



**ВІСНИК
ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ
АВТОМОБІЛЬНОГО
ТРАНСПОРТУ**

**№1
2022**

**VÌSNIK
DONES'KOÏ AKADEMÏÏ
AVTOMOBÌL'NOGO
TRANSPORTU**

Науковий журнал

Транспортні технології

Транспорт і двигуни внутрішнього згорання

Надійність і довговічність механізмів машин

Проектування, будівництво та експлуатація автомобільних доріг

Виходить 4 рази на рік

Видається з січня 2004 року

Донецьк
2022

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

Прилепський Ю.В., к.т.н., доцент

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Балабін І.В. (Російська Федерація), Белов Ю.В., Белоусов 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), Мельнікова О.П., Міротін Л.Б. (Російська Федерація), Міщенко М.І., Паламарчук М.В., Пенчук В.О., Сіл'янов В.В. (Російська Федерація), Солнцев О.О. (Російська Федерація), Чепцов М.М., Шамота В.П., Шатров М.Г. (Російська Федерація)

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії транспорту Протокол № 7 від 18.03.2021 р.

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

Видання зареєстровано і обробляється в міжнародних наукометричних системах РІНЦ (Російська Федерація), «Index Copernicus» (Польща), «Google Scholar».

Електронна версія видання надається у вільний доступ на власному сайті журналу «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту», на платформі Наукової електронної бібліотеки eLibraгу.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 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. Октябрю, 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



**ВЕСТНИК
ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ
АВТОМОБИЛЬНОГО
ТРАНСПОРТА**

**№1
2022**

**VESTNIK
DONESKOJ AKADEMII
AVTOMOBIL'NOGO
TRANSPORTA**

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
2022

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 Прилепский Ю.В., к.т.н., доцент

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

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 транспорта Протокол № 7 от 18.03.2022 г.

Свидетельство о государственной регистрации: серия КВ № 15 936-4408 ПР от 02.12.2009 г., выдано Министерством юстиции Украины.

Издание зарегистрировано и обрабатывается в международных наукометрических системах РИНЦ (Российская Федерация), «Index Copernicus» (Польша), «Google Scholar».

Электронная версия издания предоставляется в свободный доступ на собственном сайте журнала «Вестник Донецкой академии транспорта», на платформе Научной электронной библиотеки eLibrary.ru и на сайте Национальной библиотеки Украины имени В.И. Вернадского.

Издание отображается в реферативной базе данных «Україніка наукова».

В журнал вошли статьи сотрудников, магистрантов, аспирантов и докторантов Донецкой академии 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 пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086
учредителя и тел.: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua,
редакции: 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



**BULLETIN
OF THE DONETSK
ACADEMY
OF AUTOMOBILE
TRANSPORT**

**№1
2022**

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
2022

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 Prilepsky Yu.V., Candidate of Engineering Sciences, Docent

EDITORIAL BOARD MEMBERS:

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 Transport Protocol number 7 of 18.03.2022

State registration certificate: series number KV №15 936-4408 PR from 02.12.2009, Issued by the Ministry of Justice Ukraine

Magazine is registered and processed in the international scientometric systems RINTS (Russian Federation),

«Index Copernicus» (Poland), "Google Scholar».

The electronic version of of edition is provided free access to their own online journal "Bulletin of Donetsk Academy of Automobile Transport" on the platform of the Scientific Electronic Library Online eLibrary.ru and the National Library of Ukraine named after V.I. Vernadsky.

The publication appears in a summary database "Ukrainika science."

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

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

Materials of number are printed by the language of original

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

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

Edition is being published since 2004:

2004-2009 – Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту
since 2009 – Вісник Донецької академії автомобільного транспорту

ЗМІСТ

Транспортні технології

Маковецький С. А., Сидоренко К. І. Управління ланцюгами поставок у сучасних умовах	10
Прилепський Ю. В., Ткачов С. А., Стародубцева Е. І., Гуртовенко О. І., Целуйко Л. В. Випробування методів спостереження та реєстрації вібросигналу від діючих механізмів	14
Семикіна А. С., Загородній Н. А., Нарожний І.М. Оцінка транспортного потоку	29
Середов Є.А. Вплив переваг пасажирів на визначення необхідної кількості пасажирських поїздів	36
Лучко М.І. Система обліку пасажирів для автоматизації моніторингу роботи міського пасажирського транспорту	44
Правила подання та оформлення статей	51
Порядок рецензування статей	53

СОДЕРЖАНИЕ

Транспортные технологии

Маковецкий С.А., Сидоренко К.И. Управление цепями поставок в современных условиях	10
Прилепский Ю.В., Ткачев С.А., Стародубцева Е.И., Гуртовенко А.И., Целуйко Л.В. Опробование методов наблюдения и регистрации вибросигнала от действующих механизмов	14
Семыкина А.С., Загородний Н.А., Нарожный И.М. Оценка транспортного потока	29
Середов Е.А. Влияние предпочтений пассажиров на определение необходимого количества пассажирских поездов	36
Лучко М.И. Система учета пассажиров для автоматизации мониторинга работы городского пассажирского транспорта	44
Правила представления и оформления статей	51
Порядок рецензирования статей	53

CONTENTS

Transport technology

Makovetsky S.A., Sidorenko K.I. Supply chain management in modern conditions	10
Prilepskyi Yu.V., Tkachov S.A., Starodubtseva E.I., Gurtovenko A.I., Tselujko L.V. Testing of methods of observation and registration of vibration signal from active mechanisms	14
Semykina A. S., Zagorodny N. A., Narozhny I. M. Estimation of the transport flow	29
Seredov E. A. The influence of passenger preferences on the determination of the required number of passenger trains	36
Luchko M. I. Passenger accounting system for automation of monitoring of urban passenger transport	44
Submission rules and guidelines	51
The order of reviewing articles	53

УДК 331.08:658.7

**МАКОВЕЦКИЙ С.А., к.э.н., научный сотрудник отдела моделирования экономических систем
ГБУ «Институт экономических исследований»
СИДОРЕНКО К. И.**

УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В настоящей статье дан анализ классическому управлению цепями поставок. Обосновывается необходимость внедрения инновационного управления цепями поставок, на основе анализа сравнительного эффекта от внедрения современного подхода.

Ключевые слова: цепь поставок, управление цепями поставок, современный подход, цифровая цепь, инновационное управление.

Постановка задачи

В настоящее время можно с уверенностью сказать, что все страны мира, а значит, и глобальный рынок стал единым конкурентным полем, со значительной степенью неопределенности, высокими темпами инфляционных ожиданий и, в тоже время, всё возрастающими требованиями к уровню качества потребляемых товаров и услуг, а так же обслуживанию клиентов. В условиях постоянно растущей конкуренции и меняющегося рынка зависимости и отношения между компонентами субрынков становятся все более и более важны.

В связи с этим, можно сказать, что понятие «цепочка поставок» охватывает все хозяйствующие субъекты (поставщики, производители, дистрибьюторы и розничные торговцы), которые работают сообща для обработки всех фаз преобразования сырья в конечный продукт для доставки потребителю. В условиях передовых рыночных тенденций, все больше и больше компаний сосредотачиваются на оптимизации себестоимости товара и услуг, улучшая не только внутренние процессы, но и логистическую цепь в которой они непосредственно участвуют. В связи с вышесказанным, сформирована цель статьи.

Цель работы

Обзор современных подходов к управлению цепями поставок, а также выявление их негативных аспектов и их оптимизации.

Основная часть

Цепочка поставок – это глобальная сеть, обеспечивающая доставку товаров и/или услуг внутри страны и за ее пределами. Цепочка поставок обеспечивает доставку продукции от сырья до конечных потребителей с использованием определенной структуры, включающей эффективную сеть и продуктивный информационный канал. Первичная цепочка поставок любого продукта включает в себя сырье, производителя, дистрибьютора, розничного продавца и покупателя.

Рассмотрим традиционную цепочку поставок включает несколько, но простых шагов:

1. Сбор сырья. На первом этапе необходимо осуществить условия для сбора сырья, используемого при производстве конечного продукта. Соответствующее сырье может быть одного типа или может включать несколько других продуктов, собираемых из различных источников.

2. Сбор материалов от поставщиков: производители должны приобрести все необходимое сырье для производства конечного готового продукта.

3. Производство: затем производитель инициирует и завершает все процессы, необходимые для производства готового продукта. Для каждой операции могут быть разные процедуры, и может использоваться разное оборудование.

4. Распространение среди покупателей: процесс, при котором готовый продукт

распределяется среди розничных продавцов.

5. Потребление конечными покупателями: последний этап – покупка готовой продукции покупателем.

С другой стороны, с учетом современных реалий, сегодняшняя цепочка поставок – это вовсе не цепочка, а скорее гибкая, адаптивная сеть создания материальных благ, предназначенная для обеспечения мгновенного выбора и гиперперсонализации по различным каналам распределения и расширяющемуся спектру цифровых возможностей. Традиционная модель производства больших объемов одного и того же продукта для розничных продавцов и дистрибьюторов ушла в прошлое.

Исследования показали, что на сегодняшний день компании меняют свои методы управления цепочками поставок. На этапе становления управления цепями поставок процессы передачи товаров и услуг от одной компании к другой представляли собой смесь ручных и компьютерных процедур. Единственным средством достижения этого было ручное вмешательство и электронные таблицы Excel вверх и вниз по цепочке. В дни более коротких жизненных циклов новых продуктов это становится слишком медленным.

Спрос на «быстрее, дешевле, лучше» приводит к поворотному моменту в том, как компания реагирует на требования своих клиентов в цепочке поставок. Компании ищут способ автоматизировать процесс закупок и увеличить время выхода на рынок. Переход к полностью цифровой среде не только сокращает время выхода компании на рынок, но и повышает качество, улучшает деятельность по сокращению затрат и повышает удовлетворенность клиентов.

Сегодняшняя цепочка поставок – это сеть поставок, предназначенная для обеспечения мгновенного выбора и гиперперсонализации по нескольким каналам выполнения и расширяющемуся диапазону цифровых возможностей. Переход от традиционной цепочки поставок к сети поставок создает пространство для роста, оптимизирует операции и улучшает обслуживание при одновременном снижении затрат и оборотного капитала. В то же время эта новая модель вводит более высокие уровни сложности, поскольку теперь организации должны управлять потоками материалов, продуктов и данных между растущим числом партнеров по экосистеме, и все они должны быть скоординированы для поддержания стабильности в сети.

Успешная сеть поставок использует интеллектуальные приложения автоматизации на основе данных, такие как искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО), чтобы обеспечить возможности постоянного планирования и автоматические ответы на заранее определенные сценарии. Эти возможности приводят к сокращению циклов планирования и возможности более быстрого реагирования на динамику спроса и предложения; что еще более важно, систему можно научить различать несущественные сдвиги и ситуации, требующие повторного планирования. Развитие возможностей автономного планирования и беспилотной сети поставок должно стать важной долгосрочной целью для каждой организации, производящей потребительские товары. Чтобы достичь этого видения, предприятия должны сосредоточиться на создании следующих основ:

- целостность данных;
- цифровые операции;
- параллельное планирование;
- культура.

Переходя к цифровой цепочке поставок, интерфейсы прикладных программ, широко известные как API, обеспечивают лучшую видимость систем поставщиков для создания компьютерных решений. С помощью этой технологии программное обеспечение клиента может получать данные в режиме реального времени, такие как информация о запасах и ценах. Эти данные в режиме реального времени помогают принять решение, сравнивая их потребности со способностью поставщика их удовлетворить. Цифровая платформа, которая становится началом цепочки поставок вещей (SCoT). Компании могут получить

экспоненциальные преимущества в своих процессах, изучив и приняв некоторые из этих методологий.

Недостатки традиционного подхода к управлению цепями поставок: ограниченные возможности отслеживания всей цепочки поставок; отсутствие обновления данных в реальном времени; больше ожидаемых задержек; не может адаптироваться или меньше реагирует на изменяющиеся рыночные условия; излишние запасы; более высокий уровень себестоимости.

В тоже время, очевидные преимущества цифрового управления цепочками поставок, такие как: маневренность, снижение себестоимости, возможность эффективно отследить перемещение грузов, повышенный уровень безопасности продукта, углубление в специализацию технологий не дают усомниться в необходимости постоянного совершенствования подходов к управлению цепями поставок.

Заключение

Традиционная цепочка поставок фокусируется только на производстве и снабжении, тогда как современная (цифровая или инновационная) цепочка поставок фокусируется на потребностях клиентов в целом, а также направлена на повышение ценности продукта, доставляемого покупателю, а не только на аспекте распределения.

Инновационная цепочка поставок позволяет любой бизнес-организации ощутить ценность партнерства, в то время как традиционная цепочка поставок не оставляет иного выбора, кроме как справляться листинговым компаниям в одиночку. Преимущества организации, перешедших на инновационность позволяют повысить качество продукта для конечного потребителя. Напротив, традиционная цепочка поставок не имеет таких стратегий повышения качества готового продукта.

Список литературы

1. Иванов Д. А. Логистика. Стратегическая кооперация. – М.Вершина, 2006. – 176 с.
2. Будунова Х. М. Экономические отношения России и Франции на современном этапе // Российский внешнеэкономический вестник. — 2018. — № 11. — С. 121–132.
3. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / Под общ. ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2004. – 316 с.
4. Маковецкий, С.А. Внедрение механизмов развития транспортной отрасли // Маковецкий С.А., Савостьянова А.С. // «ЭКОНОМИКА И МАРКЕТИНГ В XXI ВЕКЕ: ПРОБЛЕМЫ, ОПЫТ, ПЕРСПЕКТИВЫ»: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. (ДНР, г. Донецк, 25–26 ноября 2021 г.) Донецк: ДонНТУ, 2020. – С. 331–335.
5. Сергеев В.И. Управление цепями поставок в России миф или реальность? // Логистика и управление цепями поставок. - 2010. - № 1. - С. 90
6. Темирбеков Ж. Разработка рекомендаций по формированию и технологии функционирования транспортно-логистических центров /Ж. Темирбеков // Вестник НГИЭИ. — 2016. — С. 99–103.
7. Гатторн, Дж Управление цепями поставок Москва: ИНФРА-М, 2008. — 670 с.
8. Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок 2-е изд. / [Пер. с англ. Н. Н. Барышниковой, Б. С. Пинскера]. — М.: ЗАО «Олимп—Бизнес», 2008. — 640 с.
9. Заводова О.В. Инновации в управлении цепями поставок. СПб.: Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет, 2011 г., – 107 с.
10. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2009. — 660 с. — ISBN 978-5-7422-2353-5.
11. Проценко О.Д., Проценко И.О. Логистика и управление цепями поставок - взгляд в будущее: макроэкономический аспект. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2012. — 192 с. — ISBN 9785774906635.
12. Юкин Ю.А. Интегрированное планирование цепей поставок. Монография. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет, 2011 г., – 127 с.

13. Les autoroutes ferroviaires [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/autoroutes-ferroviaires> (дата обращения: 31.05.2022).

Маковецкий С. А., Сидоренко К. И. Управління ланцюгами поставок у сучасних умовах

***Анотація.** В роботі проведена програмна реалізація модуля оцінки прийнятих планировщиком рішень для планування оперативного графіка руху залізничного транспорту. Головною його частиною є алгоритм прийняття рішень, розроблений на основі методів Electre і принципів попарного порівняння альтернатив. Серед подальших напрямків розвитку розробленого модуля можна виділити наступні: детальне пояснення приймаємих рішень, пошук найкращих варіантів траєкторій поїздів і пропозиція їх диспетчеру, розширення списку критеріїв і додавання функції гнучкої налаштування їх ваг, побудова загальної функції задоволеності агентів і можливість її коректування в залежності від цілей розв'язуваної задачі. Головним результатом дослідження є висновок про застосуваність методів класичної теорії прийняття рішень до задачі планування розкладів руху залізничного транспорту і отримання позитивних результатів після їх впровадження в реальну систему планування.*

***Ключові слова:** експертні системи, модуль оцінки, запит, диспетчер, діаграма станів, алгоритм, список критеріїв.*

Маковецкий С.А., Сидоренко К.И. Supply chain management in modern conditions

***Abstract.** This article analyzes the classical supply chain management. The necessity of introducing innovative supply chain management is substantiated, based on the analysis of the comparative effect of the introduction of a modern approach.*

***Keywords:** supply chain, supply chain management, modern approach, digital chain, innovative management.*

УДК 629.424.1:621.319.4

ПРИЛЕПСКИЙ Ю. В., к.т.н., доцент; ТКАЧЕВ С. А., ассистент;
СТАРОДУБЦЕВА Е. И., магистрант; ГУРТОВЕНКО А. И., магистрант
ОО ВПО Донецкая академия транспорта, г. Донецк,
ЦЕЛУЙКО Л. В., ассистент,

ГОУ ВПО Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОПРОБОВАНИЕ МЕТОДОВ НАБЛЮДЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ВИБРОСИГНАЛА ОТ ДЕЙСТВУЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ

Проведено опробование различных методов наблюдения и регистрации вибросигнала, генерируемого действующими механизмами. Проанализированы преимущества и недостатки показанных методов. Показаны возможности определения зависимости параметров вибросигнала от режимов работы испытываемых технических объектов, в частности двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова: метод наблюдения, метод регистрации, объект технический, колебания упругие, датчик вибрационный, частота вращения, удаленность от датчика, нагрузка ДВС, давление в цилиндрах

Постановка задачи

Надежность и безаварийность работы технических объектов, в том числе автотранспортных средств и технологического оборудования автотранспортных предприятий, в значительной мере зависит от качества диагностики его узлов и агрегатов. В настоящее время скрупулёзная диагностика автотранспортных средств осуществляется, главным образом, в стационарных условиях с использованием специализированных стендов рамках автотранспортных предприятий при проведении плановых технических обслуживаний и текущих ремонтов.

Вместе с тем, стендовые испытания не учитывают многие эксплуатационные факторы и не дают полной картины состояния транспортного средства в процессе реальной эксплуатации. Оснащение же автотранспортного средства бортовыми диагностическими системами позволяет оценить техническое состояние автотранспортного средства в конкретное время и конкретных условиях эксплуатации. Кроме того, оснащение автотранспортного средства надежными бортовыми диагностическими системами позволяет фиксировать изменение его параметров во времени и экстраполировать техническое состояние на последующие периоды. Одним из методов диагностики, получивших развитие в последнее время, является вибродиагностика, основанная на фиксации изменений параметров упругих колебаний в зависимости от режимов и технического состояния автотранспортного средства [1, 2].

К преимуществам данного метода следует отнести:

- 1) отсутствие дорогостоящего оборудования;
- 2) возможность организации бортовой диагностики;
- 3) относительную простоту метода диагностики;
- 4) информативность метода;
- 5) возможность использования микропроцессорных систем;
- 6) возможность передачи данных на отдаленный сервер в режиме on-line.

Вместе с тем, для реализации данного метода необходимо знать характер изменения частоты и амплитуды упругих колебаний, генерируемых в ДВС при изменении режимов его

работы. Для надежности метода вибродиагностики необходимо тщательно выбирать методику наблюдения, фиксации параметров вибросигнала и дальнейшей обработки полученных результатов.

Цель работы

Подобрать и опробовать методику наблюдения и регистрации параметров состояния технических объектов, в том числе, автотранспортных средств, которая может быть использована для компактных бортовых диагностических систем.

Основная часть

В данной работе исследовали следующие методики наблюдения и фиксирования параметров вибросигнала работающего механического объекта:

- 1) наблюдение вибросигнала и определение его параметров с помощью электронно-лучевого осциллографа;
- 2) использование специального программного обеспечения для регистрации колебаний вибродатчика через аудиовход ПЭВМ;
- 3) применение для наблюдения и регистрации вибросигнала цифрового осциллографа или цифровой осциллографической USB приставки.

На основании ранее проведенных исследований [1] в качестве датчиков вибрации были выбраны датчики ускорения (акселерометры) как наиболее информативные в наблюдении упругих колебаний, генерируемых в технических объектах.

Для проведения экспериментов использованы акселерометры Д14.507 и 18.3855, представленные на рисунке 1.



а)



б)

Рис. 1. Вибродатчики ускорения (акселерометры): а) - Д14.507; б) - 18.3855

Технические характеристики показанных датчиков приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики вибрационных датчиков

Наименование параметра	Значение параметра	
	Д14.507	18.3855
Тип датчика	Пьезоэлектрический	
Коэффициент преобразования, мВ*с ² /м	21	28
Электрическая емкость, пФ (не более)	1700	1300
Выходное сопротивление, МОм	1,3	1,0
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %	10	6
Масса, кг	0,015	0,04

Как следует из приведенных данных, характеристики датчиков близки с незначительным приоритетом вибродатчика 18.3855.

Существенным ограничительным параметром является высокое выходное сопротивление, которое накладывает ограничения на аппаратуру для наблюдения и регистрации параметров.

Для опробования первой методики наблюдения и фиксирования параметров вибросигнала использовали двухканальный электронно-лучевой осциллограф С1-79, внешний вид которого представлен на рисунке 2.

**Рис. 2. Внешний вид электронно-лучевого двухканального осциллографа С1-79**

Основные технические характеристики осциллографа С1-79 представлены в таблице 2

Таблица 2

Основные характеристики электронно-лучевого двухканального осциллографа С1-79

Наименование параметра	Един. измер.	Значение
Количество каналов вертикального отклонения	—	2
Минимальная чувствительность каналов вертикального отклонения	В/дел.	5
Максимальная чувствительность каналов вертикального отклонения	мВ/дел.	
Полоса пропускания каналов вертикального отклонения	МГц	0 ... 100
Минимальная частота развертки канала горизонтального отклонения	Гц	0,1
Максимальная частота развертки канала горизонтального отклонения	МГц	10
Максимальная погрешность каналов вертикального отклонения	%	1
Максимальная погрешность каналов горизонтального отклонения	%	2

отклонения

Для генерации колебаний использовали электрическое точило SCM-1 мощностью 370 Вт с частотой вращения 2950 об/мин и диаметром двух дисков 150 мм. Один из дисков имеет смещения центра масс. Внешний вид точила с закрепленными вибродатчиками представлен на рисунке 3.

Для реализации второй методики с использованием аудиовхода ПЭВМ пришлось изготовить дополнительное устройство, согласующее высокоомный выход вибродатчика ($\geq 1\text{МОм}$) и относительно низкоомный вход аудиокарты ($\approx 100\ \text{Ом}$).

Принципиальная схема согласующего устройства и его внешний вид приведены на рисунке 4.

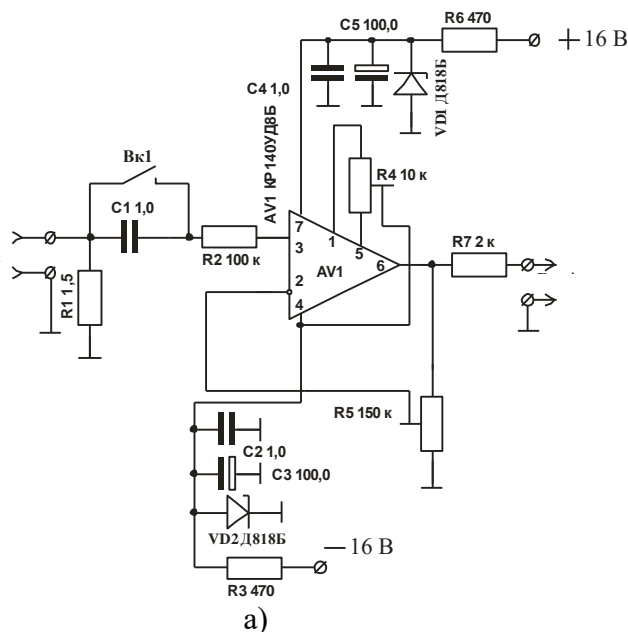


а)



б)

Рис.3. Вид источника колебаний со смещенным центром масс и с закрепленными датчиками а) - 18.3855; б) - Д14.507



а)



б)

Рис.4. Принципиальная схема (а) и внешний вид (б) согласующего устройства

При реализации третьей методики использовали осциллографические USB приставки: Disco-2 и VDS1022I, представленные на рисунке 5.



а)



б)

Рис.5. Внешний вид осциллографических USB приставок Disco-2 (а) и VDS1022I (б)

Основные технические характеристики осциллографических USB приставок приведены в таблице 3.

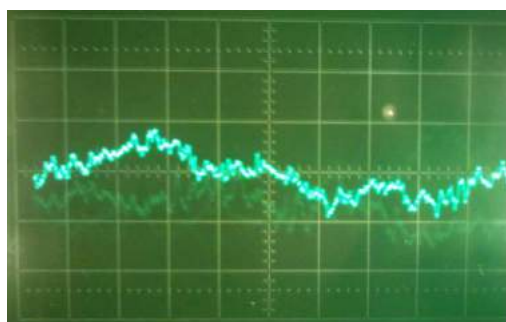
Таблица 3

Основные технические характеристики осциллографических USB приставок, использованных в экспериментах

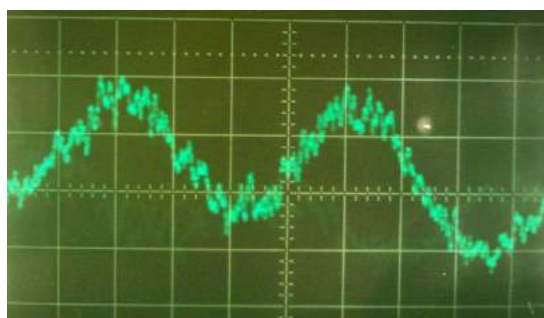
Параметр	Значение параметра	
	Disco-2	VDS1022I
Полоса пропускания	не обозначено	0-25 МГц
Время нарастания фронта	не обозначено	≤14 нс
Количество каналов	2	2 + 1 канала
Частота дискретизации	100 кГц	100 МГц
Входной импеданс	$R_{вх} = 1 \text{ МОм} \pm 5\%$, $C_{вх} = 10 \text{ пФ} \pm 3 \text{ пФ}$	$R_{вх} = 1 \text{ МОм} \pm 2\%$, $C_{вх} = 10 \text{ пФ} \pm 3 \text{ пФ}$
Интерфейс	USB 2.0	USB 2.0

Помимо представленного выше источника упругих колебаний (см. рис. 3) использованы поршневые двигатели внутреннего сгорания: дизельный шестицилиндровый четырехтактный рядный ДВС K461 с очередностью работы цилиндров 1-5-3-6-2-4 и бензиновый четырехцилиндровый четырехтактный рядный ДВС GM20E № 0203957 с очередностью работы цилиндров 1-3-4-2.

Осциллограммы, полученные с использованием источника вибросигнала (см. рис. 3) и электронно-лучевого осциллографа (см. рис. 2) представлены на рисунке 6.



а)



б)

Частота развертки 0,1 кГц, чувствительность канала вертикального отклонения 0,02 В/дел.

Рис.6. Типовая осциллограмма вибросигнала от датчиков Д14.507 (а) и 18.3855 (б)

Как следует из приведенных осциллограмм, четко прослеживаются сигналы от раскочки из-за несбалансированности вращающихся масс и упругие колебания повышенной частоты от шарикоподшипниковых узлов.

Однако, несмотря на неоспоримое преимущество аналогового процесса (непрерывность и полное отсутствие дискретизации фиксации значений параметров), использование аналогового электронно-лучевого осциллографа имеет существенные недостатки:

- значительная масса прибора и его питание от сети переменного тока напряжением 220;
- отсутствие записи результатов замеров в режиме online, что исключает возможность использования данной методики в бортовой диагностической системе;
- возможность обработки осциллограмм только фотометодом с ручным замером параметров.

При попытке прямого подключения низкоомного аудиовхода ПЭВМ к высокоомному выходу вибродатчика, последний фактически «закорачивается», и на осциллограмме его отображение практически отсутствует (см. рис. 7).

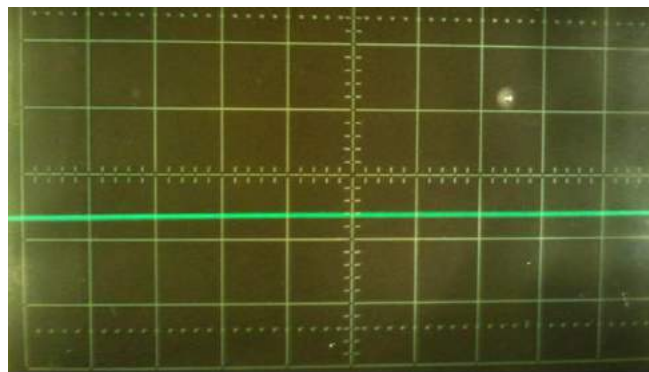


Рис.7. Отсутствие сигнала от датчика Д14.507 при параллельном подключении осциллографа и входа звуковой карты

Приведенное обстоятельство явилось причиной разработки и изготовления дополнительного согласующего устройства (см. рис. 4).

Дальнейшие эксперименты проводили на действующих поршневых двигателях внутреннего сгорания. Внешний вид измерительного комплекса с использованием аудиовхода ПЭВМ (Netbook Acer) и редактора „Adobe Audition 1.5” представлен на рисунке 8.



Рис.8. Внешний вид регистрационного ПЭВМ с редактором обработки сигнала „Adobe Audition 1.5”

Эксперименты с записью вибросигнала через аудиокарту осуществляли на бензиновом ДВС GM20E, внешний вид которого с закрепленным вибродатчиком Д14.507 представлен на рисунке 9.



Рис.9. Внешний вид ДВС GM20E с закрепленным вибродатчиком Д14.507

Записанные виброграммы для частот вращения коленчатого вала 900 об/мин и 3000 об/мин представлены на рисунке 10.

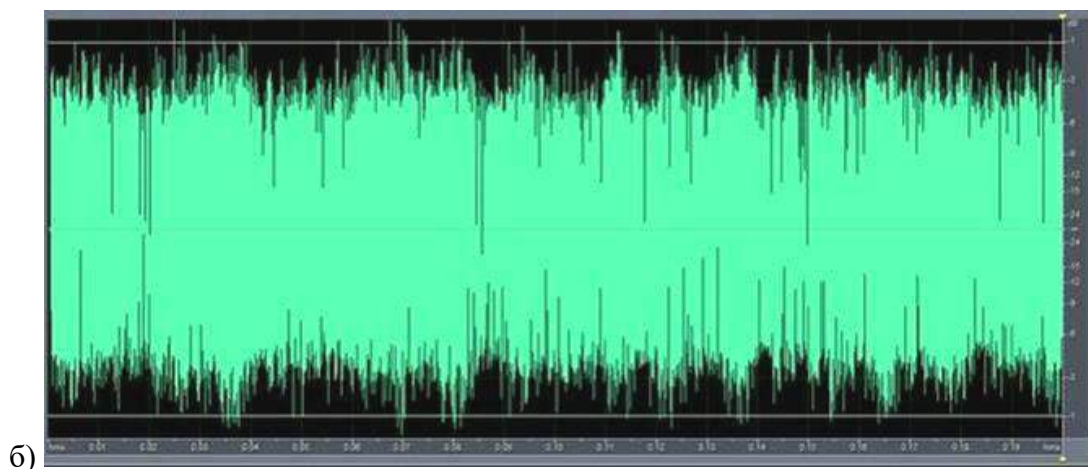
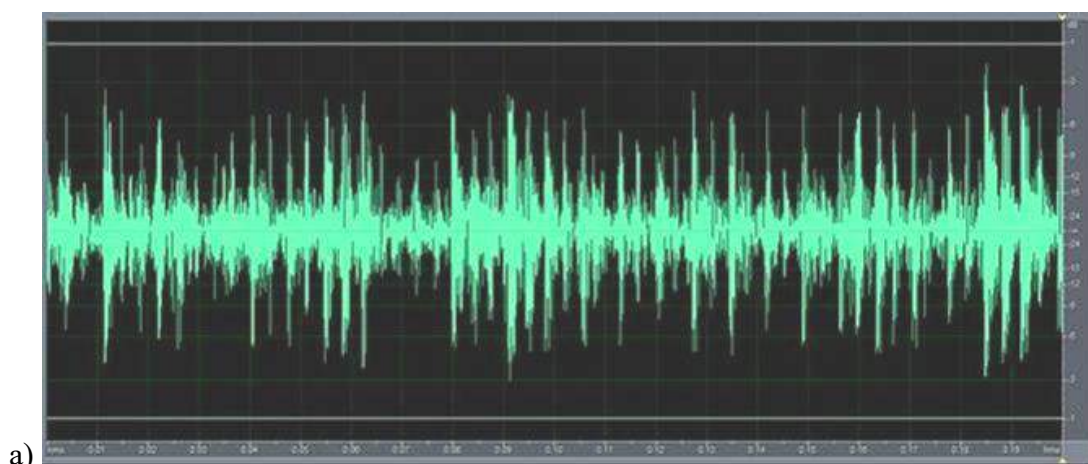


Рис.10. Вид записанного вибросигнала в редакторе „Adobe Audition 1.5” при частоте вращения коленчатого вала 950 об/мин. (а) и 3000 об/мин. (б)

Аналогичные записи были реализованы с использованием дизельного ДВС К461, внешний вид которого с закрепленным вибродатчиком Д14.507 представлен на рисунке 11.



Рис.11. Внешний вид дизельного двигателя К461 с закрепленным датчиком Д14.507

Записи вибросигнала при различных частотах вращения коленчатого вала представлены на рисунке 12.

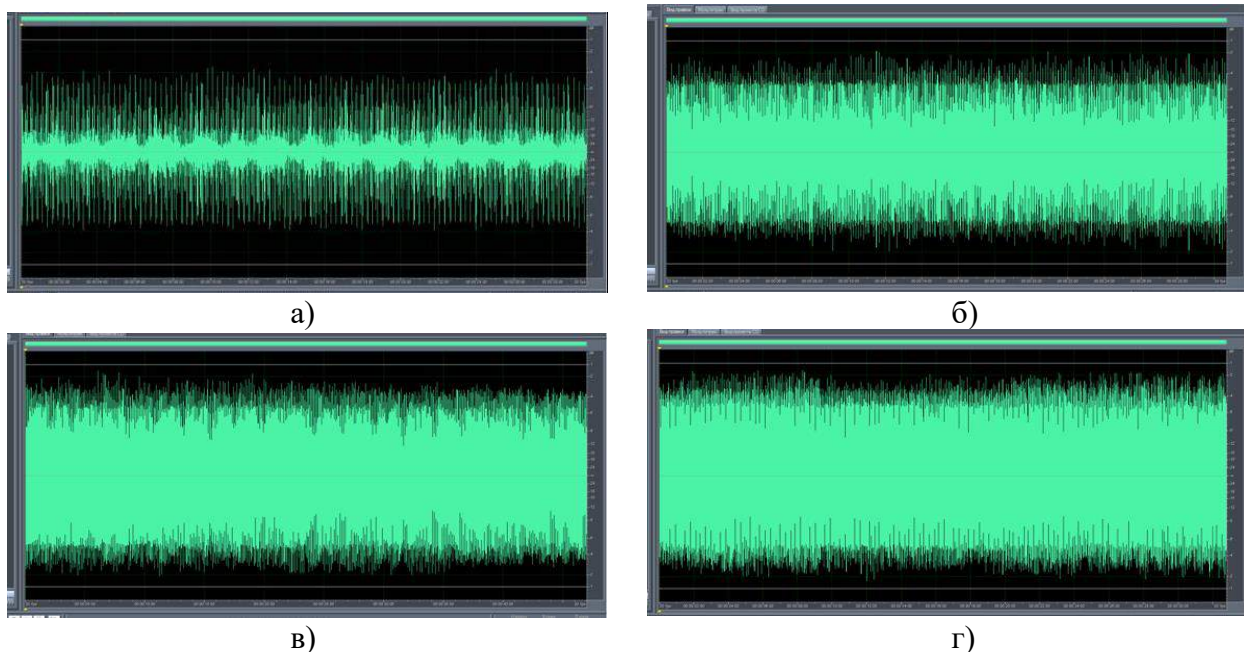


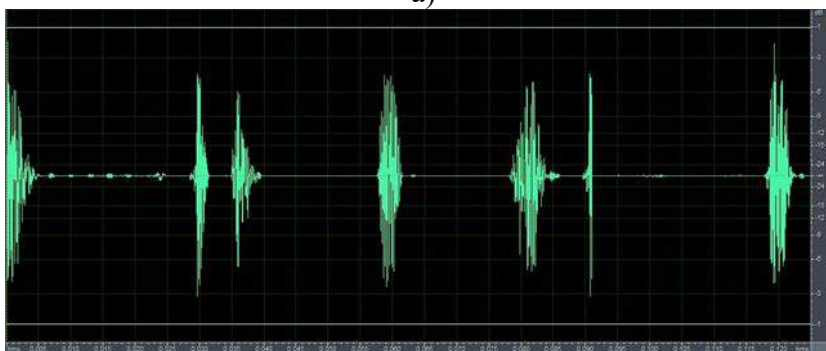
Рис.12. Вид вибросигнала для частот вращения коленчатого вала дизельного ДВС К461 400 об/мин. (а), 750 об/мин. (б), 800 об/мин. (в), 1000 об/мин. (г)

Наличие в арсенале редактора „Adobe Audition 1.5” мощной системы фильтрации сигнала (по уровню и спектру фонового шума, формой сигнала, расположением в общем спектре и тому подобное) дало возможность отделить фоновый шум и оставить вибросигнал. Отфильтрованный таким образом вибросигнал для частот вращения коленчатого вала 400

об/мин и 1000 об/мин. показан на рисунке 13. Из приведенного рисунка видно, что с повышением частоты вращения вала увеличивается амплитуда сигнала.



а)



б)

Рис.13. Вид отфильтрованного сигнала для частот вращения коленчатого вала ДВС К461 400 об/мин (а) и 1000 об/мин (б)

Типовая осциллограмма, полученная на дизельном ДВС К461 с использованием двухканального USB осциллографа Disco-2 (см. рис. 5), приведена на рисунке 14. Крепление вибродатчика Д14.507 на ДВС К461 аналогично представленному на рис. 11.

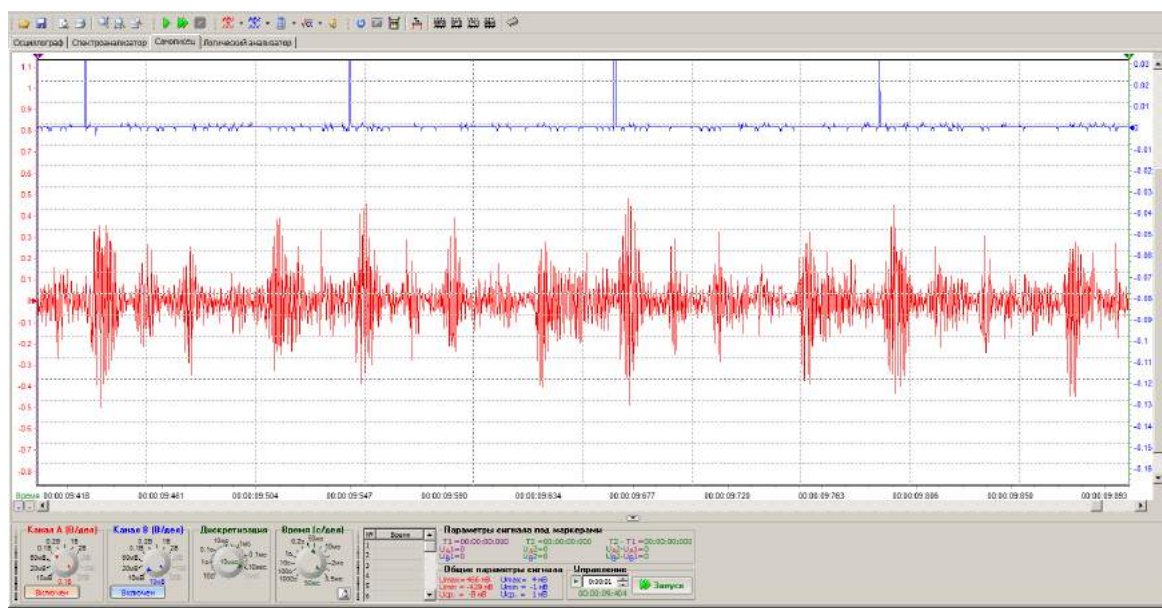


Рис.14. Осциллограмма вибросигнала, записанная с помощью цифрового USB осциллографа «Disco-2» для частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания 1000 об/мин

Наличие двух идентичных каналов позволило осуществить запись вибросигнала и сигнал метки положения поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке в начале рабочего хода. Принципиальная схема индикатора положения поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке и вид его закрепления на приводе ТНВД представлены на рисунке 15.

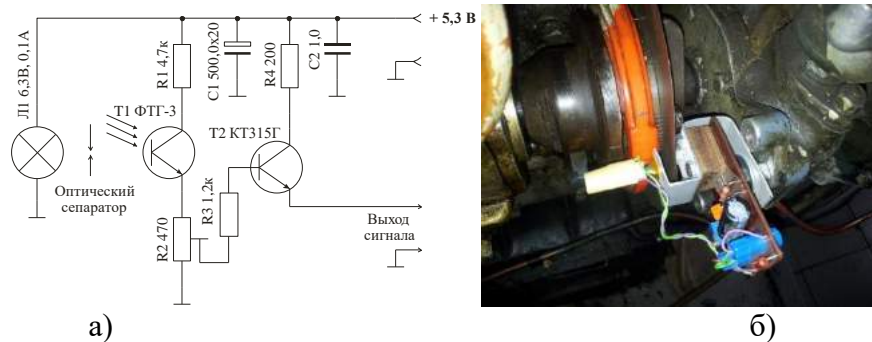


Рис.15. Принципиальная схема индикатора положения поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке (а) и вид его закрепления на приводе ТНВД (б)

Как следует из осциллограммы (см. рис. 14) четко прослеживается зависимости величины амплитуды вибросигнала от удаленности цилиндра от вибродатчика (очередность работы цилиндров: 1-5-3-6-2-4).

С использованием данной методики были исследованы следующие показатели:

- 1) стабильность амплитуды вибросигнала при постоянном режиме работы ДВС;
- 2) зависимость величины амплитуды вибросигнала от частоты вращения коленчатого вала;
- 3) влияние отдаленности цилиндров от датчика вибросигнала на величину его амплитуды;
- 4) зависимость амплитуды вибросигнала от нагрузки на вале двигателя внутреннего сгорания.

Для исследования стабильности амплитуды вибросигнала при частоте вращения коленчатого вала 1000 об/мин для первого цилиндра было осуществлено 30 последовательных замеров, на основании которых рассчитаны: среднее значение размаха амплитуды вибросигнала среднеквадратичное отклонение в представленной совокупности измерений. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты замеров размаха амплитуды вибросигнала при частоте вращения коленчатого вала 1000 об/мин

Текущие величины сигнала вибродатчика, U_n , В				
0,87	0,82	0,91	0,84	0,92
0,88	0,94	0,93	0,95	0,97
0,94	0,88	0,90	0,85	0,92
0,90	0,93	0,91	1,01	0,91
0,84	1,00	0,89	0,90	0,96
0,85	0,98	0,95	1,00	0,94
Показатели стабильности вибросигнала				
$\bar{U} = \frac{\sum U_n}{n}$		$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum (U_n - \bar{U})^2}$		

0,92	0,049
------	-------

Зависимости амплитуды вибросигнала от параметров работы ДВС К461 представлены на рисунке 16.

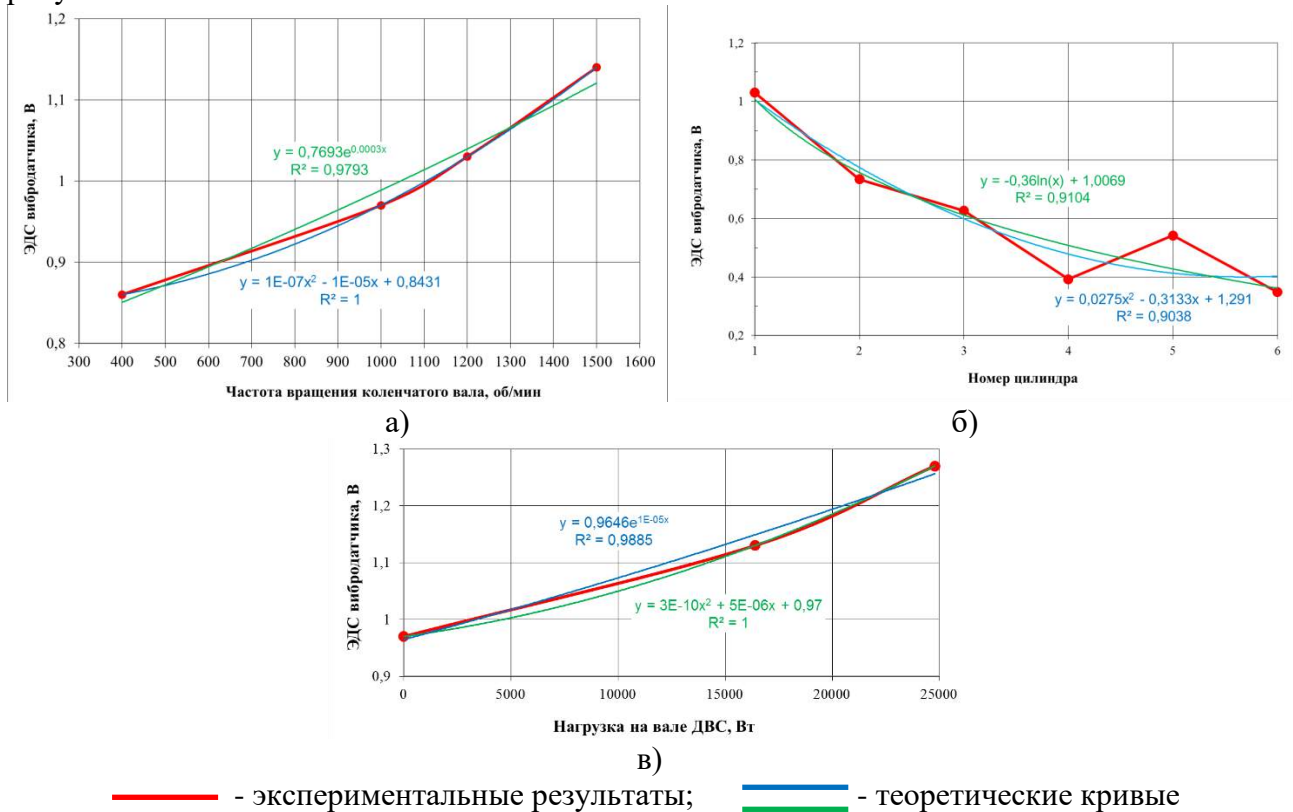


Рис.16. Зависимость амплитуды вибросигнала от:
а) частоты вращения коленвала; б) удаленности цилиндра от вибродатчика;
в) величины нагрузки на коленвале ДВС

По максиметру, подключенному к 1 (эталонному) и 4 цилиндрам было показано, что снижение амплитуды вибросигнала для 4 цилиндра на 22,8 % связано со снижением давления в 4 цилиндре на 33,1 % по сравнению с давлением в 1 цилиндре.

По результатам обработки полученных зависимостей были определены математические зависимости:

- зависимость амплитуды вибросигнала (ЭДС, В) от частоты вращения коленчатого вала ДВС (n, об/мин):

$$ЭДС = 10^{-7} n^2 - 10^{-5} n + 0,8431, \tag{1}$$

- зависимость амплитуды вибросигнала (ЭДС, В) от удаленности цилиндра от вибродатчика (номера N цилиндра):

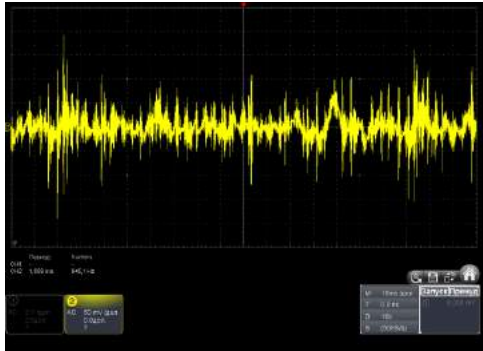
$$ЭДС = -0,36 \cdot \ln N + 1,0069, \tag{2}$$

- зависимость амплитуды вибросигнала (ЭДС, В) от нагрузки (синхронный генератор ЕСС5-93-4У2) на коленвале ДВС (Р, Вт):

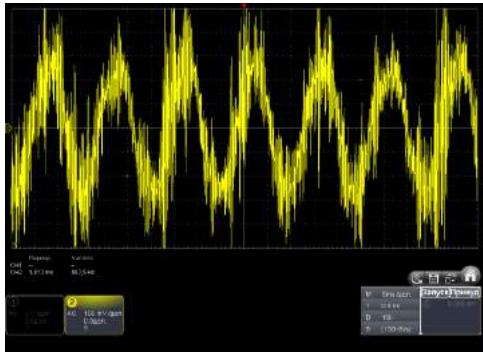
$$EPC = 3 \cdot 10^{-10} \cdot P_M^2 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot P_M + 0,97. \quad (3)$$

Аналогичные эксперименты проводились и на бензиновом ДВС GM20E с записью вибросигнала на USB осциллографе VDS1022I. Записанные осциллограммы приведены на рисунке 17.

Датчики: 18.3855

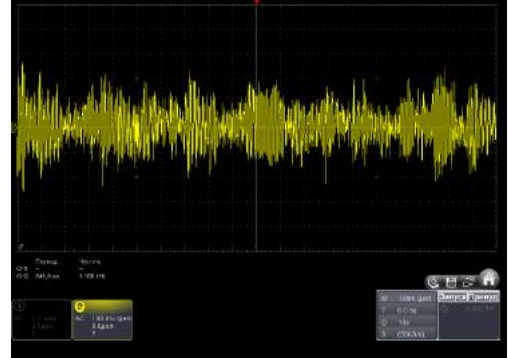


500 мВ/дел.; 10 мс/дел



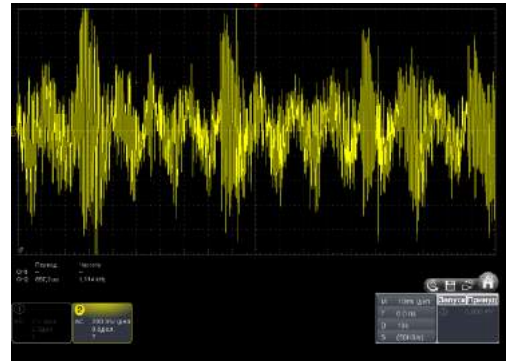
1 В/дел.; 5 мс/дел

Д14.507



а)

0,1 В/дел.; 10 мс/дел



б)

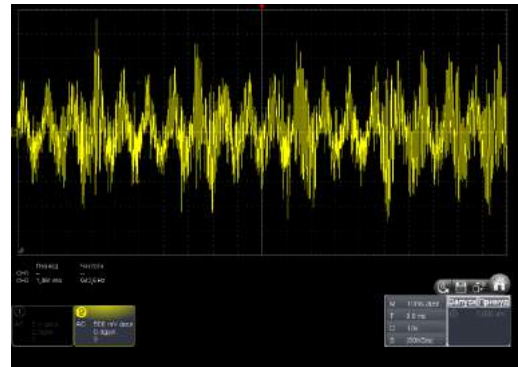
0,2 В/дел.; 10 мс/дел

а) – 980 об/мин.; б) – 2000 об/мин.

Рис.17. Осциллограммы вибросигналов ДВС GM20E



2 В/дел.; 2 мс/дел



в)

0,5 В/дел.; 10 мс/дел



5 В/дел.; 2 мс/дел



г)

10 В/дел.; 10 мс/дел

в) – 3000 об/мин.; г) – 4000 об/мин.

Продолжение рис. 17

Зависимость ЭДС вибродатчика 18.3855 от частоты вращения коленчатого вала ДВС GM20E представлена на рисунке 18.

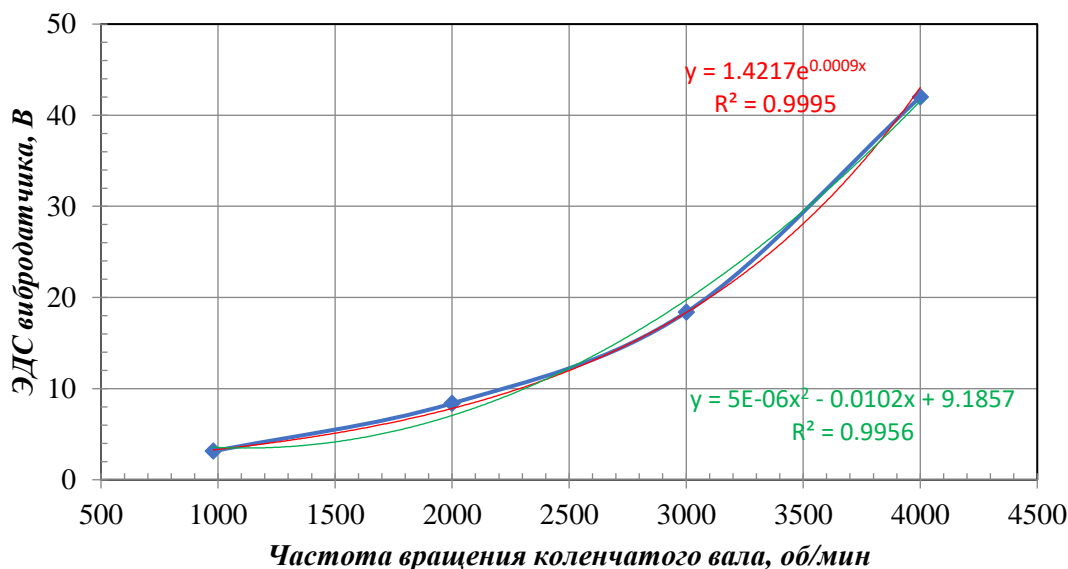


Рис.18. Зависимость ЭДС вибродатчика 18.3855 от частоты вращения коленчатого вала ДВС GM20E

В результате математической обработки получена алгебраическая зависимость:

$$\text{ЭДС} = 1,4217 \cdot e^{0,0009n}, \quad (4)$$

В настоящее время исследования продолжаются.

Выводы

Использование для наблюдения и особенно регистрации параметров вибросигнала электронно-лучевых осциллографов практически невозможно, особенно в бортовых системах автомобиля несмотря на их преимущество в виде непрерывности процесса наблюдения (отсутствия дискретизации замеров). Такая невозможность обусловлена их габаритами, массой, значительной мощностью потребления электрической энергии, практической невозможностью подключения регистрирующего интерфейса.

Наблюдение и регистрация вибросигнала с использованием аудиовхода персонального компьютера затруднено из-за значительного выходного сопротивления вибродатчика и низкого сопротивления входа аудиокарты, что вызвало необходимость разработки и изготовления дополнительного согласующего устройства.

Наилучшие результаты были получены при использовании USB осциллографов, обладающих высоким входным сопротивлением по аналоговым входам и широкими возможностями по обработке полученных результатов.

В целом, на данном этапе можно сформулировать ряд требований к бортовым системам регистрации вибросигнала от агрегатов автотранспортных средств, в том числе автомобильных двигателей: системы регистрации должны быть на основе микропроцессоров; аналоговые входы систем регистрации должны быть высокоомными с импедансом не хуже $R_{вх} \geq 1 \text{ МОм}$, $C_{вх} \leq 10 \text{ пФ}$; частота дискретизации замеров должна составлять не менее 1 МГц; микропроцессорные системы должны иметь цифро-аналоговые преобразователи для обеспечения обратной связи в цепях управления агрегатами; решающие устройства микропроцессора должны иметь возможность оперативного изменения алгоритма обработки результатов замеров.

Список литературы

1. А.Н. Борисенко Современные информационно–измерительные системы вибродиагностики ДВС [Текст] / П.С. Обод, О.В. Лавриненко // Вестник Харьковского ХПИ. – 2010. - №39. – С. 132-137.
2. Прилепский Ю.В. Опробование датчиков для вибродиагностики на бензиновом двигателе внутреннего сгорания [Текст] / Ю.В. Прилепский, А.С. Маренич, С.А. Ткачев // М-лы IV Международной науч.-практической конференции «Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса».- Донецкая академия транспорта, г. Донецк, 2018. – С. 147-152.
3. Измерительная и анализирующая аппаратура [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2006/mech/bychkov/library/rab6/index.htm>.
4. 12. Волков В.П. Направление использования вибродиагностики в автосервисе / В.П. Волков, В.М. Мищенко // Вісті Автомобільно–дорожнього інституту. – 2007. – Вып. № 2. с 31–35.

Прилепський Ю. В., Ткачов С. А., Стародубцева Е. І., Гуртовенко О. І., Целуйко Л. В. Випробування методів спостереження та реєстрації вібросигналу від діючих механізмів

***Анотація.** Проведено випробування різних методів спостереження й реєстрації вібросигналу, що генерується діючими механізмами. Проаналізовані переваги й недоліки показаних методів. Показано можливості визначення залежності параметрів вібросигналу від режимів роботи випробуваних технічних об'єктів, зокрема двигунів внутрішнього згоряння.*

***Ключові слова:** метод спостереження, метод реєстрації, об'єкт технічний, коливання пружні, датчик вібраційний, частота обертання, відстань від датчика, навантаження ДВС, тиск у циліндрах.*



Prilepskyi Yu.V., Tkachov S.A., Starodubtseva E.I., Gurtovenko A.I., Tselujko L.V. Testing of methods of observation and registration of vibration signal from active mechanisms

Abstract. Testing of various methods of observation and registration of the vibration signal generated by the operating mechanisms was carried out. The advantages and disadvantages of the shown methods are analyzed. The possibilities of determining the dependence of the vibration signal parameters on the operating modes of the tested technical objects, in particular internal combustion engines, are shown.

Keywords: observation method, recording method, technical object, elastic vibrations, vibration sensor, rotational speed, distance from the sensor, internal combustion engine load, cylinder pressure.

УДК 656.05

СЕМЫКИНА А.С., преподаватель-исследователь
ЗАГОРОДНИЙ Н. А., к. т. н., доцент
НАРОЖНИЙ И.М., магистрант
Белгородский Государственный Технологический Университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, РФ

ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Дана оценка состояния транспортного потока. Выделены и рассмотрены основные характеристики транспортного потока. Представлены факторы, определяющие уровень загруженности дороги. Установлено: для оценки транспортного потока необходимо исследование внутри самого потока и отдельно рассмотрение как целостного процесса.

Ключевые слова: *транспортный поток, интенсивность движения, скорость движения, плотность транспортного потока, организация дорожного движения.*

Постановка задачи

За последние годы значительно увеличилось количество транспортных средств на дорогах. Это привело к увеличению загрузки дорожной сети и интенсивности движения. Изменение транспортного потока привело к образованию задержек и заторов, снижению экологической обстановки, возникновению большего числа аварий и ДТП. Проблемы, возникающие с ростом числа транспорта требуют применения конструктивных мер по улучшению условий движения и усовершенствованию организации дорожного движения. Для реализации этого требуется изначально проанализировать состояние транспортного потока на исследуемом участке.

Цель работы

В рамках данной работы производится общая оценка транспортного потока, рассматриваются основные характеристики транспортного потока.

Основная часть

Транспортный поток включает в себя разнообразие автомобилей по классу, виду, типу, характеристикам и др., а также формируется за счет количества транспортных средств на дороге. Автомобили могут иметь различные технические и динамические характеристики. Управляемость автомобилями зависит от квалификации и опыта водителей, стажа вождения.

Транспортные средства по дороге могут двигаться с большими интервалами и дистанциями друг от друга, что характеризует малоинтенсивное движение. Выбор режима на дороге устанавливается Правилами Дорожного Движения и зависят от технического состояния автомобиля, его мощностных характеристик, состояния дорожного покрытия и состояния водителя.

С увеличением количества автомобилей на дороге выбор скорости автомобиля ограничивается, что сказывается на обгоне, маневрировании. Плотный транспортный поток определяет ритм движения по полосе. Исходя из этого, заключается, что интенсивный транспортный поток зависит от технических характеристик автомобиля и состояния водителя.

Основными характеристиками транспортного потока являются:

1. Интенсивность;
2. Состав транспортного потока;
3. Плотность потока;

4. Скорость движения автомобилей;
5. Задержки и заторы движения [1].

Интенсивность – это число автомобилей, проезжающих по определенному участку дороги в единицу времени. При расчетах за единицу времени принято принимать час, сутки, месяц, год. В зависимости от цели расчетов и задач исследований промежутки времени могут быть увеличены или уменьшены.

На различных участках дороги транспортный поток различен. Транспортный поток определяется множеством факторов, например, время суток в которое проезжают автомобили по дороге, габариты автомобилей, возраст и опыт вождения водителей и др. Движение по дороге на одном участке может быть максимальным, в то время как на другом участке минимальным, т.е. свободным. Это может определяться степенью загруженности трассы, а также неравномерностью размещения пунктов погрузки-разгрузки. Неравномерность транспортных средств на дороге выражается интенсивностью движения.

Динамика движения автомобилей на дороге и взаимосвязь потоков движущихся автомобилей определяется характеристиками транспортного потока и влияет на безопасность дорожного движения. Изучение транспортных потоков является актуальной задачей, т.к. взаимосвязь автомобилей, движущихся по полосе, ограничиваются именно транспортным потоком [4].

Транспортный поток – количество автомобилей, движущихся по проезжей части [2].

Интенсивность движения определяется количеством транспортных средств на дороге, двигающихся по одной полосе, в одном направлении, на определенном участке в определенное время. Интенсивность движения позволяет определить состояние транспортного потока.

Для определения загруженности дороги используется показатель интенсивность движения. Для равномерного распределения автомобилей по участку дороги в единицу времени требуется определение интенсивности движения.

Интенсивность движения будет различной в зависимости от времени [3]. Как правило, для расчетов используют часы, а именно производится замер в часы-пик, когда участок дороги загружен максимально. С учетом характеристики дороги на основе интенсивности движения определяется эффективность дороги.

Контроль за изменением интенсивности движения определяет изменения в организации дорожного движения, совершенствовании и реконструкции, модернизации дороги. Интенсивность определяет необходимость в появлении дополнительных полос, новой дороги, расставлении светофоров и знаков [7]. Показатель среднегодовой суточной интенсивности на участке дороге позволяет определить программу развития дорожной сети, определяет перспективу обновления как на данный момент, так и на будущее.

Интенсивность движения – непрерывная величина. Низкая интенсивность проявляется в кратковременных интервалах проезжающих автомобилей по участку дороги.

Для двухполосных дорог интенсивность определяется суммой встречных потоков. В этом случае условия движения будут зависеть от возможности маневрирования, обгона и загрузки автомобилями дороги.

Необходимо помнить, что суммарная интенсивность двух направлений (прямого и встречного) не определяет состояния данного участка дороги в том случае если имеется разделительная полоса или потоки движения автомобилей отделены друг от друга. Здесь необходимо определять интенсивность движения для каждого направления.

Организация и безопасность движения основывается на значениях интенсивности каждого направления, отдельной полосы, суммарной интенсивности прямого и встречного направлений.

Удельная интенсивность движения – интенсивность движения по одной полосе.

Для расчетов величины интенсивности движения выбирается наиболее загруженная полоса.

Загруженность участка дороги зависит от множества факторов, представленных на рисунке 1.

Фактор скорость зависит от скорости движения автомобилей по выделенному участку и учитывает время, затрачиваемое на поездку.

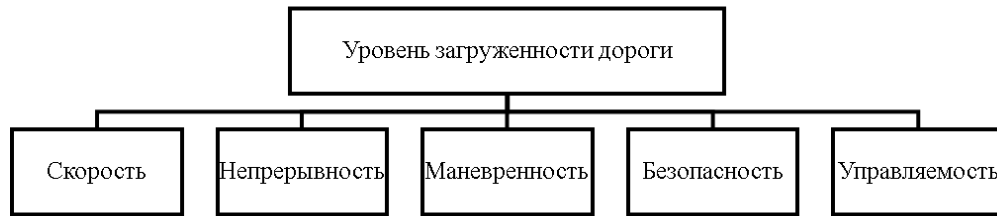


Рис.1. Факторы загруженности дороги

Непрерывность движения определяет возникновение заторов, вынужденных и временных остановок. Зависит от плотности транспортного потока.

Свобода маневрирования определяется обгоны, совершение маневров, повороты автомобилей на дороге. Учитывает время, за которое совершается маневр.

Безопасность определяет положение автомобиля на дороге и состояние всех участников дорожного движения, в том числе состояние зданий и сооружений дороги.

Управляемость характеризуется удобством и легкостью управления транспортным средством.

Интенсивность движения оказывает существенное влияние на рассмотренные выше факторы. Следует учитывать, что возрастание величины интенсивности приводит к значительному воздействию на эти факторы. Если значение интенсивности является равной максимальному значению, то увеличивается вероятность создания аварийной ситуации, приводит ДТП, образуется затор, что непосредственно сказывается на безопасности.

Затор определяется плотностью транспортного потока.

Плотность транспортного потока – величина, определяющая степень стесненности движения на дороге. Она измеряется в количестве автомобилей, приходящих на 1 км пути.

Существует такое понятие как предельная плотность транспортного потока. Оно определяется количеством автомобилей прижатых в плотную друг к другу при неподвижном состоянии колонны, состоящей из этих автомобилей. В зависимости от количества и типа транспортных средств предельное значение плотности транспортного потока может составлять 170-200 автомобилей на 1 км дороги.

Эксплуатационные свойства транспортного потока зависят от степени стесненности и определяются значениями плотности движения. Существует классификация движения по степени стесненности, зависящая от плотности движения.

Значения параметров транспортного потока зависят от значений параметров дороги, а именно от профиля, коэффициента сцепления, плана, а также от состава транспортного потока, а именно габаритов автомобиля, типа автомобиля. Состав транспортного потока и состояние дороги определяет скорость движения автомобилей.

Одним из главных показателей транспортного потока является скорость движения (рисунок 2). При создании и организации дорожного движения требуется обеспечить скорость передвижения транспортного потока по выделенной полосе, которая обеспечить максимальную проходимость и безопасность дорожного движения [6].

Для организации дорожного движения требуется определение следующих видов скоростей:

1. Мгновенная скорость;

2. Максимальная скорость;
3. Крейсерская скорость;
4. Разрешенная скорость;
5. Рекомендуемая скорость;
6. Безопасная скорость;
7. Экономичная скорость;
8. Скорость сообщения.

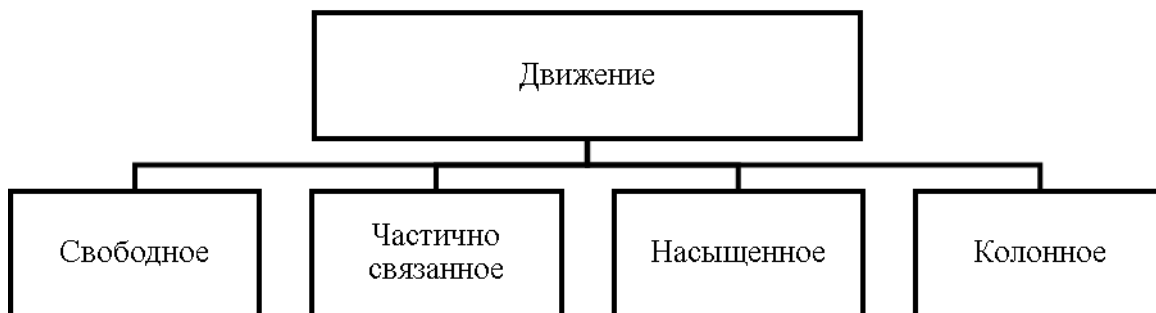


Рис.2. Классификация движения по степени стесненности

Мгновенная скорость определяется на определенном участке дороги в определенный период времени. В связи с тем, что мгновенная скорость определяет кинетическую энергию автомобиля, а именно тормозной путь и время реакции водителя, то она является наиболее важной величиной, т.к. напрямую оказывает влияние на безопасность движения.

Крейсерская скорость – это скорость, с которой водитель хочет ехать по выделенной полосе в существующих уже условиях. При резком изменении скорости, а также медленном или слишком быстром движении по полосе водитель испытывает дискомфорт, подстраивается под заданный режим передвижения. При таких условиях водитель испытывает чувство усталости, раздражительность, что влияет на безопасность движения.

Разрешенная скорость движения – скорость, с которой водитель может передвигаться по данному участку дороги, установленная правилами дорожного движения. Величину разрешенной скорости устанавливают для обеспечения безопасных условий на дороге.

Безопасная скорость – скорость, при которой водитель управляет транспортным средством предотвращая возникновение аварийной ситуации или скорость, при которой водитель может предпринять необходимые действия при аварии для снижения тяжести последствий.

Экономичная скорость – скорость, обеспечивающая минимальные затраты на поездку, экономия топливно-энергетических ресурсов.

Скорость сообщения – скорость, которая определяет время поездки. Расстояние между пунктами, разделенное на время автомобиля в пути определяет скорость сообщения.

Все параметры транспортного потока взаимосвязаны между собой. На эту взаимосвязь влияет большое количество факторов. Взаимосвязь основывается на условиях движения, погодных условиях, времени суток, типах автомобилей и др.

На практике исследования транспортных потоков рассматриваются как вероятностные и детерминированные параметры. Наиболее точным являются вероятностные параметры. Недостатком является сложность математических расчетов. Детерминированные параметры наиболее точны в математических описаниях, формулах и расчетах.

Изучение транспортного потока сводится к использованию двух подходов.

I. Исследование транспортного потока происходит внутри самого потока. Такой способ еще называют микроскопическим моделированием. В этом случае происходит изучение всех

движущихся автомобилей, включается основы теории следования за лидером. Существует версия, что режим движения задает один автомобиль вслед за которым все участники движения начинают подстраиваться и адаптировать автомобили следующими за ними. Так заданный одним водителем режим передается другим водителям, а выделение из потока с установленным таким режимом заставляет нервничать и раздражать водителей. Изменение скорости движения, маневренность и обгоны задаются одним автомобиле-лидером.

Изучение транспортного потока и существующей теории о лидерстве привело к тому, что при выявлении интервала около 6 сек между автомобилем-лидером и другим автомобилем заставляет подстраиваться весь поток. 6 сек – городская черта. Если рассматривать загородный цикл, там интервал выше – 9 сек.

II. Изучение транспортного потока как целостного процесса. На целостный процесс может оказывать влияние внешние факторы. В этом случае создаются макроскопические модели, изучающие такие показатели как скорость движения, интенсивность, плотность и др.

Состояние транспортного потока зависит от интенсивности и плотности [5]. Если плотность увеличивается, то транспортный поток проходит следующие фазы:

1. Свободная фаза;
2. Частично связанная;
3. Связанная фаза.

Фазы постепенно изменяются и достигается точка максимально возможной интенсивности, где достигнута наибольшая величина пропускной способности.

Изменение фаз может привести к снижению скорости транспортного потока. Если плотность транспортного потока увеличивается, то транспортный поток становится неустойчивым. Это приводит к снижению плавности движения. Причиной возникновения плавности движения могут быть препятствия на дороге, плохие погодные условия и др.

Если автомобиль-лидер начнет резко тормозить, то скорость транспортного потока начнет резко снижаться. Это приведет к резкому торможению всех последующих за ним автомобилей. Снижение скорости автомобиля-лидера остановит разгоны и будет препятствовать обгону, что вызовет появление неустойчивого потока [9].

Резкое изменение скорости автомобилей вызывает «ударную волну», которая определяет возникновение попутных цепных столкновений.

Интенсивность и скорость движения в отличие от плотности транспортного потока являются измеряемыми величинами и не зависят от других величин.

Для характеристики транспортного потока необходимо учитывать и состав транспортного потока, типы автомобилей, класс автомобилей и их габариты. Загрузка дороги зависит от состава транспортного потока и определяет стесненность движения. Для определения состава транспортного потока также учитываются и динамические характеристики автомобилей.

Состав транспортного потока выражается в %.

Динамическая площадь автомобиля определяет загрузку дороги, т.е. сколько автомобилей занято на полосе. Этот показатель влияет на сложность обгона и маневренность, что сказывается на безопасности дорожного движения. Низкие значения динамической площади повышают безопасность на дороге и наоборот, высокие значения динамической площади снижают безопасность.

Динамическая площадь автомобиля – произведение длины автомобиля на габарит.

Расчет транспортного потока учитывает коэффициенты приведения, определяющие влияние типов транспортных средств на загрузку дороги [10]. Учитывается тип автомобилей (легковые, грузовые, автопоезда и т.д.) и тип рельефа (пересеченный, горный, ровная дорога).

Согласно информации об изучении транспортных потоков, то существуют подтвержденные данные, что величины, полученные в результате использования коэффициентов приведения, они являются приближенными, а иногда даже завышенными [8].

Потому как при расчетах обязательно необходимо учитывать грузоподъемность автомобиля, хотя данный параметр и не имеет отношения к динамическим характеристикам.

Автомобиль, имеющий высокие значения величин динамических характеристик, повышает пропускную способность дороги и создает меньше помех другим участникам движения.

Выводы

Дана оценка транспортного потока. Выявлены основные характеристики транспортного потока. К ним относят интенсивность, состав транспортного потока, плотность, скорость движения, задержки движения. Рассмотрены свойства каждой величины.

Выявлены факторы, которые влияют на уровень загруженности дороги. Рассмотрены существующие виды скоростей на участке (мгновенная, максимальная, крейсерская, разрешенная, рекомендуемая, безопасная, экономичная, скорость сообщения).

Рассмотрены подходы, направленные на изучение транспортного потока. Наиболее точным является применение двух способов с изучением свободной, частично связанной и связанной фаз.

Список литературы

1. Бабанін І.В. Вплив основних характеристик транспортного потоку автомагістралі на безпеку руху / І.В. Бабанін, О.М. Дудніков // Вісті автомобільно-дорожнього інституту: наукововиробничий збірник АДІ ДонНТУ.-Горлівка, 2009. - №2(9).-С. 60-70.
2. Бадагуев, Б.Т. Безопасность дорожного движения. Приказы, инструкции, журналы, положения. 2-е изд., пер. и доп. / Б.Т. Бадагуев. — М.: Альфа-Пресс, 2016. — 264 с.
3. Горев, А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. — М.: ИЦ Академия, 2018. — 256 с.
4. Концева В.В. До питання вибору магістралей для аналізу транспортних потоків / В.В. Концева, Т.В. Макарова // Вісник ДААТ. - №4. - 2009.-С.8-12.
5. Кочерга В.Г., Зырянов В.В., Коноплянко В.И. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении. - Ростов-на-Дону: РГУ, - 2008. - 108 с.
6. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. - М.: «Транспорт», 2009. - 255 с.
7. Михеева Т.И., Калугин Н.А., Калугин А.Н. Система мониторинга дислокации знаков дорожного движения // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. / Самара: СГАУ, - 2008. С. 35-39.
8. Михеева Т.И., Михеев С.В. Модели наследования в системе управления дорожным движением // Информационные технологии. 2009, № 8. С. 50-54.
9. Семькина А.С. Повышение безопасности дорожного движения за счет снижения тяжести последствий ДТП / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // Мир транспорта и технологических машин. - № 3(62) 2018. - С. 88-96.
10. Энглези И.П. О повышении надежности расчетных показателей организации и безопасности дорожного движения / И.П. Энглези, В.Г. Вербицкий, В.П. Ткаченко, Е.А. Рейцен // Вісник ДААТ-2010.-№1.-С. 42-48.

Семикіна А. С., Загородній Н. А., Нарожний І.М. Оцінка транспортного потоку

Анотація. Дана оцінка стану транспортного потоку. Виділено та розглянуто основні характеристики транспортного потоку. Представлені фактори, що визначають рівень завантаженості дороги. Встановлено: для оцінки транспортного потоку необхідне дослідження всередині самого потоку і окремо розгляд як цілісного процесу.

Ключові слова: транспортний потік, інтенсивність руху, швидкість руху, щільність транспортного потоку, організація дорожнього руху.

Semykina A. S., Zagorodny N. A., Narozhny I. M. Estimation of the transport flow

Annotation: *An assessment of the state of the transport flow is given. The main characteristics of the transport flow are highlighted and considered. The factors determining the level of traffic congestion are presented. It is established that to assess the transport flow, it is necessary to study within the flow itself and separately consider it as an integral process.*

Keywords: *traffic flow, traffic intensity, traffic speed, traffic flow density, traffic organization.*

УДК 656

СЕРЕДОВ Е.А., ассистент

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет транспорта", г. Москва, РФ

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПАССАЖИРОВ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ

В данной работе рассматривается определение необходимого количества поездов на участке железной дороги без учета и с учетом предпочтений пассажиров по выбору поездов. Критерием выбора поездов принято удобство расписания их движения. Определение необходимого количества пассажирских поездов при условии прямого сообщения пассажиропотоков и с учетом предпочтений пассажиров при минимальных затратах на организацию движения поездов позволяет повысить прибыль пассажирских перевозок и конкурентоспособность железных дорог по сравнению с другими видами транспорта.

Ключевые слова: *Пассажирский поезд, метод парных сравнений, теория нечетких множеств.*

Постановка задачи

Структура пассажирских перевозок оказывает большое влияние на эффективность региональной комплексной транспортной системы. Основная задача организации пассажирских перевозок состоит в удовлетворении потребностей населения в передвижении с обеспечением безопасности и качественного обслуживания пассажиров на вокзалах и в поездах. Особое внимание уделяется установлению более удобного для пассажиров времени прибытия на конечные станции назначения и времени отправления с начальных станций. Установление необходимого количества поездов на участке железной дороги должно определяться не только с учетом освоения расчетного пассажиропотока, но и с учетом предпочтений пассажиров. Однако, в этом случае, определение необходимого количества поездов затрудняется из-за различного комплекса нередко неоднозначных критериев. Возникает необходимость создания математической модели для перевода данных о пассажиропотоках в точный количественный показатель, позволяющей оптимизировать маршрутную сеть пассажирских поездов.

Цель работы

Основной целью работы является определение необходимого количества пассажирских поездов на участке железной дороги

Основная часть

Введем множество пассажирских поездов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ на расчетном участке железной дороги и множество критериев $\Phi = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m\}$, используемых для представления поездов из множества X .

Определим шкалу измерения в виде интервала вещественных чисел $[0,1]$ и для каждого поезда $x_i \in X$ ($i = 1, n$) по значению каждого критерия t_j ($j = 1, m$) установим числовую оценку $\mu_j(x_i) \in [0,1]$, которая характеризует, насколько этот поезд соответствует понятию «предпочтительный» по j -му критерию. В результате каждый поезд x_i теперь будет представлен не множеством значений критериев, а множеством числовых оценок: $\{\mu_j(x_i),$

$\mu_2(x_i), \dots, \mu_m(x_i)$. При этом все они измеряются в одной и той же числовой шкале (интервал $[0,1]$) и, следовательно, могут быть использованы совместно в численных расчетах.

Таким образом, для каждого $\varphi_j \in \Phi$ имеется множество $\{\mu_j(x_1), \mu_j(x_2), \dots, \mu_j(x_n)\}$, каждый элемент которого характеризует соответствие поезда x_i понятию «предпочтительный» по этому критерию для пассажиров. Следовательно, это понятие можно представить нечетким множеством, заданным на универсальном множестве поездов X ,

$$\tilde{t}_j = \left\{ \frac{\mu_j(x_1)}{x_1}, \frac{\mu_j(x_2)}{x_2}, \dots, \frac{\mu_j(x_n)}{x_n} \right\} \quad (1)$$

с функцией принадлежности $\mu_j(x)$, характеризующей совместимость любого пассажирского поезда дальнего следования $x \in X$ с данным понятием.

Ранжирование вариантов происходит на основе значений функций принадлежности выпуклой комбинации нечетких множеств, соответствующих измеряемым критериям [1]:

$$\mu_{\tilde{\varphi}}(x_i) = \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot \mu_j(x_i), \quad (2)$$

где: $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ – неотрицательные числа ($\sum_{j=1}^m \beta_j = 1$), характеризующие относительную важность критериев $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m$;

$\mu_j(x_i)$ – значение функции принадлежности из $[0,1]$ для каждого поезда $x_i \in X$ по значению каждого критерия φ_j ($j = 1, m$), которая характеризует, насколько этот поезд соответствует понятию «предпочтительный» по j -му критерию согласно мнению экспертов.

Таким образом, если: $R = [r_1, r_2, \dots, r_m]^T$ – матрица коэффициентов важности используемых критериев, $M = \begin{bmatrix} \mu_1(x_1) & \dots & \mu_m(x_1) \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_1(x_n) & \dots & \mu_m(x_n) \end{bmatrix}$ – матрица значений функций принадлежности, то матрица $M_{\tilde{\varphi}}$ элементов $\mu_{\tilde{\varphi}}(x_i), \dots, \mu_{\tilde{\varphi}}(x_n)$ [2], определяющих предпочтения поездов, имеет вид :

$$M_{\tilde{\varphi}} = MR \quad (3)$$

Рангом элемента будет выступать мощность пассажиропотока j -го назначения:

$$\begin{aligned} r_1 &= \left(1 + \frac{\Pi_2}{\Pi_1} + \frac{\Pi_3}{\Pi_1} + \dots + \frac{\Pi_n}{\Pi_1} \right)^{-1} \\ r_2 &= \left(\frac{\Pi_1}{\Pi_2} + 1 + \frac{\Pi_3}{\Pi_2} + \dots + \frac{\Pi_n}{\Pi_2} \right)^{-1} \\ &\dots \\ r_n &= \left(\frac{\Pi_1}{\Pi_n} + \frac{\Pi_2}{\Pi_n} + \frac{\Pi_3}{\Pi_n} + \dots + 1 \right)^{-1} \end{aligned} \quad (4)$$

Максимальное значение функции принадлежности будет принадлежать «предпочтительному» поезду.

Условие зависимости количества поездов от предпочтений пассажиров будет иметь вид:

$$\frac{\tilde{\mu}_{jn}}{\tilde{\mu}_{jk}} \approx \frac{x_{jn}}{x_{jk}} \quad (5)$$

где $\tilde{\mu}_j$ - оценка поезда j -го поездного назначения, $\sum \tilde{\mu}_j = 1$;

x_j - число поездов j -го назначения, $x_j \geq 0$; $\sum_{j=1}^J x_j = x$;

J – суммарное число поездных назначений.

Зависимость количества поездов j -го поездного назначения от общего количества имеет вид:

$$x_j \approx \tilde{\mu}_j x \quad (6)$$

При условии обеспечения беспересадочного сообщения, струя от начальной станции до конечной обязательно войдет в план формирования с зависимостью:

$$x_1 \approx \tilde{\mu}_1 x$$

Тогда условие зависимости количества поездов других поездных назначений от первого поездного назначения будет иметь вид [1]:

$$x_j \approx \frac{\tilde{\mu}_j}{\tilde{\mu}_1} x_1 \quad (7)$$

Для оценивания важности критериев используется метод экспертных оценок. Для данной задачи он основан на выработке обобщенного мнения экспертов - специалистов в области эксплуатации железнодорожного транспорта, опирающегося на высокий уровень их компетентности, опыт работы, их знаний и интуиции.

При расчете маршрутной сети пассажирских поездов дальнего следования будут учитываться следующие основные условия:

- условие обеспечения беспересадочного сообщения пассажиров. Данное условие должно устанавливать равенство между величиной корреспонденции пассажиропотока и общим количеством пассажиров данной корреспонденции, следующих в поездах различных назначений без пересадки в пути следования:

$$\Pi_i = \sum_{i=1}^J \delta_{ij} y_{ij}; \quad \forall i \quad (8)$$

где: Π_i – величина i -ой корреспонденции пассажиропотока (чел.);

y_{ij} – количество пассажиров i -ой корреспонденции пассажиропотока, следующих в поездах j -го назначения (чел.); $y_{ij} \geq 0$;

J – общее количество поездных назначений.

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если маршрут } i\text{-ой корреспонденции пассажиропотока} \\ & \text{входит в маршрут } j\text{-го назначения;} \\ 0, & \text{в ином случае.} \end{cases}$$

- условие освоения корреспонденций пассажиропотоков. Данное условие должно устанавливать неравенство, согласно которому суммарная вместимость поездов на участках их следования должна быть больше или равна общему числу пассажиров, которые могут следовать в этих поездах без пересадки:

$$\delta_{ik} a_j x_j \geq \sum_{i=1}^I \delta_{ijk} y_{ij}; \quad \forall i, \forall k \quad (9)$$

где: x_j – количество поездов j – го назначения; $x_j \geq 0$;

a_j – вместимость поездов j – го назначения;

I – общее число струй пассажиропотока;

$$\delta_{ik} = \begin{cases} 1, \text{ если поезд } j \text{ - го назначения} \\ \text{ следует по } k \text{ - му участку} \\ 0, \text{ в ином случае.} \end{cases}$$

$$\delta_{ijk} = \begin{cases} 1, \text{ если маршрут } i \text{ - ой корреспонденции пассажиропотока} \\ \text{ входит в маршрут } j \text{ - го назначения и эти маршруты} \\ \text{ содержат } k \text{ - ый участок;} \\ 0, \text{ в ином случае.} \end{cases}$$

- условие освоения густот пассажиропотоков [2] будет иметь вид:

$$\sum_{i=1}^J \delta_{ik} a_i x_j \geq \Gamma_k, \forall k, \quad (10)$$

где: a_j – вместимость поездов j – го поездного назначения;

$$\delta_{ik} = \begin{cases} 1, \text{ если маршрут } j\text{-го поездного назначения} \\ \text{ следует по } k\text{-му участку железной дороги} \\ 0, \text{ в ином случае.} \end{cases}$$

Γ_k - густота пассажиропотока на участке железной дороги,

$$\Gamma_k = \sum_{i=1}^J \delta_{ik} \Pi_i, \forall k \quad (11)$$

$$\delta_{ik} = \begin{cases} 1, \text{ если } i\text{-й пассажиропоток} \\ \text{ следует по } k\text{-му участку железной дороги} \\ 0, \text{ в ином случае.} \end{cases}$$

Оптимальным вариантом количества пассажирских поездов на расчетном участке железной дороги будет считаться вариант с минимумом суммарных эксплуатационных затрат перевозчика от организации сообщения:

$$F = \sum_{i=1}^J E_j x_j \rightarrow \min \quad (12)$$

где: E_j – эксплуатационные затраты, приходящиеся на один поезд j -го назначения, включающие в себя расходы на поездную и вагонную составляющие.

Пример 1

Определим оптимальное число поездов на участке железной дороги (x_j) без учета предпочтений пассажиров по выбору поездов при условии выполнения требований по обеспечению беспересадочного сообщения. Расчетный участок железной дороги представлен на рисунке 1. Введены следующие обозначения: Π_i – мощности струй пассажиропотоков; x_j – поезда j – го назначения; E_j – стоимостные оценки поездов; {утро, день, вечер, ночь} – периоды отправления поездов; t_{cl} – время следования между пунктами; D_j – максимальный доход от перевозки;

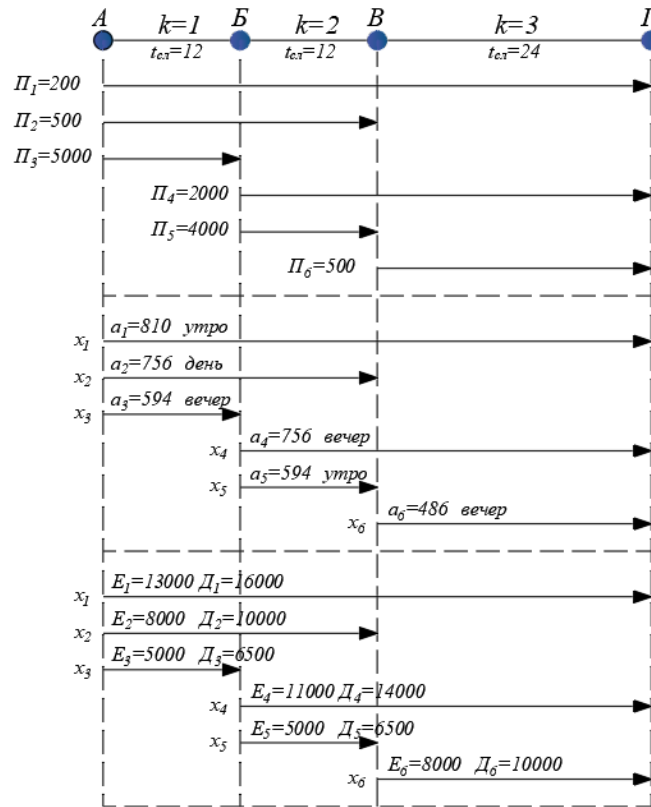


Рис. 1. Расчетный участок железной дороги

Решение:

В данном примере учитываются следующие условия:

- условие обеспечения беспересадочного сообщения пассажиров (8);
- условие освоения корреспонденций пассажиропотоков (9);
- условие освоения густот пассажиропотоков (10).

Учитывая исходные данные, представленные на рисунке 1, с помощью программы LPSolve IDE 5.5.2.0 определено потребное количество поездов, необходимых для освоения заданного пассажиропотока без учета предпочтений пассажиров, в количестве: $x_1=4$; $x_2=4$; $x_3=0$; $x_4=0$; $x_5=1$; $x_6=0$.

При этом, затраты, связанные с формированием пассажирских поездов дальнего следования, составят $F = 89\,000$ усл. ед.

Пример 2

Решим ту же задачу, но теперь с учетом предпочтений пассажиров по выбору поездов. В этом случае, к условиям из примера 1 добавляется условие учета предпочтений пассажиров (7). В данной работе это условие устанавливает следующие зависимости количества поездов на участке железной дороги:

$$2x_2 \leq x_1; x_3 \leq x_1; x_4 < x_1; 4x_5 \leq x_1; 20x_6 < x_1;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = x; x_1 \leq 0.4 x;$$

Учитывая исходные данные, представленные на рисунке 1, с помощью программы LPSolve IDE 5.5.2.0 определено потребное количество поездов, необходимых для освоения заданного пассажиропотока с учетом предпочтений пассажиров, в количестве: $x_1=4$; $x_2=2$; $x_3=2$; $x_4=2$; $x_5=1$; $x_6=0$.

При этом, затраты, связанные с формированием пассажирских поездов дальнего следования, составят $F = 105\,000$ усл. ед.

Результаты определения потребного количества поездов с учетом и без учета предпочтений пассажиров по выбору поездов дают понять, что решение данной задачи с

учетом предпочтений пассажиров повлечет за собой организацию большого числа поездов на участке железной дороги и, таким образом, увеличение затрат на перевозку. Однако, учет предпочтений пассажиров по выбору поездов способствует увеличению спроса железнодорожного транспорта и не позволит части пассажиропотока перейти на альтернативные виды транспорта.

Результаты распределения пассажиропотоков по поездам в примерах 1 и 2 представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результат распределения пассажиропотоков без учета мнений пассажиров по выбору поездов

Поездное назначение	Число поездов	Пассажиропоток					
		<i>А-Г</i>	<i>А-В</i>	<i>А-Б</i>	<i>Б-Г</i>	<i>Б-В</i>	<i>В-Г</i>
<i>x</i> ₁	4	200	282	2758	2000	740	500
<i>x</i> ₂	4	-	218	2242	-	2666	-
<i>x</i> ₃	0	-	-	-	-	-	-
<i>x</i> ₄	0	-	-	-	-	-	-
<i>x</i> ₅	1	-	-	-	-	594	-
<i>x</i> ₆	0	-	-	-	-	-	-
% учета мнений		100 (200/200)	100 (500/500)	24 (1220/5000)	100 (2000/2000)	51 (2050/4000)	72 (362/500)

Таблица 2

Результат распределения пассажиропотоков с учетом мнений пассажиров по выбору поездов

Поездное назначение	Число поездов	Пассажиропоток					
		<i>А-Г</i>	<i>А-В</i>	<i>А-Б</i>	<i>Б-Г</i>	<i>Б-В</i>	<i>В-Г</i>
<i>x</i> ₁	4	200	282	2758	1000	2178	62
<i>x</i> ₂	2	-	218	1054	-	716	-
<i>x</i> ₃	2	-	-	1188	-	-	-
<i>x</i> ₄	2	-	-	-	1000	512	438
<i>x</i> ₅	1	-	-	-	-	594	-
<i>x</i> ₆	0	-	-	-	-	-	-
% учета мнений		100 (200/200)	100 (500/500)	55 (2408/5000)	100 (2000/2000)	100 (4000/4000)	72 (362/500)

С учетом оттока части пассажиропотока на альтернативные виды транспорта доход от перевозок сократится и прибыль уменьшится. При определении необходимого количества поездов с учетом предпочтений пассажиров по выбору поездов 77,62% пассажиров будут следовать в поездах, согласно своим предпочтениям. Напротив, при определении необходимого количества поездов без учета предпочтений пассажиров по выбору поездов только 51,9% пассажиров будут следовать в поездах, согласно своим предпочтениям.

Неудовлетворённость пассажиров установленным поездам скажется на спросе железнодорожного транспорта и выборе наименее предпочтительного поезда или повлечет за собой переход части пассажиропотока на другие виды транспорта. Количество такого пассажиропотока определяется по формуле:

$$P^* = P_i \times (1 - k_{от}), \quad (13)$$

где: $k_{от}$ - коэффициент оттока пассажиропотока на другие виды транспорта, $k_{от} = 0,1 - 0,7$.

График зависимости прибыли перевозчика от коэффициента оттока пассажиропотока на другие виды транспорта представлена на рисунке 2.

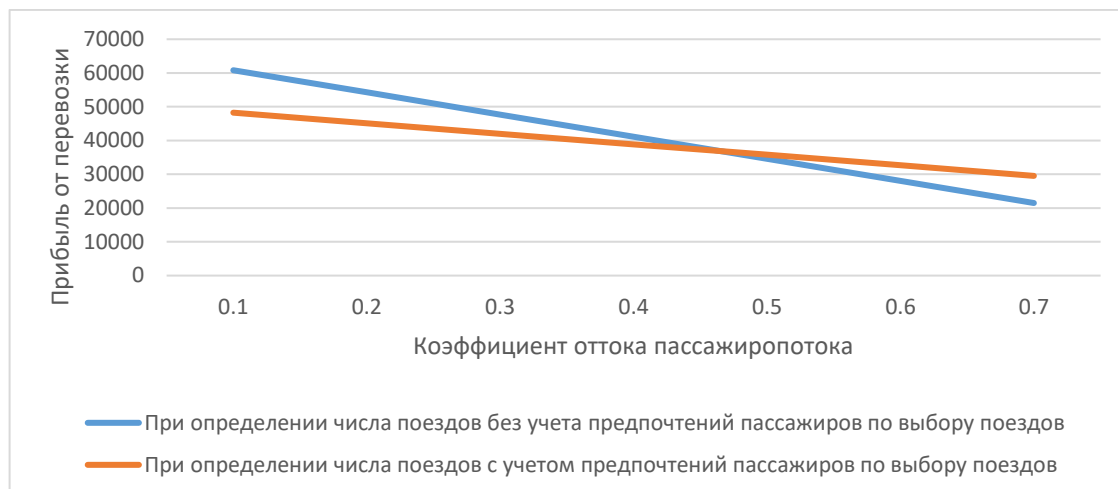


Рис. 2. График зависимости прибыли перевозчика от коэффициента оттока пассажиропотока на другие виды транспорта

Таким образом, за счет учета предпочтений пассажиров по выбору поездов увеличилось число поездов на участке железной дороги и, таким образом, затраты на формирование этих поездов, но, с учетом оттока части пассажиропотока на другие виды транспорта из-за неудовлетворения расписанием движения поездов, сокращается доход от перевозки пассажиров. Наиболее выгодным станет вариант без учета предпочтений пассажиров по выбору поездов при оттоке не более 47% пассажиропотока на другие виды транспорта, а это маловероятно [3].

Выводы

По результатам выполненной работы было определено потребное количество поездов на расчетном участке железной дороги без учета и с учетом предпочтений пассажиров по выбору поездов. Сравнительные результаты двух примеров показали, что учет предпочтений пассажиропотоков способствует повышению прибыли компании-перевозчика и усилению конкурентоспособности железнодорожного транспорта на рынке транспортных услуг.

Список литературы

1. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий/ Т. Саати. Перевод с английского Р. Г. Вачнадзе. М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.
2. Саати, Т. Математические модели конфликтных ситуаций / Томас Л. Саати ; пер. с англ. В.Н. Веселова и Г.Б. Рубальского ; под ред. [и с предисл.] И.А. Ушакова. - Москва: Сов. радио, 1977. - 302 с.
3. Середов, Е.А. Формирование маршрутной сети пассажирских поездов с учетом предпочтений пассажиров/ Середов Е.А./ Экономика железных дорог. 2021. № 11. С. 34-43.
4. Кочнев, Ф.П. Пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте: учебник/ Ф.П. Кочнев. – М.: Транспорт, 1980. – 496 с.

Серодов Є.А. Вплив переваг пасажирів на визначення необхідної кількості пасажирських поїздів

Анотація. У роботі розглядається визначення необхідної кількості поїздів ділянкою залізниці без урахування і з урахуванням переваг пасажирів на вибір поїздів. Критерієм вибору поїздів прийнято зручність розкладу їх руху. Визначення необхідної кількості пасажирських поїздів за умови прямого сполучення пасажиропотоків та з урахуванням переваг пасажирів за мінімальних витрат на організацію руху поїздів дозволяє підвищити прибуток пасажирських перевезень та конкурентоспроможність залізниць порівняно з іншими видами транспорту.

Ключові слова: експертні системи, модуль оцінки, запит, диспетчер, діаграма станів, алгоритм, список критеріїв.

Seredov E. A. The influence of passenger preferences on the determination of the required number of passenger trains

Abstract. This paper considers the determination of the required number of trains on a railway section without taking into account and taking into account the preferences of passengers in choosing trains. The criterion for choosing trains is the convenience of their timetable. Determining the required number of passenger trains, subject to direct communication of passenger flows and taking into account the preferences of passengers with minimal costs for the organization of train traffic, makes it possible to increase the profit of passenger transportation and the competitiveness of railways in comparison with other modes of transport.

Keywords: Passenger train, the method of paired comparisons, the theory of fuzzy sets.

УДК 656.072

*ЛУЧКО М. И., к.т.н., доцент**Луганский государственный университет имени Владимира Даля, Луганск*

СИСТЕМА УЧЕТА ПАССАЖИРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Представлена система учета пассажиров для автоматизации мониторинга работы городского пассажирского транспорта общего пользования на основании алгоритма отслеживания центральных точек. Представлены подсистемы, принцип и результат работы системы.

***Ключевые слова:** автоматизация, алгоритм отслеживания, городской пассажирский транспорт общего пользования (ГПТ ОП), критерии принятия решения, мониторинг, система учета пассажиров.*

Постановка проблемы

Экономическое развитие региона зависит от скорости потоков людей и товаров через транспортную систему. В быстро меняющемся мире поступление оперативной информации и данных о функционировании городского пассажирского транспорта, предоставленных в реальном масштабе времени, является важным условием для качественного и результативного обслуживания пассажиров, а также одним из главных факторов в развитии предприятий транспорта с привлечением большего количества населения для использования услуг городского пассажирского транспорта общего пользования. Еще большую значимость в развитии пассажирских перевозок общественного транспорта имеет информация, полученная путем алгоритмического анализа указанных видов данных, их обработки и вывода в наиболее привлекательном и понятном для пассажира виде. Достоверная информация о работе общественного транспорта помогает пассажиру оптимизировать свое время и выбрать наиболее приемлемый маршрут, а также удобное время поездки. Это позволит уменьшить нагрузку на транспортную сеть за счет оптимизации пассажиропотоков.

Для предоставления внешним системам актуальной информации о количестве пассажиров вошедших в транспортное средство или вышедших из него во время остановки на остановочном пункте в автоматизированном режиме транспортное средство должно быть снабжено системой и устройствами учета пассажиров.

Цель работы

Разработка системы учета пассажиров для автоматизации мониторинга работы городского пассажирского транспорта общего пользования и алгоритма подсчета пассажиров для получения достоверных сведений о количестве пассажиров с целью оптимизации работы маршрутных транспортных средств.

Основная часть

Принципы учета пассажиропотока на основе технологии стереоскопического видения на городском пассажирском транспорте общего пользования рассматривался в [1]. Устройство для подсчета количества пассажиров проходящих через двери транспортного средства при посадке/высадке во время остановки представляет собой совокупность программных и аппаратных средств обеспечивающих функционирование подсистем (рис. 1): подсчета пассажиров, записи и хранения видео, передачи данных, энергосбережения.

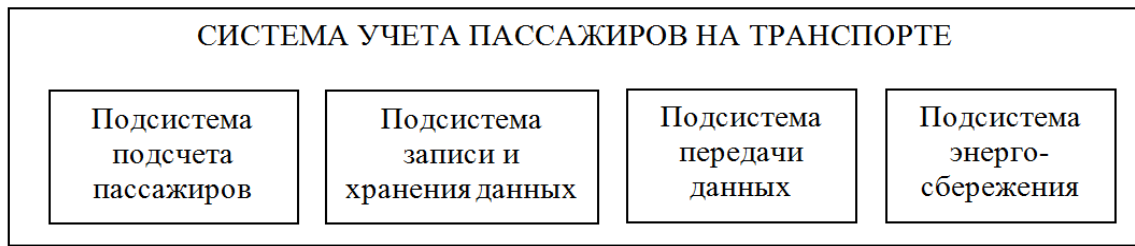


Рис. 1. Подсистемы системы учета пассажиров на пассажирском транспорте

Подсистема подсчёта пассажиров – выполняет подсчёт количества пассажиров вошедших в транспортное средство и вышедших из него во время остановки транспортного средства на остановочном пункте.

Подсистема записи и хранения данных – выполняет видеозапись происходящего в месте установки записывающего видеоприбора во время остановки транспортного средства при посадке и высадке пассажиров.

Подсистема передачи данных – реализует функционал передачи собранных данных посредством каналов связи на диспетчерский сервер.

Подсистема энергосбережения – реализует функционал переключения устройства в спящий режим для защиты аккумулятора маршрутного транспортного средства от сильного разряда.

На рисунке 2 представлены основные функциональные элементы устройства и связи между ними. Функциональное назначение их заключается в следующем.

Счётчик пассажиров - блок, реализующий алгоритмы подсчёта пассажиров на основе данных поступающих от видеокамер.

Видеорегистратор - блок, обеспечивающий запись видеоданных, поступающих от видеокамер, в энергонезависимое хранилище (накопитель памяти).

Контроллер питания - блок, обеспечивающий управление питанием устройства.

Контроллер доступа - обеспечивает защиту защищённых данных от несанкционированного изменения.

Алгоритм подсчёта пассажиров начинает работать после открывания дверей, состояние которых определяется по состоянию штатного датчика положения дверей, и работает некоторое время после их закрытия.

Метод подсчёта пассажиров основан на измерении стереоскопической видеокамерой расстояния до движущихся объектов. Решение о входе пассажира в транспортное средство или выходе из него принимается на основании анализа формы объекта и направлении движения.

Настройка алгоритма включает:

- определение границы зоны контроля;
- определение направления на вход и выход.

Критерии принятия решения о входе пассажира в транспортное средство:

- Пассажир пересёк зону контроля в направлении «вход»;
- Через 30 секунд после закрытия дверей, если пассажир вошёл в транспортное средство и остался в зоне контроля.

Критерии принятия решения о выходе пассажира из транспортного средства:

- Пассажир пересёк зону контроля в направлении «выход».
- Через 30 секунд после закрытия дверей, если пассажир находился в зоне контроля и покинул её в направлении «выход».

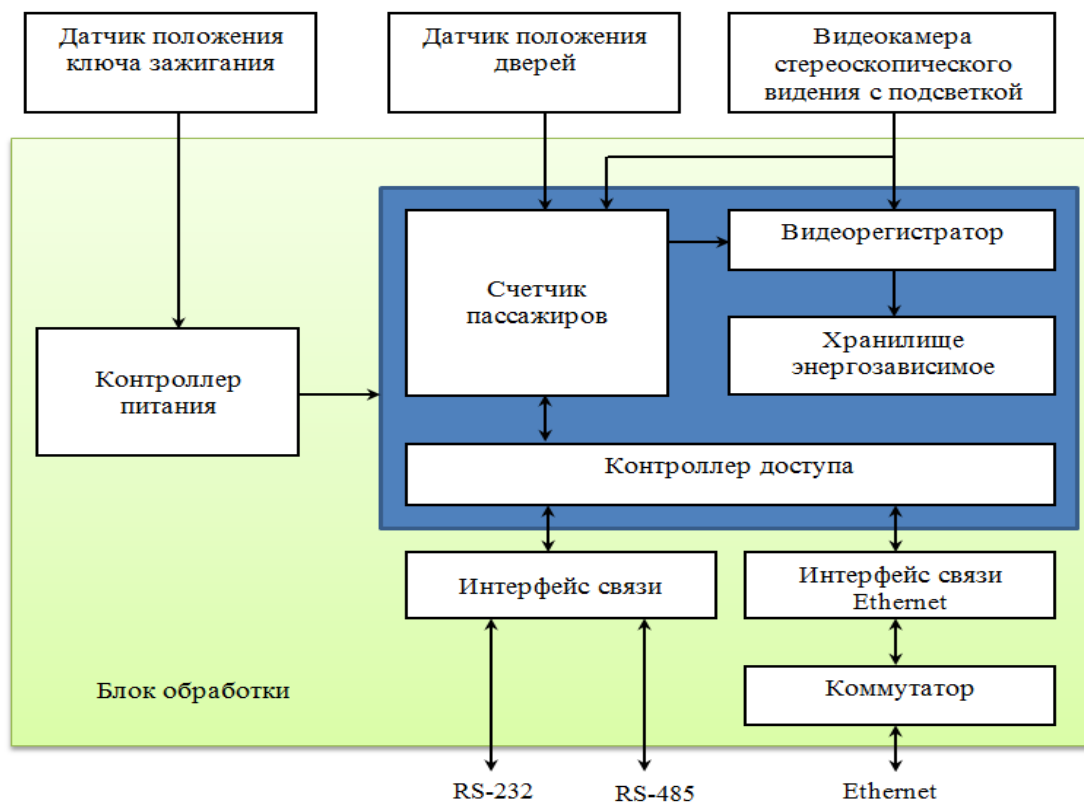


Рис. 2. Основные функциональные элементы устройства

Подсистема записи и хранения данных. Подсистема осуществляет видеозапись происходящего в зоне действия видеокамеры и хранение записанного в накопителе. Запись видео начинается после открывания дверей и после их закрытия еще 30 сек.

Подсистема энергосбережения может находиться в двух режимах: энергосбережение и работа. В режиме работа устройство находится при наличии напряжения питания и если ключ замка зажигания находится в положении «включено». В режим энергосбережения устройство переходит из режима работа в следующих случаях: после поворота ключа замка зажигания в положение «выключено», спустя 90 минут после перевода ключа замка зажигания в положение «включено», если программное обеспечение не запустилось, спустя 5 минут, если после успешного запуска программного обеспечения произошёл сбой в его работе.

Для взаимодействия с внешними системами в устройстве включает проводные интерфейсы: Ethernet, RS-485, RS-232. Конструктивно интерфейсы RS-232 и RS-485 имеют общий порт и не могут использоваться одновременно. Для обмена данными по этим интерфейсам внешнее устройство должно использовать протокол, описанный в [2]. При этом устройство участвует в обмене в качестве ведомого устройства, а внешнее в качестве ведущего.

Стереоскопическая видеокамера размещается над пассажирской дверью (дверями) транспортного средства на высоте не менее 2,2м от уровня пола, так что бы зона контроля полностью попадала в зону обзора видеокамеры (рис. 3).

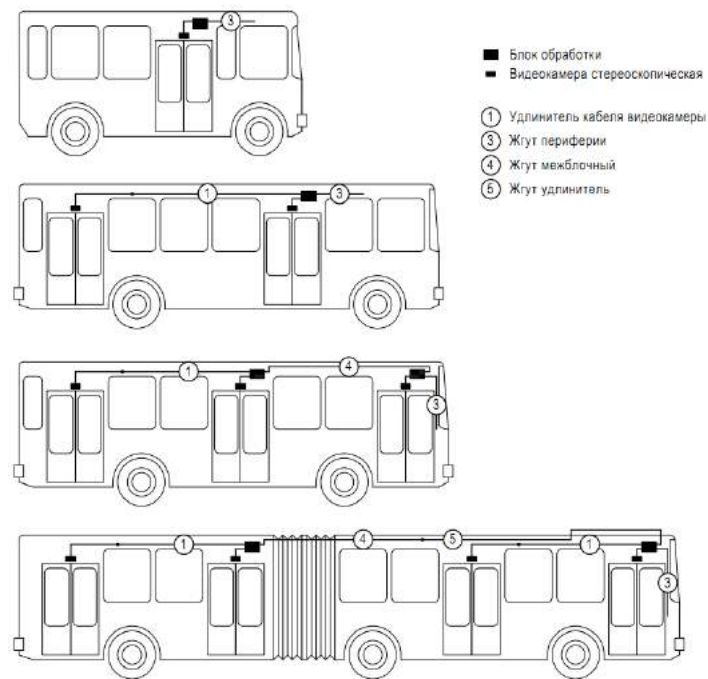


Рис. 3. Установка устройств по учету пассажиров в транспортных средствах различной вместимости

Таблица 1

Параметры настроек системы

Параметр	Характеристика
Максимальная скорость человека	Единица измерения: км/ч. При выборе значения параметра нужно учитывать, что при резких движениях головой измеренные значения скорости будут немного завышены. Стандартное значение параметра находится в пределах [10...14] км/ч.
Минимальный рост человека	Единица измерения: см. Счётчик не будет считать пассажиров рост, которых меньше этого значения. При выборе значения параметра нужно учитывать, что люди, несколько нагибаются при входе в автобус. Поэтому значение нужно выставлять заниженным на (10...20) см. Обычно устанавливается значение в диапазоне (110...140) см в зависимости от конкретного места установки камер.
Эталонный рост	Параметр алгоритма измерения роста. Устанавливается в диапазоне от 130 до 150. Если эталонный рост установить в 0, то происходит автоматический подбор эталонного роста. В случае «слишком низкой» или «слишком высокой» высоте подвеса камеры значение нужно подобрать вручную.
Размер головы	Единица измерения: см. Обычно устанавливается в диапазоне от 9 до 14 в зависимости от расстояния до головы (чем ближе, тем больше). При установке эталонного роста в 0, значение этого параметра должно быть меньше (обычно от 9 до 11).
Минимальная длина трека	Число кадров, на которых объект должен присутствовать. Должно быть больше чем число предсказаний (см. далее). Устанавливается в диапазоне от 7 до 15. Зависит от длины зоны контроля (чем длиннее, тем больше).
Число предсказаний	Устанавливается на 1-2 кадра меньше, чем минимальная длина трека.

Выбрав заданные настройки, система производит операционный учет пассажиров, основанный на стереоскопическом видении и программных алгоритмах.

Обработка видеозаписи и подсчет пассажиров включает два этапа. На первом этапе видео считываются, корректируется разрешение изображения до 300x300 пикселей с целью обеспечения оптимальной производительности. Нейронная сеть работает с данным разрешением видео наиболее эффективно. После чего видео подается на обработку нейронной сети [3], которая возвращает список детектированных объектов [4]. Каждый объект представлен в виде прямоугольной рамки (рис. 4) и вероятности нахождения этого объекта внутри этой рамки. Координаты рамок сохраняются в том случае, когда вероятность их определения не менее 0,25.



Рис. 4. Пример работы алгоритма по распознаванию объектов

На втором этапе считывает файл с сохраненными видеоданными. На основе этих данных с помощью алгоритма отслеживания центроидов [5] формируются траектории движения пассажиров. Центроид в данном алгоритме – это центр прямоугольной рамки распознанного объекта, который визуализируется по видеопотоку при учете пассажиров. Проанализировав эти траектории, можно посчитать количество вошедших и вышедших пассажиров. В алгоритме центроидного отслеживания используется библиотека OpenCV [6].

Порядок алгоритма следующий. Центроиды одного и того же объекта в разных кадрах формируют траекторию движения этого объекта. Далее траектория визуализируется, сохраняется и происходит процесс её анализа. Суть анализа заключается в том, чтобы определить вектор, направленный из начальной точки траектории объекта в конечную, относительно входной двери. Если составляющая координаты «X» вектора рассматриваемого объекта положительная – увеличивается количество вошедших пассажиров, а если отрицательная, то количество вышедших. Если траектория состоит менее чем из двух точек, то она не учитывается в подсчете (объект стоит на месте). На видеозаписи с разрешением 300x300 пикселей отображается два счетчика: "input" и "output", то есть вошедшие и вышедшие пассажиры из транспортного средства, которым присваивается уникальный идентификатор каждого объекта – ID pass. Таким образом, при подсчете баланса получается два значения, по которым можно оценивать загруженность общественного транспорта в каждый момент времени.

Подсчет не зависит от качества связи, т.к. данные подсчета передаваемые с бинокулярной стереокамеры обрабатываются непосредственно в системе, установленной на транспортном средстве, и только потом передаются на сервер, что является достоинством сохранности данных.

Отчет по подсчету пассажиров за определенный период формируется в виде статистики и графиков (рис. 5), что в дальнейшем позволит оптимизировать работу подвижного состава

маршрутных транспортных средств.

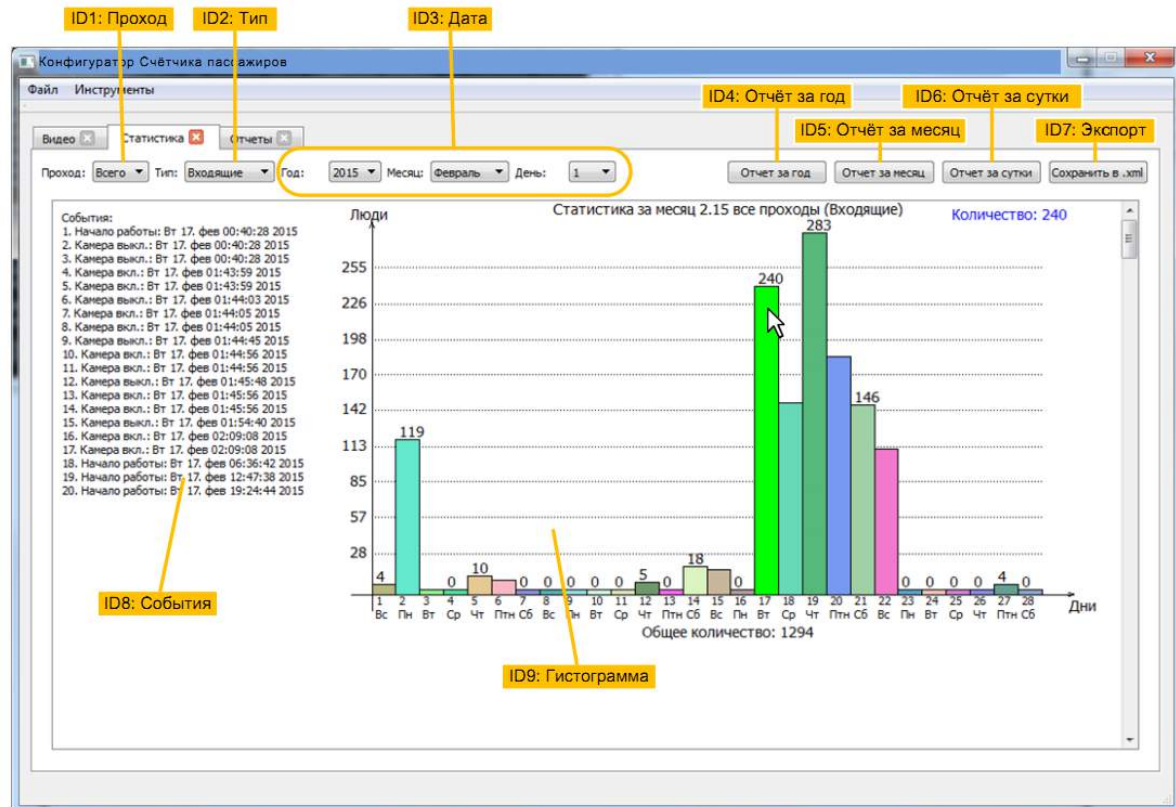


Рис. 5. Результат работы системы учета пассажиров

Система будет актуальна не только для городского транспорта, но и для междугороднего, где по маршруту следования автобуса может пропадать сигнал сети 2G/3G/4G. Также возможна функция подключения к кнопке или датчикам открытия дверей для включения камеры-счетчика только на остановках, когда двери открыты - это даст более точный подсчет и ускоренный просмотр архива видеозаписи, а также экономию энергозатрат на эксплуатацию устройств. Отчеты о перевезенных пассажирах формируются и хранятся в базе данных, их можно выгружать в PDF или Excel форматах для составления отчетов и дальнейшей статистической обработки.

Выводы

На данный момент на пассажирском транспорте актуально стоит вопрос по автоматизации мониторинга работы транспортных средств и подсчета пассажиров в системе городского пассажирского транспорта общего пользования. Преимущество данной системы подсчета пассажиров перед другими заключается в простоте использования и минимальных затратах на оборудование. Система проводит слежение за каждым пассажиром с момента его входа/выхода до его исчезновения из поля зрения камеры, что выгодно отличает ее от классических систем учета пассажиропотока, фиксирующими только момент пересечения некоторой условной границы (ступенька на входе, инфракрасный луч). Внедрение систем учета пассажиров поможет пассажирским перевозчикам значительно улучшить контроль работы водителя и увеличить сбор выручки на 20-30% за счет более полного учета пассажиропотока. В целом в системе городского пассажирского транспорта общего пользования данная система позволит мониторить трафик пассажиров и оперативно принимать решения по организации перевозок пассажиров. Накопленная статистика о количестве пассажиров за определенный промежуток времени на различных маршрутах

позволит оптимизировать работу подвижного состава маршрутных транспортных средств.

Список литературы

1. Лучко М.И. Система учета пассажиропотока на основе технологии стереоскопического видения / М.И. Лучко, А.А. Королёва // Современные технологии и перспективы развития наземных транспортно-технологических средств: Сборник материалов Межд. научно-практ. конф. / ЛГУ им. В. Даля (Луганск, 16 апреля 2020 г.), – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2020. – С. 55-58.
2. Протоколы передачи данных в ЦОД: RS-232, RS-422, RS-485. – [Электронный ресурс]. – <https://aboutdc.ru/page/902.php> (Дата обращения 30.03.2022г.)
3. Как работает нейронная сеть: алгоритмы, обучение, функции активации и потери [Электронный ресурс]. – <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/osnovy-nejronnyh-setej-algoritmy-obuchenie-funkcii-aktivacii-i-poteri> (дата обращения: 05.03.2022).
4. Рохит Ганди. R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, YOLO - Алгоритмы обнаружения объектов [Электронный ресурс]. – <https://towardsdatascience.com/r-cnn-fast-r-cnn-faster-r-cnn-yolo-object-detection-algorithms-36d53571365e> (дата обращения: 04.03.2022).
5. Adrian Rosebrock. Simple object tracking with OpenCV [Электронный ресурс]. – <https://www.pyimagesearch.com/2018/07/23/simple-object-tracking-with-opencv> (дата обращения: 10.03.2022).
6. OpenCV: официальный сайт [Электронный ресурс]. – <https://opencv.org/releases> (дата обращения: 10.03.2022).

Лучко М. І. Система обліку пасажирів для автоматизації моніторингу роботи міського пасажирського транспорту

Анотація. Наведено систему обліку пасажирів для автоматизації моніторингу роботи міського пасажирського транспорту загального користування на підставі алгоритму відстеження центроїдів. Представлені підсистеми, принцип та результат роботи системи.

Ключові слова: автоматизація, алгоритм відстеження, міський пасажирський транспорт загального користування (ДПТ ВП), критерії ухвалення рішення, моніторинг, система обліку пасажирів.

Luchko M. I. Passenger accounting system for automation of monitoring of urban passenger transport

Abstract: A passenger accounting system is presented for automating the monitoring of the operation of public urban passenger transport based on the centroid tracking algorithm. The subsystems, the principle and the result of the system operation are presented.

Keywords: automation, tracking algorithm, public urban passenger transport, decision criteria, monitoring, passenger accounting system

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 згорання; 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 Word for Windows – **.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 ки дорівнюють 1 сторінці), перелік літератури. Обзорні статті – до 12 сторінок.

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

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

Структура статті

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

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

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

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

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗУВАННЯ СТАТЕЙ

1. Наукові статті, що надійшли до редакції, проходять через інститут рецензування.
2. Форми рецензування статей:
 - зовнішня (рецензування рукописів статей доктором або кандидатом наук, який є провідним спеціалістом у відповідній галузі науки);
 - внутрішня (рецензування рукописів статей членами редакційної колегії).
3. У зовнішній рецензії повинні бути висвітлені наступні питання:
 - чи відповідає зміст статті заявленій в назві темі;
 - наскільки стаття відповідає сучасним досягненням у зазначеній галузі;
 - чи доступна стаття читачам, на яких вона розрахована, з погляду мови, стилю, розташування матеріалу, наочності таблиць, діаграм, малюнків та ін.;
 - чи доцільна публікація статті з урахуванням раніше випущеної по даному питанню літератури;
 - у чому конкретно полягають позитивні сторони, а також недоліки статті, які виправлення й доповнення повинні бути внесені автором;
 - висновок про можливість опублікування даного рукопису в журналі: «рекомендується», «рекомендується з урахуванням виправлення відзначених рецензентом недоліків» або «не рекомендується».
4. Зовнішня рецензії засвідчуються в порядку, установленому в установі, де працює рецензент. Рецензія повинна бути підписана рецензентом з розшифровкою посади, наукового ступеня і вченого звання.
5. Відповідальний секретар протягом 7 днів повідомляє авторів про одержання статті.
6. Відповідальний секретар визначає відповідність статті профілю журналу, вимогам до оформлення й направляє її на внутрішнє рецензування члену редакційної колегії, що має найбільш близьку до теми статті наукову спеціалізацію.
7. Строки рецензування в кожному окремому випадку визначаються відповідальним секретарем з урахуванням створення умов для максимально оперативної публікації статті.
8. Внутрішня рецензія виконується членами редакційної колегії журналу у відповідності з наказом ректора Академії від 11.10.2010р. №153-01 «Про затвердження Положення про порядок випуску наукового фахового видання Вісник Донецької академії автомобільного транспорту».

Рецензент коментує якість рукопису за такими пунктами, як:

 - наукова новизна,
 - обґрунтованість результатів,
 - начимість 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

№ 1, 2022

(українською, російською та англійською мовами)

Відповідальний за випуск – Ю.В. Прилепський Комп'ютерне верстання – С.А. Ткачов

Літературна обробка – Н.І. Головченко

Формат 60x84 $\frac{1}{8}$. Ум. друк. арк. 4,6. 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. Октябрю, 22а, м. Донецьк, 83030, Україна

Тел.: +38 (062) 388-21-67



Научное издание

ВЕСТНИК ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

№ 1, 2022

(на украинском, русском и английском языках)

Ответственный за выпуск – Ю.В. Прилепский Компьютерная верстка – С.А. Ткачёв

Литературная обработка – Н.И. Головченко

Формат 60x84 $\frac{1}{8}$. Усл. печ. л. 4,6. 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. Октябрю, 22а, г. Донецк, 83030, Украина

Тел.: +38 (062) 388-21-67



Scientific Edition

BULLETIN OF THE DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

№ 1, 2022

(in Ukrainian, Russian and English languages)

Responsible for issue – Yu.V. Prilepskyi Computer makeup – S.A. Tkachov

Redaction – N.I. Golovchenko

Format 60x84 $\frac{1}{8}$. Conventional printed sheet 4,6. Circulation 100

Donetsk academy of automobile transport

Address of founder and editorial office:

ave. Dzerzhinskoho, 7, Donetsk, 83086, Ukraine

Tel.: +38 (062) 345-21-90

E-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

Address of publisher:

PE "Advertising and Publishing Company" Molniya " Str. Oktyabrya, 22 a, Donetsk, 83030, Ukraine

Tel.:+38 (062) 388-21-67