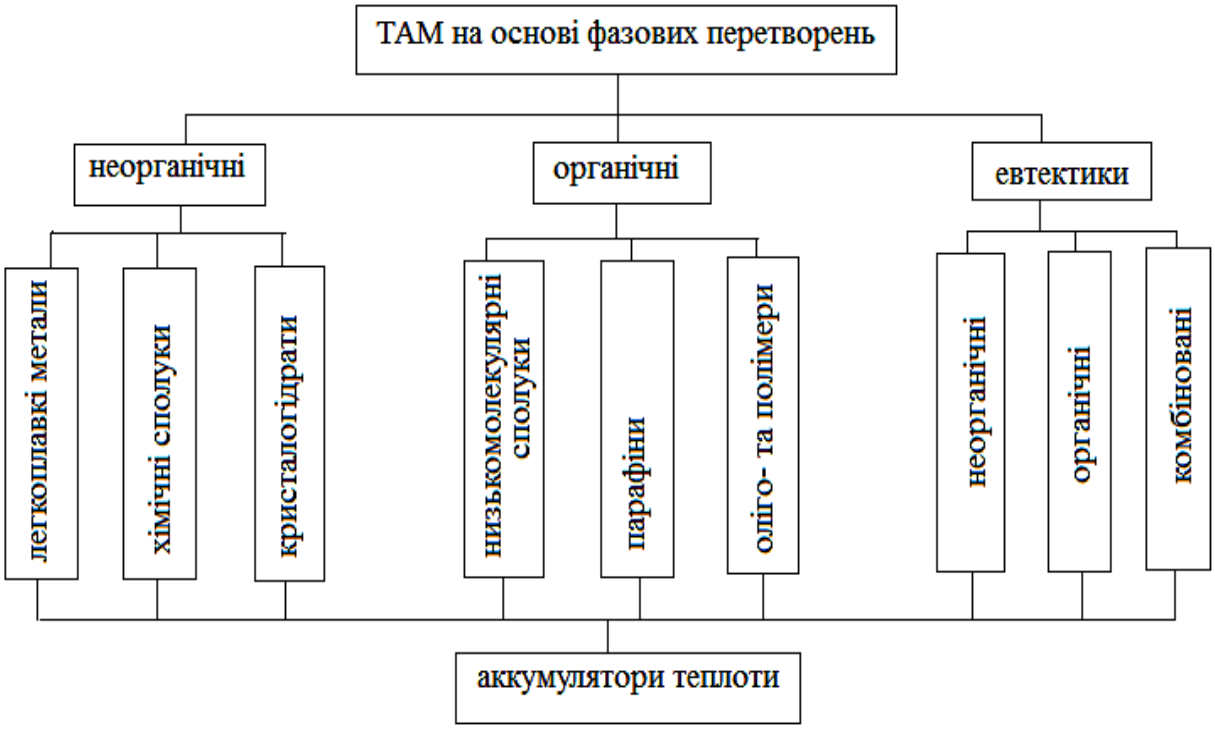



**Рис. 1. Класифікація класів речовин, що застосовуються в якості ТАМ на основі фазових перетворень**

– слабка хімічна активність;
– наявність доброї відтворюваності фазоперехідних властивостей протягом великого числа термоциклів;
– не висока ціна та доступність;
– задовольняти вимогам санітарної й екологічної безпеки;
– упакування ТАМ у контейнер і матеріал контейнеру повинні забезпечувати найкращі умови передачі теплоти.

Більшість ТАМ у розплавленому стані є корозійно-активними речовинами, в основному мають низький коефіцієнт теплопровідності, змінюють об'єм при плавленні й відносно дорого коштують. Широке застосування теплоакумуляторів з ТАМ, що плавляться, стримується, насамперед, міркуваннями економічності створюваних установок [3].

Для інтервалів робочих температур об’єктів інфраструктури можливо застосовувати кристалогідрати неорганічних солей, що пов'язано з їх доступністю та малою вартістю. Для реального застосування розглядаються кристалогідрати, що не розкладаються при плавленні або розчиняються в кристалізаційній воді, що входять до складу ТАМ. З метою забезпечення кристалізації з малим переохолодженням необхідно проведення систематичних досліджень залежності переохолодження від концентрації компонентів, від термічної передісторії рідкої фази, впливу зовнішніх факторів (домішки, що стимулюють кристалізацію, ультразвукові й електромагнітні впливи). До недоліків кристалогідратів слід віднести їх підвищену корозійну активність, осадження безводної солі на стінках контейнера при багаторазовому термоциклюванні.

Використання органічних речовин практично повністю знімає питання корозійного руйнування корпуса, забезпечує високі щільності енергії, що запасається, непогані економічні показ-

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

ники. Однак у процесі роботи високомолекулярних органічних речовин відбувається зниження теплоти плавлення за рахунок деструкції молекул. Застосування органічних матеріалів вимагає розвинених поверхонь теплообміну, внаслідок низького коефіцієнта теплопровідності ТАМ.

При більш високих робочих температурах застосовуються сполуки й сплави легких металів і солі. Недоліками перерахованих речовин є низькі коефіцієнти теплопровідності, корозійна активність, зміна об'єму при фазовому перетворенні.

Попередньо проведений автором аналіз відомих ТА фазового переходу і проведені дослідження [3] дозволяють розробити їхню класифікацію. Це потрібно для того, щоб у процесі подальших досліджень і проектуванні ТА були означені можливі перспективи розвитку їх схем та конструктивних рішень і використання ТАМ при можливому їх використанні для будівництва і реконструкції автомобільних доріг. В основу класифікації ТА була покладена попередньо представлена в літературних джерелах її версія [3], яка була розроблена на основі відомих та перспективних конструкцій ТА, що має перспективу подальшого всебічного розвитку при можливості змін та доповнень.

Класифікація ТА фазового переходу для можливого їх використанні при будівництві і реконструкції автомобільних доріг виконана за наступними ознаками:

– *За видом фазового переходу:* до них відносяться ТА, що працюють на основі:

а) фазового переходу плавлення - кристалізація;

б) поліморфного перетворення у твердій фазі.

– *За різновидом теплоносіїв, що використовуються для накопичення теплової енергії:* до них відносяться ТА, які для накопичення теплової енергії використовують наступні теплоносії:

а) охолоджуючі (нагріваючі) рідини;

б) технічні гази;

в) електричний струм;

г) повітря;

д) спеціальні експлуатаційні рідини об’єктів інфраструктури.

– *За різновидом теплоносіїв (тіл), яким віддається накопичена теплова енергія:* до них відносяться ТА, які віддають накопичену теплову енергію безпосередньо:

а) охолоджуючі рідини;

б) технічні гази;

в) повітряному потоку при впусканні його до об’єкту інфраструктури;

г) спеціальним рідким і газоподібним теплоносіям;

д) елементам конструкції об’єктів інфраструктури.

– *За типом теплообмінника:* ТА можуть мати у своєму складі:

1) капсульний теплообмінник:

- а) теплообмінник, що складається з капсул з нерухомою жорсткою стінкою;

- б) теплообмінник, що складається з капсул з еластичної пружною стінкою;

2) трубний або кожухотрубний теплообмінник:

- а) теплообмінник з нерухомо жорсткої стінкою з гладких труб;

- б) теплообмінник з нерухомою жорсткої стінкою з оребрених труб.

3) із скребковим видаленням ТАМ;

4) з ультразвуковим видаленням або електрогідравлічним руйнуванням затверділого ТАМ;

5) з прямим контактом і прокачуванням ТАМ;

6) з випарювально - конвективним перенесенням теплової енергії при безпосередньому контакті ТАМ і теплоносія.

– *За кількістю різних теплоакумулюючих матеріалів у одному тепловому акумуляторі (секції):*

а) один матеріал;

б) декілька теплоакумулюючих матеріалів в одному акумуляторі (секції)

– *За розташуванням (взаємним положенням) теплових акумуляторів (теплообмінників):*

а) паралельне розташування теплових акумуляторів (теплообмінників);

б) послідовне розташування теплових акумуляторів (теплообмінників);

в) комбіноване розташування теплових акумуляторів (теплообмінників);

– *За кількістю секцій у тепловому акумуляторі:*

1) односекційні;

2) багатосекційні теплові акумулятори:

– *За складом теплообмінників і способом передачі теплової енергії у ТА* можуть мати у своєму складі*:*

а) один теплообмінник, за допомогою якого здійснюються як накопичення, так і віддача накопиченої теплової енергії однієї температури;

б) два і більше теплообмінників, при цьому накопичення і віддача накопиченої теплової енергії здійснюються за допомогою різних теплообмінників з однією температурою.

в) два і більше теплообмінників, при цьому накопичення і віддача накопиченої теплової енергії здійснюється за допомогою різних теплообмінників з різними температурами.

г) два і більше теплообмінників, при цьому накопичення здійснюються за допомогою різних теплообмінників, а віддача накопиченої теплової енергії здійснюються за допомогою тільки одного теплообмінника, температура якого адаптована для об'єкта застосування утилізованої теплоти (має місце віддача і передача теплоти всередині самого акумулятора);

– *За типом теплоакумулюючого матеріалу:* в якості ТАМ можуть застосовуватись (рис. 1):

а) кристалогідрати солей та основ;

б) органічні речовини;

в) солі і основи;

г) метали і сплави;

д) композиційні матеріали - різні суміші вище названих речовин.

– *За типом теплової ізоляції:* до них відносяться ТА, що мають:

а) вакуумну (вакуумно-порошкову) теплову ізоляцію;

б) теплову ізоляцію, виконану з теплоізоляційних матеріалів;

в) комбіновану теплову ізоляцію, що складається з вакуумного прошарку будь-яких теплоізоляційних матеріалів.

– *За призначенням ТА у мобільних машинах* можуть застосовуватись для:

а) попереднього розігріву (підігріву) елементів конструкції об’єктів інфраструктури в умовах низьких температур навколишнього середовища;

б) оптимізації теплового навантаження;

в) охолодження (нагріву) повітря в об’єктах інфраструктури в умовах жаркого клімату, в технологічних приміщеннях тощо;

г) приводів агрегатів машин об’єктів інфраструктури;

д) побутових потреб;

є) для забезпечення роботоздатності елементів об’єктів інфраструктури у визначених місцях.

– *За способом віддачі теплоти від теплового акумулятора до теплоносія:*

а) активні, коли теплова енергія віддається примусово від акумулятора до теплоносія за рахунок зовнішніх впливів;

б) пасивні, коли теплова енергія відається природнім шляхом, тобто від найбільш нагрітого тіла до найменш нагрітого (шляхом теплопереносу, конвекцією, тощо).

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

Оцінку ефективності роботи ТА фазового переходу для можливого їх використанні при будівництві і реконструкції автомобільних доріг можливо проводити за наступними показниками [3] для їх складових.

**Висновок**

Для можливого використання при будівництві і реконструкції автомобільних доріг уточнена і сформована класифікація теплових акумуляторів фазового переходу та запропоновано проводити оцінку їх ефективності за результатами попередньо отриманих результатів оцінки ефективності її складових.

Таблиця 1

**Показники ефективності теплових акумуляторів фазового переходу [3]**

| № п/п | Показники | Представлення у вигляді | |
|---|---|---|---|
| | | реальних (розмірних) значень | відносних (безрозмірних) значень |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Часові (термінові) або температурно-часові | $\tau_{зар}$, $\tau_{збер}$, $\tau_{роз}$, $\tau_{ц}$, $t_{зар,і}$, $\tau_{зар,і}$, $t_{збер,і}$, $\tau_{збер,і}$, $t_{роз,і}$, $\tau_{роз,і}$ | $\bar{\tau}_{зар}$, $\bar{\tau}_{збер}$, $\bar{\tau}_{роз}$ |
| 2 | Енергетичні | Інтегральні: $Q_{зар}$, $Q_{збер}$, $Q_{роз}$, $Q_{АКК}$<br>Питомі: $q_{АКК}$<br>Потужностей: $P_{зар}$, $P_{збер}$, $P_{роз}$, $P^{сер}_{зар}$, $P^{сер}_{збер}$, $P^{сер}_{роз}$, $P^{пік}_{роз}$ | $\eta_{\Sigma}, \eta_{зар}, \eta_{збер}, \eta_{роз}$ |
| 3 | Ексергетичні | $\Xi_{під}, \Xi_{зар}, \Xi_{збер}, \Xi_{роз}$ | $\Psi_{\Sigma}, \Psi_{зар}, \Psi_{збер}, \Psi_{роз}$ |
| 4 | Ексергоекономічні | $E_{D,k}$, $c_{F,k}$, $c_{P,k}$, $C_{D,k}$, $Z_k$, $c_{F,k,x}$, $c^{X}_{F,k}$ $c_{P,k,x}$, $c_{P,k}$ | $\varepsilon_k$, $\varepsilon_k^{OPT}$, $f_k$ |
| 5 | Масогабаритні | $m_{TA}$, $m'_{TA}$, $G$, $V_{TA}$, $l_{TA}$ x $\delta_{TA}$ x $h_{TA}$ | $\Omega_{TA}$ |
| 6 | Визначені за структурою складних схем | $З_{\Sigma}$, $C_{\Sigma}$ | - |
| 7 | Визначені за режимом навантаження | $N_i^{спож}$, $N_i^{ген}$, $Q_i^{спож}$, $Q_i^{ут}$, $Q_i^{спож}$ | - |
| 8 | Надійності | - | $K_{ечаст}$, $\bar{K}_{част}$, $K_{част}$ $K_{пг}$, $K_{г}$, $K_{тв}$ |

**Список літератури**

**1. Левенберг В.Д. Аккумулирование тепла / В.Д. Левенберг, М.Р. Ткач, В.А. Гольстрем // Киев: Техника. 1991. - 112 с.**

**2. Александров В.Д. Теплоаккумулирующие материалы на основе кристаллогидратов / В.Д. Александров, О.В. Соболь, С.А. Фролова, И.В. Сельская, А.Ю. Соболев, С.Г. Бугасова, Н.В. Щебетовская, Д.П Лойко, В.Н. Ардатьев, О.Е. Сильченко, М.В. Стасевич // Вісник ДонНАБА. 2009. – 1 (75). – С. 100-103.**

**3. Александров В.Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів: монографія / В.Д. Александров, Ю.Ф. Гутаревич, І.В. Грицук, Ю.В. Прилепський, В.А. Постніков, А.М. Гущин, Д.С. Адров, В.С. Вербовський, З.І. Краснокутська – Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (Донецьке відділення), 2014.- 230 с.**

**4. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. М.:. Мир. – 1987. - 256 с.**

**5. Александров В.Д. Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлажденных жидкостей и аморфных сред. Донецк: Донбасс, 2011, 580с.**

**6. Левенберг В.Д. Энергетические установки без топлива. - Ленинград: Судостроение, 1987. - 104с.**

**7. Данилин В.Н., Долесов А.Г. Тепло- и холодоаккумулирующие матеріалі на основе ацетата натрия// Краснодар: Кубанский гос. техн. ун-т. Интернет – сайт: kubstu.ru/fams/dopoln8.htm. – 2007г.**

**8. Коринчевская Т.В. Теплоаккумулирующие материалы с фазовым переходом // Киев: Ин-т техн. теплофизики НАН Украины. Материалы Конференции молодых ученых СММТ 2008 г.**

**9. Александров В.Д. Разработка теплоаккумулирующих материалов на основе диаграмм состояния кристаллогидратов солей натрия / Александров В.Д., Постников В.А., Соболь О.В., Соболев А.Ю., Остапенко В.В., Снежкин Ю.Ф., Михайлик В.А., Уланов Н.М., Грицук И.В. // Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы физико-химического материаловедения» 30.09.2013 – 4.10.2013г.: Тезисы докладов. – Макеевка: ДонНАСА, 2013. с. 35.**

**10. Александров В.Д. Этапы развития кластерно-коагуляционной теории кристаллизации переохлажденных гидкостей / Александров В.Д., Александрова О.В., Грицук И.В., Костанда Ю.В., Нагорная Н.П., Постников В.А., Соболь О.В., Фролова С.А., Щебетовская Н.В., Покинтелица Е.А., Мозгунова Т.В. // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Збірник наукових праць. - Макіївка: ДонНАБА, 2013– Випуск 2013 – 1 (99). с. 21-28.**

**Грицук А.И. Особенности классификации тепловых аккумуляторов фазового перехода**

*В статье описаны особенности формирования классификации тепловых аккумуляторов фазового перехода для возможного их использования при строительстве и реконструкции автомобильных дорог.*

***Ключевые слова:*** *тепловой аккумулятор, фазовый переход, классификация, требования, показатели.*

**Gritsuk A.I. Features classification heat accumulator phase transitions**

*This article describes the features of the formation of thermal batteries classification phase transition for possible use in the construction and reconstruction of roads.*

***Keywords:*** *heat accumulator, phase transition, classification, requirements, performance.*

*Стаття надійшла до редакції 20.06.2016 р.*

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

# 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<br>Абзац: вирівнювання – по лівому краю, міжрядковий інтервал – одинарний |
| Пустий рядок | Шрифт: 12пт,<br>Абзац: міжрядковий інтервал – одинарний |
| ***Прізвище (-ща) та ініціали автора (-ів), науковий ступінь, вчене звання<br>Повна назва організації*** | Шрифт: 11пт, напівжирний курсив<br>Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний |
| Пустий рядок | |
| **НАЗВА СТАТТІ** | Шрифт: 14пт, напівжирний,всі букви строчні<br>Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний |
| Пустий рядок | |
| *Анотація мовою оригіналу статті(не більш 80 слів, ширина рядка 130 мм)*<br>*Ключові слова:* | Шрифт: 11пт, курсив<br>Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ ліворуч – 20мм, та праворуч – 20мм. |
| Пустий рядок | |
| Основний текст статті<br>Текст рукопису повинен містити такі розділи, як: | Шрифт: 12пт, звичайний<br>Абзац: вирівнювання – по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – множитель 1,1пт, відступ першого рядка – 7,5мм. |

| | |
|---|---|
| **Постановка проблеми**<br>де відображається історія предмету дослідження, актуальність та сучасний стан проблеми;<br>**Аналіз останніх досліджень**<br>на які спирається автор, виділення невирішених раніше аспектів загальної проблеми, яким присвячується означена стаття;<br>**Мета статті**<br>(постановка задачі);<br>**Основний розділ**<br>(можливі підрозділи);<br>**Висновки**<br>де стисло та чітко підсумовуються основні результати, що були одержані автором (-ами). | Назви розділів напівжирним шрифтом без крапки наприкінці.<br>Таблиці повинні мати тематичні назви та порядкові номера (без знаку №), на які даються посилання у тексті.<br>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.<br>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.<br>Нумерація формул дається арабськими цифрами в круглих дужках праворуч.<br>Посилання на джерела беруться у квадратні дужки. |
| Пустий рядок | |
| **Список літератури**<br>**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:<br>Шрифт: 11пт, курсив;<br>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)***<br>***Анотация (Анотація).*** *Анотація на альтернативній мові (російська, якщо стаття на українській мові; або українська, якщо стаття на російській мові.*<br>***Ключевые слова (Ключові слова):*** *на альтернативній мові* | Шрифт: 12пт, курсив<br>Абзац: вирівнювання –по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм |
| Пустий рядок | |
| ***П.І.Б. авторів. Назва статті на англійській мові***<br>***Abstract.*** *Переклад анотації на англійську мову.*<br>***Keywords:*** *Переклад ключових слів на англійську мову* | Шрифт: 12пт, курсив<br>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.**

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

# 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**
№ 2, 2016
(українською, російською та англійською мовами)

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

Формат 60x84⅛. Ум. друк. арк. 4. 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**
№ 2, 2016
(на украинском, русском и английском языках)

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

Формат 60x84⅛. Усл. печ. л. 4. 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**
№ 2, 2016
(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. Circulation 100

**Donetsk academy of automobile transport**
*Address of founder and editorial office*:
b. Dzerzhinsky, 7 c. 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. October, 22 a, c. Donetsk, 83030, Ukraine
*Tel.*:+38 (062) 388-21-67