



**ВІСНИК  
ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ  
АВТОМОБІЛЬНОГО  
ТРАНСПОРТУ**

**№1  
2021**

**VISNIK  
DONES'KOI AKADEMII  
AVTOMOBIL'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  
2021

Засновник:  
ДОНЕЦЬКА АКАДЕМІЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

<i>ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛУ</i>	Енглезі І.П., ректор Академії, к.т.н., доцент
<i>ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА</i>	Сунцов М.В., д.х.н., професор
<i>ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР</i>	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 eLibrary.ru та на сайті Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського.

Видання відображається у реферативній базі даних «Україніка наукова».

У журнал увійшли статті співробітників, магістрантів, аспірантів та докторантів Донецької академії 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: <a href="http://journal.diat.edu.ua/">http://journal.diat.edu.ua/</a>

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  
2021**

**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  
2021

Учредитель:  
ДОНЕЦКАЯ АКАДЕМИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

<i>ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛА</i>	Энглези И.П., ректор Академии, к.т.н., доцент
<i>ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА</i>	Сунцов Н.В., д.х.н., профессор
<i>ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ</i>	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 18.03.2021 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 учредителя и редакции:	пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086 тел.: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua; сайт журнала: <a href="http://journal.diat.edu.ua/">http://journal.diat.edu.ua/</a>

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  
2021**

**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  
2021

Founder:  
DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

<i>EDITOR-IN-CHIEF</i>	Englezi I.P., Rector of the Academy, Candidate of Engineering Sciences, Docent
<i>DEPUTY CHIEF EDITOR</i>	Suntsov M.V., Doctor of Chemical Sciences, professor
<i>EXECUTIVE SECRETARY</i>	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 18.03.2021

**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

### Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Прилепський Ю.В., Мойся Д.Л., Ткачов С.А., Акімова Ю.М., Коломієць О.М. <b>Визначення зв'язку амплітуди вібросигнала з параметрами роботи дизельного двигуна внутрішнього згоряння</b> .....	10
Попов Д.В., Сергієнко М.А. <b>Підвищення плавності ходу підвіски шляхом встановлення адаптивної підвіски</b> .....	22
Савенко Е.С., Яценко О.Г. <b>Обґрунтування застосування методу електрогідравлічної роздачі при відновленні поршневих пальців двигунів внутрішнього згоряння</b> .....	29
Мойся Д.Л., Куплінов А.В., Бобров В.В. <b>Аналітичне дослідження повернення тріхколісного транспортного засобу</b> .....	37

### Транспортні технології

Сидоренко К.І. <b>Інформаційна безпека як основна складова економічної ефективності транспортних підприємств</b> .....	42
<b>Правила подання та оформлення статей</b> .....	53
<b>Порядок рецензування статей</b> .....	55

## СОДЕРЖАНИЕ

### Транспорт и двигатели внутреннего сгорания

Прилепский Ю.В., Мойся Д.Л., Ткачев С.А., Акимова Ю.Н., Коломиец О.Н. <b>Определение связи амплитуды вибросигнала с параметрами работы дизельного двигателя внутреннего сгорания</b> .....	10
Попов Д.В., Сергиенко М.А. <b>Повышение плавности хода подвески путем установки адаптивной подвески</b> .....	22
Савенко Э.С.; Яценко А.Г. <b>Обоснование применения метода электрогидравлической раздачи при восстановлении поршневых пальцев двигателей внутреннего сгорания</b> ..	29
Мойся Д.Л., Куплинов А.В., Бобров В.В <b>Аналитическое исследование поворачиваемости трехколесного транспортного средства</b> .....	37

### Транспортные технологии

СИДОРЕНКО К.И. <b>Информационная безопасность как основная составляющая экономической эффективности транспортных предприятий</b> .....	42
<b>Правила представления и оформления статей</b> .....	53
<b>Порядок рецензирования статей</b> .....	55



# CONTENTS

## Transport and internal combustion engines

Prilepskyi Yu.V., Moysya D.L., Tkachov S.A., Akimova Yu.N., Kolomiets O.N. <b>Determination of the relationship between the vibration signal amplitude and the operating parameters of a diesel internal combustion engine</b> .....	10
Popov D.V., Sergienko M.A. <b>Improving smooth running by installing an adaptive suspension</b> .....	22
Savenko E.S., Yatsenko A.G. <b>Justification of the application of the electrohydraulic distribution method in the restoration of piston fingers of internal combustion engines</b> .....	29
Moysya D.L., Kuplinov A.V., Bobrov V.V. <b>Analytical study of steering three wheel vehicle</b> ....	37

## Transport technology

Sidorenko K.I. <b>Information security as the main component of the economic efficiency of transport enterprises</b> .....	42
<b>Submission rules and guidelines</b> .....	53
<b>The order of reviewing articles</b> .....	55

УДК 629.424.1:621.319.4

*Прилепский Ю.В., к.т.н., доцент; Мойся Д.Л., к.т.н., доцент;  
Ткачев С.А., ассистент; Акимова Ю.Н., магистрант,  
ОО ВПО Донецкая академия транспорта, г. Донецк,  
Коломиец О.Н.  
ГПОУ «Донецкий электрометаллургический техникум»*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЯЗИ АМПЛИТУДЫ ВИБРОСИГНАЛА С ПАРАМЕТРАМИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Исследовано влияние факторов работы поршневого дизельного двигателя внутреннего сгорания на параметры сигнала вибрационного датчика. Получены эмпирические зависимости амплитуды вибросигнала от частоты вращения коленчатого вала, от удаленности цилиндра от вибродатчика, от нагрузки на выходном вале ДВС. Показана четкая корреляция величины давления в цилиндрах и величины амплитуды вибросигнала.*

**Ключевые слова:** *двигатель поршневой, колебания упругие, датчик вибрационный, частота вращения, удаленность от датчика, нагрузка ДВС, давление в цилиндрах.*

### Постановка задачи

Надежность и безаварийность работы автотранспортных средств в значительной мере зависит от качества диагностики его узлов и агрегатов. Одним из сложнейших агрегатов автотранспортных средств является двигатель внутреннего сгорания. Однако, детальная диагностика ДВС автомобиля осуществляется, главным образом, в рамках автотранспортных предприятий при проведении плановых технических обслуживаний и текущих ремонтов и не дают полной картины состояния ДВС в процессе реальной эксплуатации. Оснащение же автотранспортного средства бортовыми диагностическими системами позволяет оценить техническое состояние ДВС в конкретное время и конкретных условиях эксплуатации. Кроме того, оснащение двигателей внутреннего сгорания надежными бортовыми диагностическими системами позволяет фиксировать изменение его параметров во времени и экстраполировать техническое состояние ДВС на последующие периоды. Одним из методов диагностики, получивших развитие в последнее время, является вибродиагностика, основанная на изменении параметров упругих колебаний в зависимости от режимов и технического состояния ДВС [1, 2].

К преимуществам данного метода следует отнести:

- 1) отсутствие ценного оборудования;
- 2) относительную простоту метода диагностики;
- 3) информативность метода;
- 4) возможность использования микропроцессорных систем;
- 5) 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.

### Цель работы

В данной работе исследовали влияние следующих факторов на параметры вибросигнала работающего поршневого дизельного двигателя внутреннего сгорания:

- стабильность амплитуды вибросигнала в процессе работы ДВС на установившихся режимах;
- частоты вращения коленчатого вала ДВС;
- удаленности цилиндра от датчика вибросигнала;
- нагрузки на выходном вале ДВС;
- величины давления газов в цилиндре.

### Основная часть

Для исследований использовали рядный четырехтактный шестицилиндровый поршневой ДВС К461М1 (6ЧН12/14) с очередностью работы цилиндров: 1-5-3-6-2-4.

При изучении влияния нагрузочного момента на амплитуду вибросигнала, нагрузку на вал двигателя внутреннего сгорания формировали за счет электрического генератора, вал которого жестко соединен с выходным хвостовиком коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания. В исследованиях задействован синхронный генератор ЕСС5-93-4У2 со следующими основными характеристиками (см. табл. 1).

Таблица 1

Основные характеристики синхронного генератора ЕСС5-93-4У2

Наименование параметра	Единицы изм.	Значение параметров*)
Мощность	кВт	75/93,7
Напряжение	В	230/400
Ток	А	235/135
Электрический КПД	%	91
Полный КПД	%	87

\*) в числителе показаны параметры при соединении обмоток треугольником, в знаменателе – звездой

ДВС К461М1 (6ЧН12/14) и генератор ЕСС5-93-4У2 закреплены жестко соосно на бетонном основании.

В качестве вибродатчика выбран акселерометр Д14.507, основные характеристики которого приведены в таблице 2.

Таблица 2

Основные характеристики вибрационного датчика Д14.507

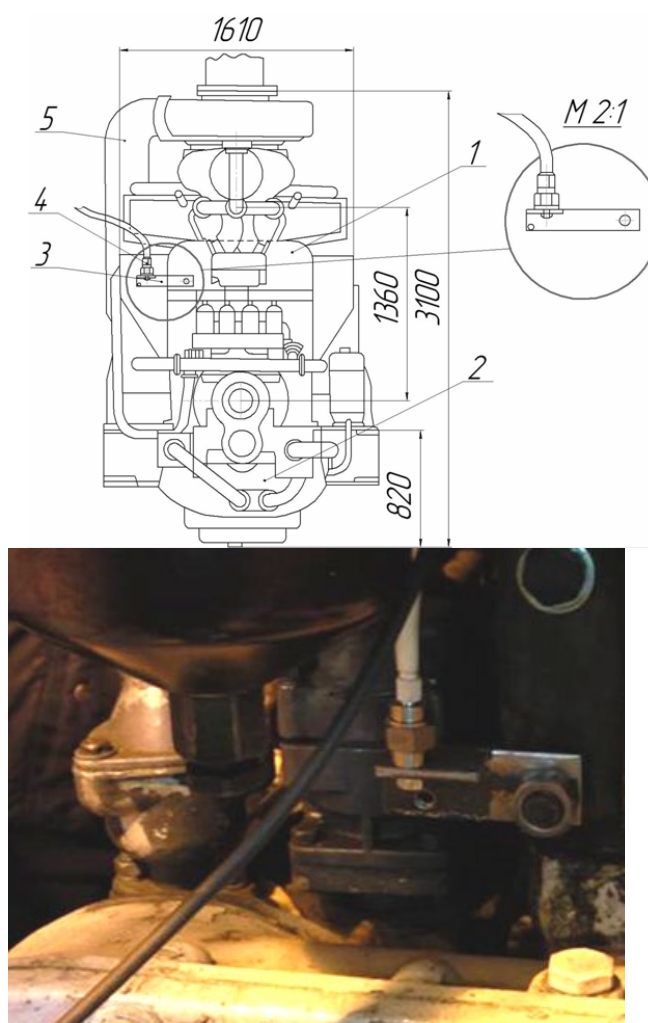
Наименование параметра	Значение параметра
Тип датчика	Пьезоэлектрический
Коэффициент преобразования, мВ*с <sup>2</sup> /м	21
Электрическая емкость, пФ (не более)	1700
Входное сопротивление, МОм	1,3
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %	10
Масса, кг	0,015

Внешний вид датчика Д14.507 представлен на рисунке 1.



**Рис. 1. Внешний вид датчика Д14.507 с экранированным проводом**

Датчик вибросигнала закреплялся на головке блока цилиндров возле 1 цилиндра. Схема закрепления предоставлена на рисунке 2,а, а вид двигателя внутреннего сгорания К461М1 с закрепленным датчиком вибросигнала Д14.507 приведен на рисунке 2,б.



а)

б)

1 - головка блока цилиндров; 2 - картер; 3 - кронштейн для крепления датчика вибросигнала; 4 - датчик вибросигнала; 5 - выпускной коллектор отработавших газов

**Рис. 2. Схема (а) и вид закрепления вибродатчика Д14.507 на головке блока цилиндров дизельного ДВС возле первого цилиндра**

Для регистрации и количественной обработки вибросигнала использовали двухканальный USB осциллограф, характеристики которого приведены в таблице 3.

Таблица 3

Технические характеристики двухканального USB осциллографа

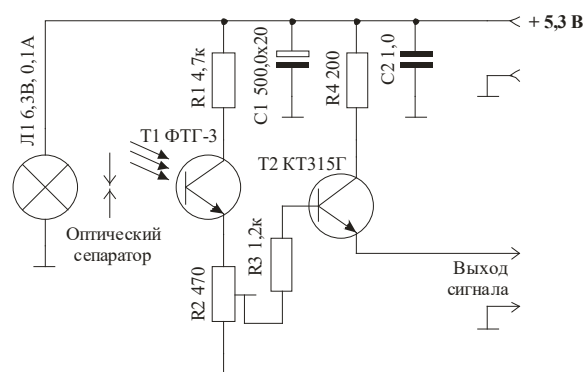
Наименование параметра	Значение параметра
Точность измерений	$\pm 1\%$
Уровень шума	3-4 мВ
Входное сопротивление	1 МОм
Количество каналов	2
Частота дискретизации	от 100 кГц (включены 2 канала); до 200 кГц (включен 1 канал)
Глубина памяти	
- чтение через буфер	1126 или 563 отсчетов на канал (в 1 или 2-х канальном режиме)
- потоковое чтение	64К отсчетов на 1 канал
Диапазон входных напряжений	от $\pm 10$ мВ до $\pm 200$ В
Разрядность АЦП	10 бит
Синхронизация	абсолютная по ниспадающему / нарастающему фронту; дифференциальная по разности между отсчетами; внешняя по ниспадающему/нарастающему фронту

Непосредственно запись вибросигнала с USB осциллографа осуществляли на ПЭВМ (Netbook) модели „Асер”. Информационный сигнал подавался в ПЭВМ через USB кабель. Питание осциллографа осуществлялось через USB порт.

Для регистрации положения поршня 1 цилиндра в верхней мертвой точке в начале рабочего хода был разработан и изготовлен электронно-механический датчик оптического типа, принципиальная схема которого приведена на рис. 3.

Как следует из приведенной схемы, датчик состоит из трех основных частей:

- источника лучистой энергии, в качестве которого выступает лампа накаливания Л1, создающая световой поток непрерывного спектра;

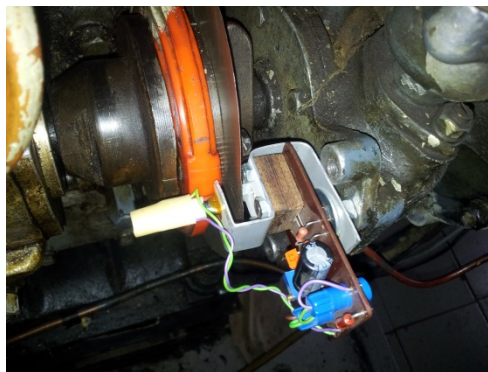


**Рис. 3. Принципиальная схема датчика положения поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке в начале рабочего хода**

- оптического сепаратора, представляющего из себя диск из стальной фольги с тонкой радиальной прорезью на линии прохождения светового потока от источника потока к его приемнику (фототранзистору Т1);

- преобразователя лучистой энергии в электрический сигнал, который состоит из фототранзистора Т1 и электронной схемы усилителя тока на базе транзистора Т2, включенного по схеме эмиттерного повторителя.

Оптический сепаратор установлен на вале повода топливного насоса высокого давления, а датчик верхней мертвой точки (ВМТ) закреплен возле него на корпусе (см. рис. 4).



**Рис. 4. Расположение датчика положения поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке в начале рабочего хода на приводе топливного насоса**

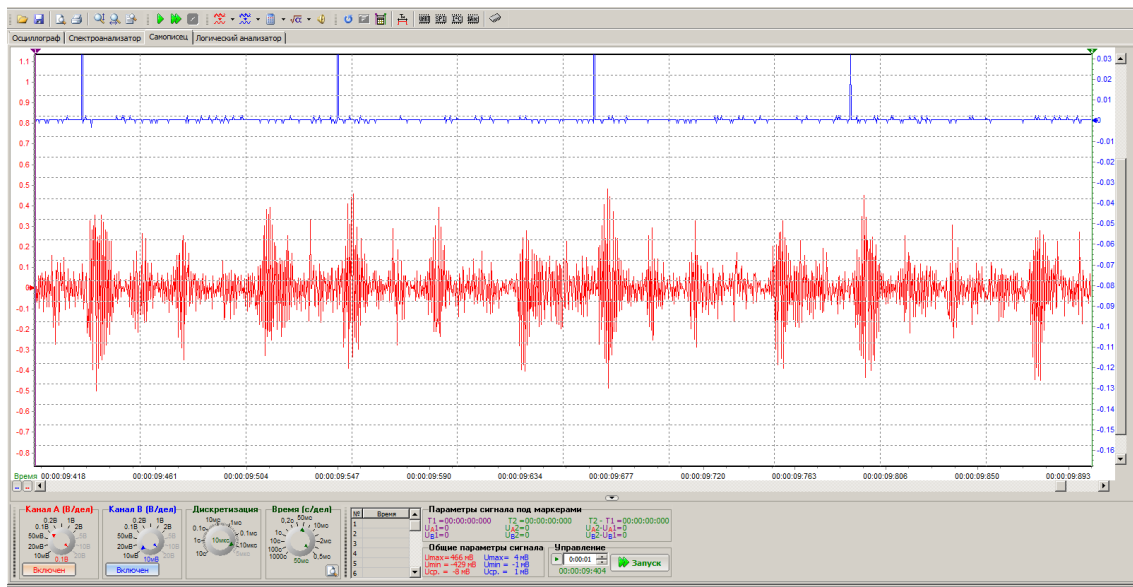
Стабильность амплитуды вибросигнала при установившемся режиме работы ДВС оценивали по величине размаха амплитуды сигнала вибродатчика для рабочего хода 1-го цилиндра. Для этого, после прогрева ДВС, устанавливали частоту вращения коленчатого вала на уровне 1000 об/мин. Вид осциллограммы вибросигнала, записанной с помощью цифрового USB осциллографа для частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания 1000 об/мин. приведен на рисунке 5.

Всего было осуществлено 30 последовательных замеров, на основании которых рассчитаны среднее значение размаха амплитуды вибросигнала первого цилиндра и среднеквадратическое отклонение в представленной совокупности измерений. Результаты представлены в таблице 4.

Как следует из приведенных результатов, процессы, протекающие в ДВС и значения амплитуды упругих колебаний, вызванных этими процессами, отличаются довольно высокими показателями стабильности и могут быть использованы в качестве количественных критериев работы ДВС.

Для оценки влияния частоты вращения коленчатого вала на амплитуду сигнала вибродатчика устанавливали следующие скоростные параметры работы двигателя внутреннего сгорания К461М1: 400, 1000, 1200 и 1500 об/мин.

Двигатель сначала прогревали, потом устанавливали обозначенные частоты вращения коленчатого вала и осуществляли запись осциллограмм вибросигнала с меткой верхней мертвой точки для первого цилиндра. По записанным осциллограммам осуществляли по 6 последовательных измерений размаха амплитуды вибросигнала для первого цилиндра и вычисляли среднее значение. Результаты замеров приведены на рисунке 6.



**Рис. 5. Вид осциллограммы вибросигнала и сигнала положения поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке в начале рабочего хода при частоте вращения коленчатого вала 1000 об/мин**

Таблица 4

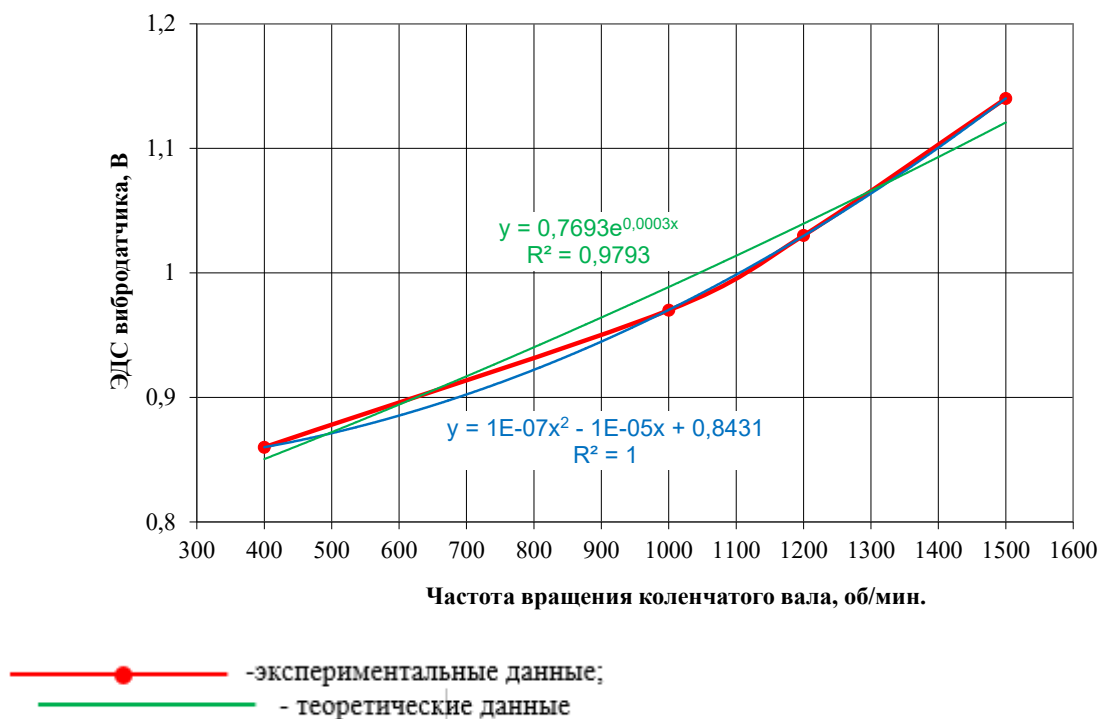
Величины сигнала вибродатчика

Текущие величины сигнала вибродатчика, $U_m$ , 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				
$\bar{U} = \frac{\sum U_m}{n} = 0,92$		$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum (U_m - \bar{U})^2} = 0,049$		

Как следует из приведенного рисунка, с ростом частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания, амплитуда вибросигнала монотонно увеличивается, что обусловлено ростом давления в камере сгорания ДВС и уровня динамики механических процессов в кривошипно-шатунном механизме. Для количественной оценки этой зависимости была осуществлена алгебраическая аппроксимация полученных результатов. Для аппроксимации результатов использовали две формульные зависимости: полиномиальную и экспоненциальную. В качестве критерия точности теоретической зависимости использовали коэффициент детерминации модели:

$$R^2 = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_Y^2}, \quad (1)$$

где  $\sigma^2$  - дисперсия случайной ошибки модели.



**Рис. 6. Изменение амплитуды вибросигнала от частоты вращения коленчатого вала ДВС**

Исходя из значений коэффициента детерминации, более адекватной является полиномиальная зависимость, которую можно отобразить в исследованных координатах:

$$\text{ЭДС} = 10^{-7} n^2 - 10^{-5} n + 0,8431, \quad (2)$$

где  $n$  – частота вращения коленчатого вал, об/мин.

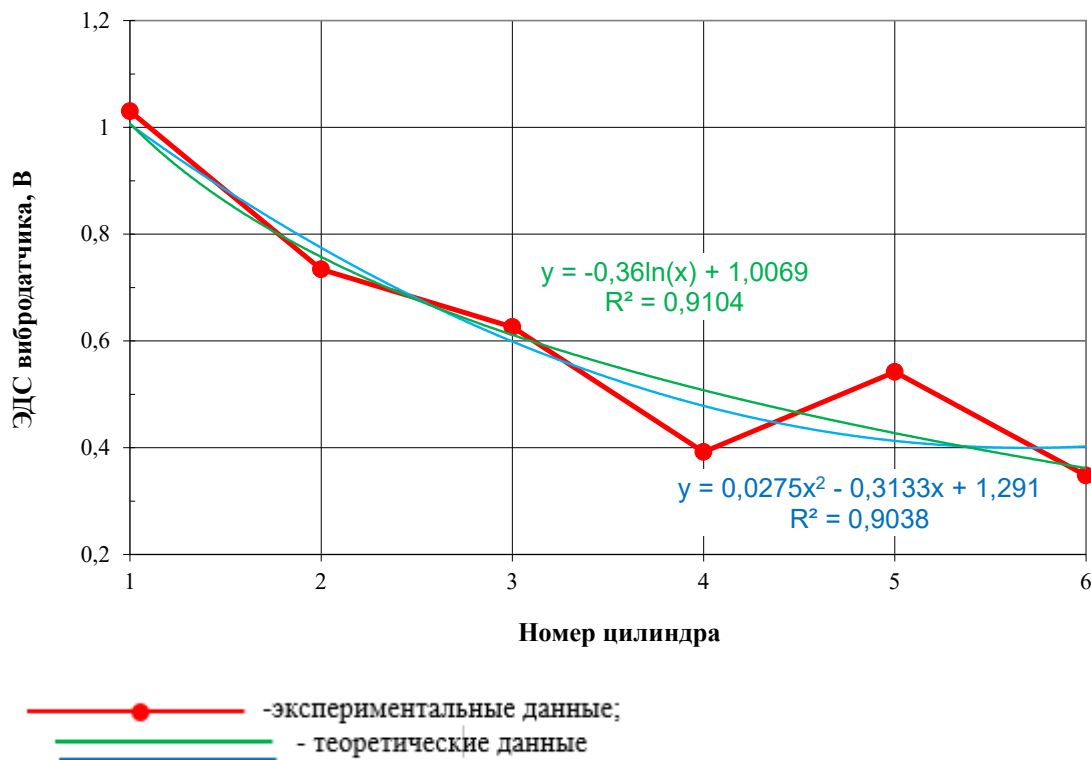
Получив математическую зависимость можно устанавливать границы нормальной работы двигателя внутреннего сгорания с точки зрения давления в его цилиндрах, управлять и настраивать газораспределительный и топливный механизмы. При этом, при условии управления двигателя микропроцессорной системой, возможно обеспечивать автоматическую его настройку на оптимальные режимы работы.

Кроме этого, фиксирование изменения ЭДС вибродатчика во времени, даёт возможность прогнозировать техническое состояние двигателя внутреннего сгорания на последующие периоды и корректировать графики его ремонтов.

Отдалённость диагностируемых цилиндров от датчика неизбежно влияет на амплитуду его сигнала, поскольку при прохождении в упругой среде волны упругой деформации рассеиваются и частично гасятся в материале. В нашем случае таким проводником упругих волн выступает материал головки блока цилиндров. Исследование проводили для частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания 1000 об/мин. Записанная осциллограмма была аналогичной изображённой на рисунке 5. При замерах учитывали порядок работы цилиндров двигателя внутреннего сгорания K461M1: 1-5-3-6-2-4. Виброграмму первого цилиндра определяли по метке положения его поршня в верхний мёртвой точке в начале рабочего хода. Всего проводили по 5 замеров размаха амплитуды вибросигнала для каждого из цилиндров в пяти последовательных циклах, записанных на осциллограмме, определяли их средние значения, по которым строили графическую зависимость.

Результаты измерений размаха амплитуды для цилиндров приведены на рисунке 7.





**Рис. 7. Значения амплитуды вибросигнала по цилиндрам ДВС К461М1 на частоте вращения 1000 об/мин**

Как следует из приведенных результатов, с ростом отдаленности цилиндра от вибродатчика размах амплитуды вибросигнала имеет тенденцию к снижению, что вполне естественно с учетом эффекта угасания и рассеяния упругих колебаний в материале.

Но, как можно наблюдать на графической зависимости рис. 8, для вибросигналов от цилиндров 4 и 5 монотонность изменения размаха амплитуды сигнала нарушается: для 4-го цилиндра наблюдается снижение амплитуды сигнала, а для 5-го - несколько повышенное значение ЭДС вибродатчика. При анализе полученных результатов нами рассматривались 2 основные версии данных отклонений: во-первых, это разное техническое состояние цилиндрических групп или недостаточно точное регулирование топливной аппаратуры; во-вторых, это конструктивные особенности ДВС.

Для уверенности в достоверности наблюдаемого отклонения в работе цилиндров и исключения влияния конструктивных факторов двигателя внутреннего сгорания на величину амплитуды вибросигнала, для 4-го и 1-го цилиндров были осуществлены сравнительные замеры давления с помощью максиметра. В результате замеров давления при частоте вращения коленчатого вала 1000 об/мин. были получены следующие результаты: для первого цилиндра давление составило 160 кгс/см<sup>2</sup> (15,7 МПа), для четвертого – 123 кгс/см<sup>2</sup> (12,1 МПа). В процентном соотношении такое снижение составляет 23,1 %.

Для количественной оценки эффекта снижения размаха амплитуды и сопоставление этого снижения с уменьшением давления в 4 цилиндре была осуществленная алгебраическая аппроксимация полученных результатов. Для аппроксимации использовали две формульные зависимости: полиномиальную и логарифмическую, поскольку характер кривой графика на рисунке 8 наиболее подходит к указанным математическим зависимостям. Для последующего анализа была избрана логарифмическая зависимость, поскольку коэффициент детерминации этой модели был более высоким по сравнению с аналогичным показателем полиномиальной модели. В натуральных координатах эту математическую зависимость можно отобразить в виде формулы:

$$\text{ЭДС} = -0,36 \cdot \ln N + 1,0069, \quad (3)$$

где  $N$  – порядковый номер цилиндра.

Отклонение показаний размаха амплитуды вибросигнала для 4-го цилиндра оценивали по формуле:

$$\Delta \text{ЭДС} = \text{ЭДС}_4^T - \text{ЭДС}_4, \quad (4)$$

где  $\text{ЭДС}_4^T$  - значение размаха амплитуды вибросигнала для 4-го цилиндра по формуле (3);

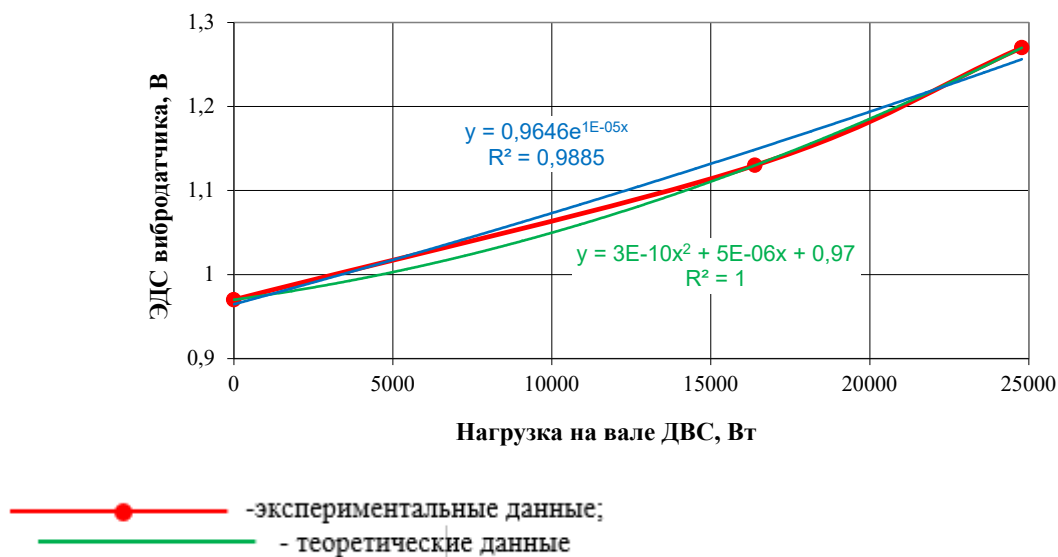
$\text{ЭДС}_4$  - экспериментальное значение вибросигнала для 4-го цилиндра (см. табл. 4).

Относительное отклонение размаха амплитуды вибросигнала для 4-го цилиндра определяли по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta \text{ЭДС}}{\text{ЭДС}_4^T} \cdot 100\% = 22,8 \%, \quad (5)$$

что практически совпадает со значением относительного снижения давления (23,1 %). Это говорит о возможности применения метода вибродиагностики для поиска дефектов в работе двигателей внутреннего сгорания.

В графической форме зависимость размаха амплитуды вибросигнала первого цилиндра от мощности нагрузки на выходном валу двигателя внутреннего сгорания представлена на рисунке 8.



**Рис. 8. Значения амплитуды вибросигнала по цилиндрам ДВС К461М1 на частоте вращения 1000 об/мин**

Как следует из полученных результатов, с ростом нагрузки на выходном валу двигателя внутреннего сгорания возрастает и размах амплитуды вибросигнала, что обусловлено ростом давления в камере сгорания ДВС. Для количественной оценки этой зависимости была осуществлена алгебраическая аппроксимация полученных результатов. Для аппроксимации использовали две формульные зависимости: полиномиальную и экспоненциальную.

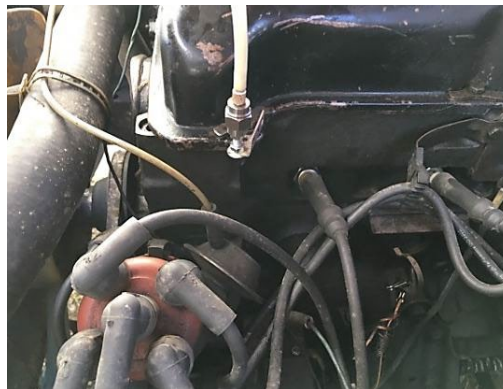
По коэффициенту детерминации математической модели избрана полиномиальная модель. В реальных координатах эта зависимость принимает вид:

$$\text{ЭДС} = 3 \cdot 10^{-10} \cdot P_M^2 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot P_M + 0,97, \quad (3.8)$$

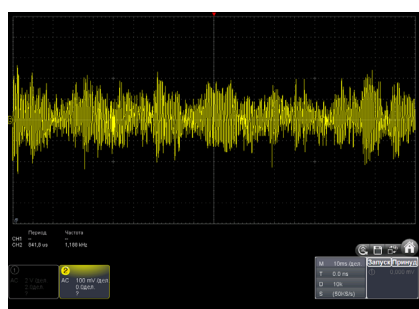
где  $P_M$  - мощность нагрузки на валу двигателя внутреннего сгорания, Вт.

Как следует из приведенных результатов, определены зависимости амплитуды вибросигнала от основных параметров работы дизельного поршневого двигателя внутреннего сгорания и показана принципиальная возможность одним вибродатчиком осуществлять контроль качества работы цилиндров в многоцилиндровых ДВС.

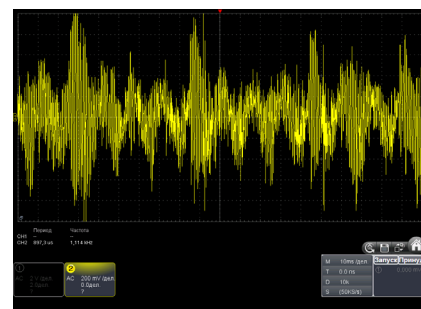
Вместе с тем, следует учитывать, что данные получены в условиях жесткой неподвижности корпуса ДВС на бетонном фундаменте. В условиях реальной эксплуатации ДВС как правило закрепляется на демпфирующих опорах автотранспортных средств, что может приводить к его раскачиванию ввиду неуровненности масс или неоднородной работы цилиндров. В этом случае неизбежно формирование в вибродатчике сигнала нестабильности положения корпуса ДВС. Так, при опробовании вибродатчика Д14.507 на работающем бензиновом ДВС GM20E № 0203957 легкового автомобиля [3]. Вид ДВС с закрепленным датчиком представлен на рисунке 9, а осциллограммы, записанные при разных частотах вращения коленчатого вала, - на рисунке 10.



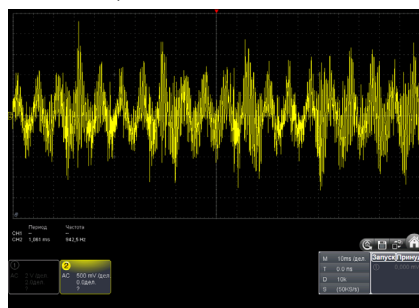
**Рис. 9. Вид вибродатчика Д14.507, закрепленного на головке блока цилиндров ДВС GM20E**



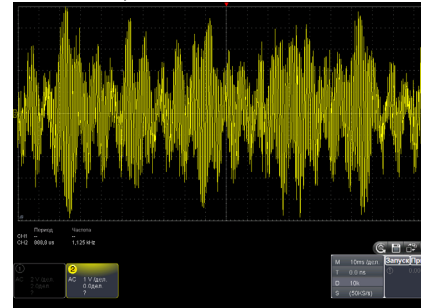
а) 0,1 В/дел.; 10 мс/дел



б) 0,2 В/дел.; 10 мс/дел



в) 0,5 В/дел.; 10 мс/дел



г) 10 В/дел.; 10 мс/дел

а) – 980 об/мин.; б) – 2000 об/мин.; в) – 3000 об/мин.; г) – 4000 об/мин.

**Рис. 10. Осциллограммы вибросигналов ДВС GM20E**

На представленных осциллограммах четко проявляется наложение вибросигнала частотой примерно 5 кГц, генерируемого процессами в цилиндрах ДВС и более низкочастотного сигнала, вызванного колебаниями ДВС на опорах и синхронного частоте вращения коленчатого вала ДВС. Такое наложение сигналов затрудняет анализ, снижает информативность метода.

С точки зрения процессов, происходящих в цилиндрах ДВС при сгорании рабочей смеси более информативной следует считать высокочастотную составляющую, в то время как по низкочастотным колебаниям можно судить об уравновешенности ДВС или об одинаковой работе цилиндров. В этой связи напрашивается вывод о целесообразности разделение сигнала на низкочастотную и высокочастотную составляющие по каналам регистрации. Такое разделение легче осуществить в аналоговой форме сигнала вибродатчика, поскольку программное разделение существенно снижает частоту дискретизации измерений, точность и информативность метода.

### **Выводы**

Показана возможность анализа технического состояния поршневого двигателя внутреннего сгорания за счет регистрации и анализа упругих колебаний, генерируемых процессами в цилиндрах ДВС.

Доказано, что для реализации виброанализа многоцилиндрового ДВС достаточно одного датчика при обеспечении высокой точности и информативности метода.

Выявлена целесообразность разделения показаний датчика по низкочастотному и высокочастотному каналам, что упростит анализ процессов в цилиндрах ДВС. Разделение по частотным каналам целесообразно осуществлять аналоговым способом, поскольку дополнительная цифровая обработка неизбежно увеличит длительность формирования показаний, снизит частоту дискретизации и точность замеров.

### **Список литературы**

1. Виброакустическая диагностика и снижение виброактивности судовых механизмов. Попков В. И. Л., «Судоостроение», 1974, с. 224.
2. Волков В.П. Направление использования вибродиагностики в автосервисе / Волков В.П., Мищенко В.М. // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2007. – Вып № 2. с 31– 35.
3. Прилепский Ю. В. Опробование датчиков для вибродиагностики на бензиновом двигателе внутреннего сгорания / Ю. В. Прилепский, А. С. Маренич, С. А. Ткачев.- Материалы IV Международной научно-практической конференции «Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса» -ДАТ: Донецк, 2018.- С. 147-152.

**Прилепський Ю.В., Мойся Д.Л., Ткачов С.А., Акімова Ю.М., Коломієць О.М.**  
**Визначення зв'язку амплітуди вібросигналу з параметрами роботи дизельного двигуна внутрішнього згорання**

*Анотація.* Досліджено вплив факторів роботи поршневого дизельного двигуна внутрішнього згорання на параметри сигналу вібраційного датчика. Отримано емпіричні залежності амплітуди вібросигналу від частоти обертання колінчатого вала, від далькості циліндра від вібрдатчика, від навантаження на вихідному валу ДВЗ. Показано чітку кореляцію величини тиску в циліндрах і величини амплітуди вібросигналу.

*Ключові слова:* двигун поршневий, коливання пружні, датчик вібраційний, частота обертання, далькість від датчика, навантаження ДВЗ, тиск у циліндрах

**Prilepskiy Yu.V., Moysya D.L., Tkachov S.A., Akimova Yu.N., Kolomiets O.N.**  
**Determination of the relationship between the vibration signal amplitude and the operating parameters of a diesel internal combustion engine**

**Abstract.** *The influence of the operating factors of a piston diesel internal combustion engine on the parameters of the vibration sensor signal has been investigated. Empirical dependences of the vibration signal amplitude on the crankshaft rotation frequency, on the distance of the cylinder from the vibration sensor, on the load on the ICE output shaft are obtained. A clear correlation between the pressure in the cylinders and the amplitude of the vibration signal is shown.*

**Keywords:** *piston engine, elastic vibrations, vibration sensor, speed, distance from the sensor, internal combustion engine load, cylinder pressure.*

УДК 629.113

*Попов Д.В., к.т.н., доцент; Сергиенко М.А., магистрант  
«Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Донецк*

## **ПОВЫШЕНИЕ ПЛАВНОСТИ ХОДА ПОДВЕСКИ ПУТЕМ УСТАНОВКИ АДАПТИВНОЙ ПОДВЕСКИ**

*В статье рассмотрен вопрос плавности хода автомобиля, в частности, рассмотрена динамика элементов подвески автомобиля при наезде на неровность и съезде с нее. Предложена конструкция управляемого амортизатора и исследована его амплитудно-частотная характеристика.*

***Ключевые слова:** подвеска, плавность хода, вибрации, микропрофиль дороги, адаптивная подвеска, подрессоренные массы, жесткость подвески, колебательная система, магнито-реологическая жидкость, вибронагруженность, упругий элемент, амортизатор.*

### **Постановка задачи**

На сегодняшний день в мире производится, эксплуатируется и безостановочно совершенствуется все типы автомобильных транспортных средств.

Условия рынка АТС диктуют повышение тягово-скоростных свойств, что в свою очередь повлечет увеличение средних скоростей, более быстрое выполнение транспортной работы, и как следствие потенциально большую прибыль владельца автопредприятий, при этом диктатура рынка автомобиле строения подразумевает снижение материалоемкости. В сложившейся ситуации возникает повышение механических воздействий, вибрационной нагруженности автомобильных транспортных средств. Применение широкого спектра механизмов основанных на возвратно-поступательном, ударном и вибрационном принципах работы приводят к повышению уровня вибрации. Для АТС стоит задача повышения средних скоростей движения, что обеспечит в свою очередь большую пропускную способность дорог, однако необходимо отметить что острым вопросом остается влияние фактором на человека, таким образом повышение средних скоростей не должно негативным образом откладывается на физическом и психологическом состоянии водителя и пассажиров.

Плавность хода - это эксплуатационный показатель автомобильного транспортного средства (АТС), который характеризуется способностью перемещаться в определенном интервале скоростей по дорогам низших категорий с неудовлетворительным качеством покрытия, без значительных нагрузок в виде: вибраций и ударных воздействий на водителя, перевозимых пассажиров и доставляемый груз. Неудовлетворительные показатели эксплуатационных свойств автомобильных транспортных средств оказывает колебания автомобиля, которые появляются при движении по опорной поверхности. На автомобильных дорогах, которые обладают большими неровностями, снижаются скорости движения и в среднем составляют 25 – 45 км/ч, это приводит к снижению средних скоростей и увеличению расхода топлива порядка 40 – 70%. Таким образом снижается производительность транспортных работ на 30 – 40%.

### **Цель работы**

Основной целью работы является исследование колебательных процессов кузова автомобиля при использовании управляемой подвески.

### Основная часть

Задачи по обеспечению высокой плавности хода автомобильного транспортного средства (АТС) является одной из важнейших работ, как конструкторов, так и эксплуатационников, особенно данный параметр ужесточен для пассажирского транспорта, к которому выдвигаются более жесткие требования к безопасности. Для оценки параметров плавности хода использование одного параметра не является возможным, поэтому данная оценка строится на нескольких показателях.

Если рассмотреть автомобиль как колебательную систему имеющую тесную взаимосвязь с дорогой, которая в свою очередь имеет сложный микропрофиль. А с другой стороны рассмотреть колебания автомобиля, которые влияют на сохранность перевозимого груза, а так же на человека (водитель, пассажиры), то можно выделить из взаимную связь, т.к. человек так же влияет на колебания автомобиля.

Различают следующие виды колебаний: (Рис. – 1)

- поступательные продольные перемещения (ось  $OX$ ) – подергивание;
- поступательные вертикальные перемещения (ось  $OZ$ ) – подпрыгивание;
- поступательные поперечные перемещения (ось  $OY$ ) – пошатывание;
- угловые продольные перемещения ( $a_y$ ) – галопирование;
- угловые поперечные перемещения ( $a_x$ ) – покачивание;
- угловые боковые перемещения ( $a_z$ ) – виляние.

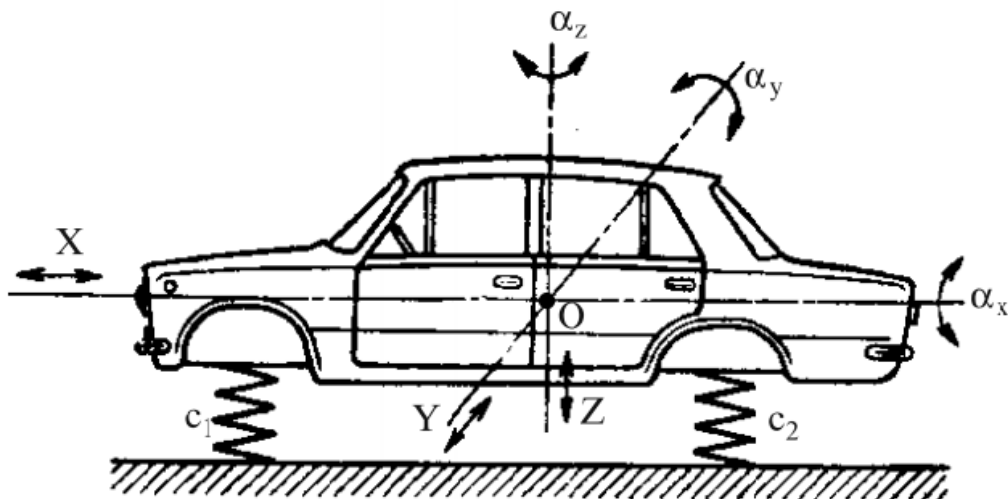


Рис. 1. Упрощенная схема колебательной системы автомобиля

Следует различать собственные и вынужденные колебания. Собственные колебания автомобиля возникают от единичного возмущающего воздействия. Частота их имеет определенную величину и зависит от массо-геометрических параметров автомобиля и характеристики подвески. Вынужденные колебания автомобиля появляются от непрерывных возмущающих воздействий. Их частота определяется параметрами автомобиля и внешними условиями: скоростью движения, неровностями дороги и др. При этом они могут быть затухающими и незатухающими.

В автомобильной подвеске заложено много узлов и деталей влияющих на плавность хода, но в данной работе будет рассмотрен амортизатор. Амортизатор имеет большое влияние на плавность хода, причем в данном аспекте играют роль все его составляющие: конструкция,

расположения, число амортизаторов. Для примера можно выделить газонаполненный и гидравлический амортизаторы. И как показывает практика эксплуатации, газонаполненный амортизатор обладает большей жесткостью на дорогах с большим количеством неровностей, в то же время данный узел обеспечивает лучшее сцепление колеса с дорогой, что приводит к увеличению средних скоростей, и увеличивает устойчивость автомобиля. [2]

В данной работе рассмотрена внедрение управляемого амортизатора на основе использования магнито-реологического эффекта.

Магнито-реологический эффект – это эффект, представляющий собой смену механических свойств: вязкости, пластичности, упругости определенных субстанций путем воздействия на них магнитных полей. Для обеспечения такого эффекта применяется специальная жидкость. [5]

Magneto-rheological fluid (MR fluid) (магнито-реологическая жидкость), состоит из магнитных частиц, которые, как показывает практика эти частицы являются сферами или эллипсоидами микрометрового или нанометрового размера, но обычно составляют 3 ... 10  $\mu\text{m}$ . При нормальных условиях (отсутствие магнитного поля) они распределяются случайным образом в carrier oil (масло носителя) (рис. 2).

Однако при появлении магнитного поля, ферро частицы выстраиваются вдоль линии магнитного поля (рис. 3).

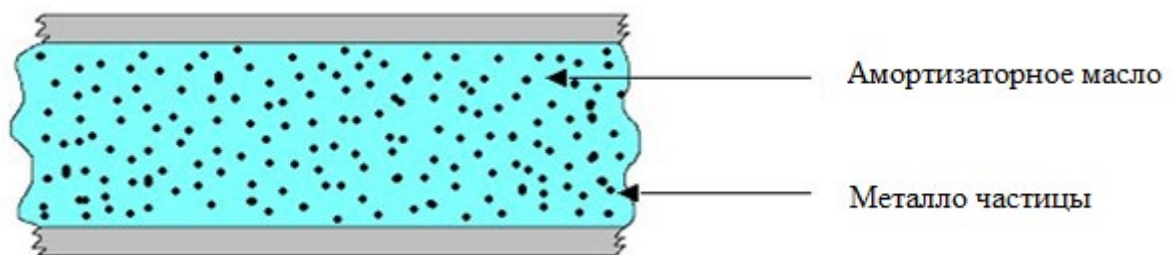


Рис. 2. Распределение суспензии MR fluid при нормальных условиях

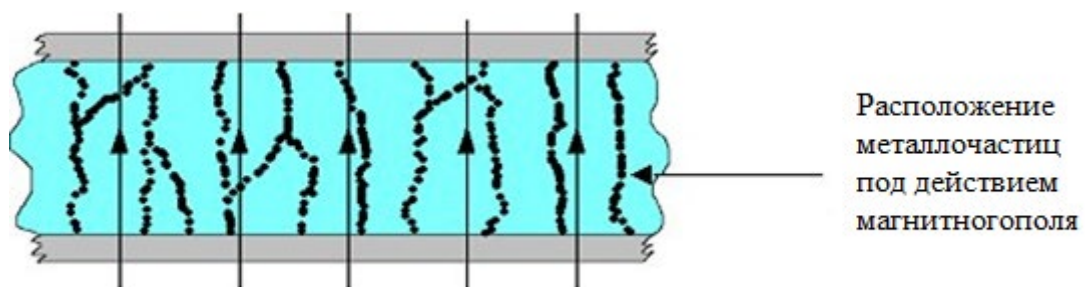


Рис. 3. Распределение суспензии MR fluid под действием магнитного поля

При подробном изучении MR fluid выявилось ее свойство изменения вязкости под действием магнитного поля. Вязкость (внутреннее трение) – явление переноса, одно из свойств текучих тел жидкости или газа оказывать сопротивление перемещению одной части относительно другой, которое обуславливает возникновение сил внутреннего трения. Сила действующая со стороны слоя жидкости, движущегося с высокой скоростью, на слойдвигающийся с меньшей скоростью, в процессе взаимодействия ускоряя его. В свою очередь вторая сила действует со стороны медленно движущегося слоя, на быстро движущийся слой,



соответственно замедляя его. Такую вязкость называют динамической, и зависит от следующих факторов: химического состава, температуры, плотности и др. [3]

Расчет коэффициента вязкого трение производился на основании закона изменения масс:

Когда автомобильное транспортное средство наезжает на препятствие, то происходит изменение силы от поддресоренной массы воздействующей на одно колесо. В положении равновесия поддресоренная масса приравнивается к  $1/4 \cdot M_{авт}$ , когда происходит максимальное сжатие пружины, происходит перераспределение массы, и увеличение воздействия этой массы в двух кратном размере. Линейное уравнение распределения массы выглядит следующим образом:

$$M_{\Pi}(x) = M_{\Pi}/(x_{max} - x_{равн}) \cdot x + M_{\Pi}; \quad (1)$$

$$M_{\Pi}(x) = 520 \cdot x + 250$$

Второй закон распределения масс выглядит следующим образом: когда колесо АТС совершает наезд на препятствие, поддресоренная масса воздействующая на одно колесо находящиеся на высокой горке, и уже приравнивается  $1/3 \cdot M_{авт}$ .

В рассматриваемом случае закон изменения массы от времени будет представлен в следующем виде:

$$M_{\Pi}(x) = 122 \cdot x + 250 \quad (2)$$

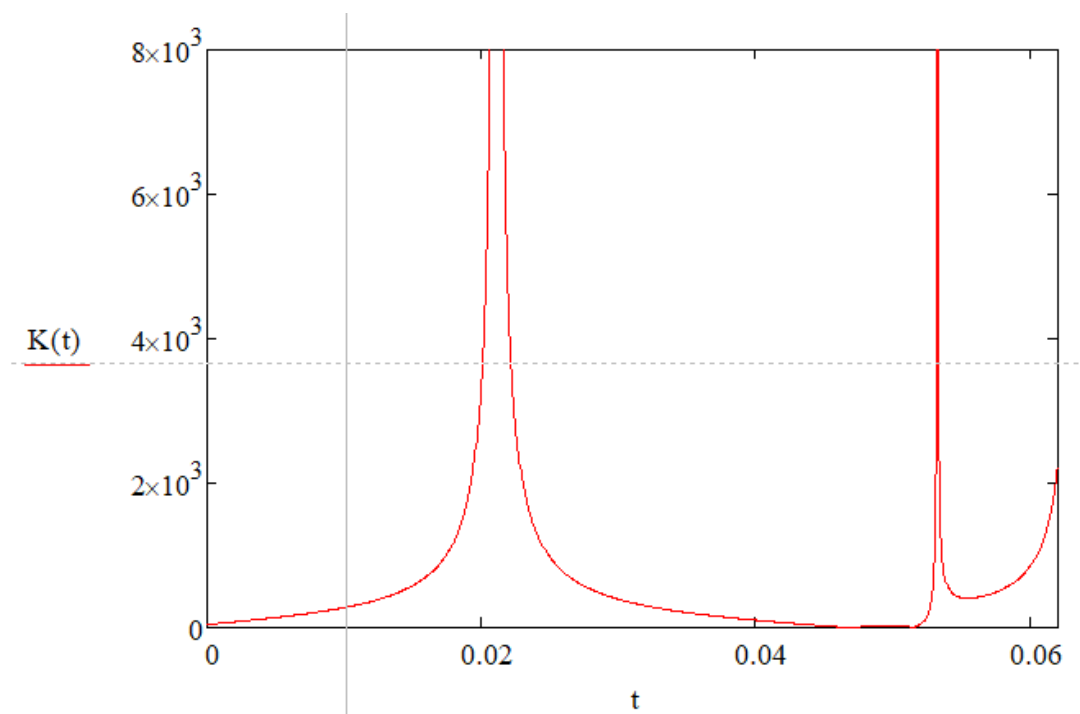
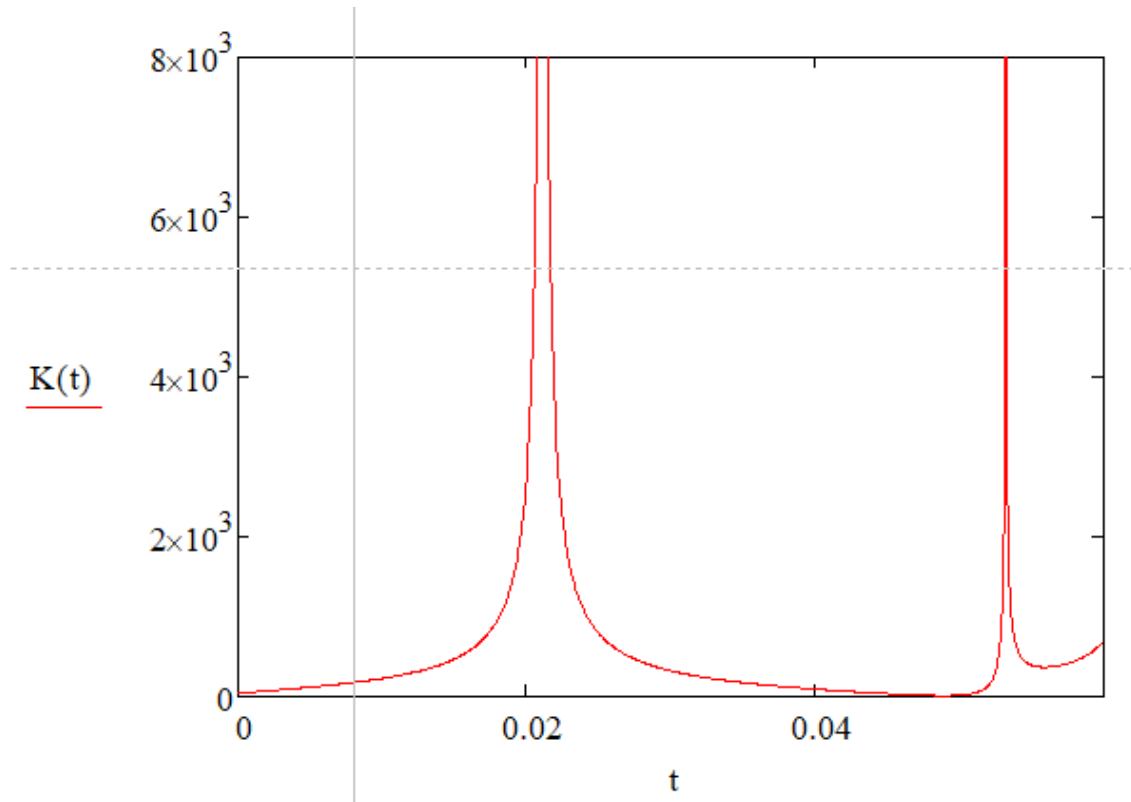


Рис 4. График изменения коэффициента вязкого трения на промежутке полного цикла (подъем-спуск по искусственной неровности)



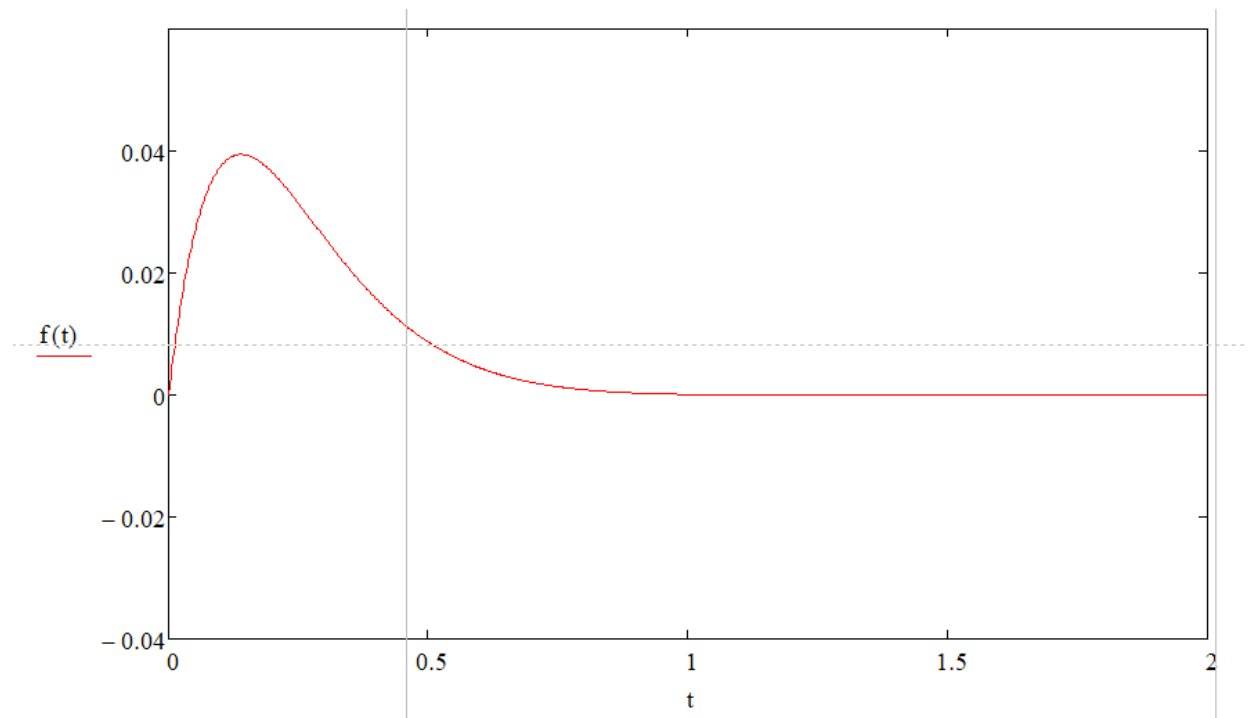
**Рис. 5. График зависимости коэффициента вязкого трения от времени для второго закона изменения массы подрессоренной части**

$$M_{\Pi}(x) = 122 \cdot x + 250$$

Коэффициент характеризующий демпфирующую способность колебательной системы определяется по формуле:

$$K_{\Pi} < \frac{m \cdot L^2}{1.5 \cdot a^2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot C_{\Pi} \cdot a^2}{m \cdot L^2}} \quad (3)$$

$$K_{\Pi} < \frac{500 \cdot 1.83^2}{1.59^2 \cdot 1.5} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 1.59^2}{500 \cdot 1.83^2}} = 3255 \text{ Па} \cdot \text{с}$$



**Рис. 6.** Амплитудно-частотная характеристика при  $K_{\Pi} = 3000 \text{ Па} \cdot \text{с}$

Анализируя графики амплитудно-частотной характеристики (рис.6), видно, что при уменьшении величин вязкости жидкости происходит увеличение колебательных движений всей системы. Таким образом, если управлять вязкостью жидкости посредством электромагнитного поля, поднимая вязкость до  $K_{\Pi} = 3255 \text{ Па} \cdot \text{с}$  в моменты начала колебаний, то становится возможным обеспечить высокие показатели комфортабельности и плавности хода.

### Выводы

Внедрение конструкции управляемого амортизатора помогает решить ряд компромиссных задач, которые закладываются еще на этапе проектирования ходовой части автотранспортного средства. Благодаря этому решению становится возможным самостоятельно задавать параметры необходимые для большего комфорта или устойчивости автомобиля в зависимости от качества дорожного покрытия.

### Список литературы

1. Филькин Н.М., Шаихов Р.Ф., Буянов И.П. Теория транспортных и транспортно-технологических машин: Учеб. пособие. – Пермь: ФГБОУ ВО Пермская ГСХА, 2016. – 230 с.
2. Определение вязкости жидкости методом Стокса : методические указания / сост. : С.С. Никулин, А.С. Чех. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 12 с.
3. Кирсанов Б.В., Теряев Е.Д., Парамонов В.И., Цветков Ю.В., Данилов В.Д. Управляемый магнито-реологический амортизатор. Патент №2068513 // Б.И. 1996 №30.
4. Шульман З.П., Кордонский В.И. Магнитореологический эффект. – Минск: Наука и техника. Переиздание 2010 – 185 с.

**Попов Д.В., Сергієнко М.А. Підвищення плавності ходу підвіски шляхом встановлення адаптивної підвіски**

***Анотація.** У статті розглянуте питання плавності ходу автомобіля, зокрема, розглянута динаміка елементів підвіски автомобіля при наїзді на нерівність і з'їзді з неї. Запропонована конструкція керованого амортизатора й досліджена його амплітудно-частотна характеристика.*

***Ключові слова:** підвіска, плавність ходу, вібрації, мікропрофіль дороги, адаптивна підвіска, підресорені маси, твердість підвіски, коливальна система, магніто-реологічна рідина, вибронавантаженість, пружний елемент, амортизатор.*

**Popov D.V., Sergienko M.A. Improving smooth running by installing an adaptive suspension**

***Abstract.** The article considers the issue of the smooth running of the car, in particular, the dynamics of the elements of the car suspension when hitting the unevenness and leaving it. The design of the controlled shock-absorber is offered and its amplitude-frequency characteristic is investigated.*

***Keywords:** suspension, smooth running, vibrations, road micro-profile, adaptive suspension, sprung masses, suspension stiffness, vibration system, magneto-rheological fluid, vibration load, elastic element, shock absorber.*

УДК 629.1.013: 621.9.048

САВЕНКО Э.С.; ЯЦЕНКО А.Г.

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ РАЗДАЧИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОРШНЕВЫХ ПАЛЬЦЕВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*В статье изложен метод восстановления поршневых пальцев двигателей внутреннего сгорания за счет применения способа электрогидравлической раздачи. Определена степень влияния электрических параметров этого процесса на величину деформации поршневых пальцев в зависимости от применяемого материала изделия и объема упрочняющей химико-термической обработки. Для реализации рассматриваемого метода необходимо располагать точной информацией о величине и характере распределения износа поршневых пальцев и их рабочих поверхностей. Соответствующие исследования проводились по поршневым пальцам ремонтного фонда дизельных и искровых моторов грузовых автомобилей. По отношению к известным методам восстановления, например – термообработке и раздаче жестким пуансоном, рассматриваемый в статье процесс характеризуется меньшими остаточными напряжениями, более высоким качеством и экономичностью.*

**Ключевые слова:** восстановление, поршневой палец, электрогидравлическая раздача, износ, ремонтный размер, пластическое деформирование металла, электромагнитная энергия, энергия взрывчатых веществ.

### Постановка задачи

Основной задачей разработки прогрессивных технологий современного машиностроения является создание технологических процессов с ресурсосберегающими технологиями, к которым относятся восстановление изношенных деталей массового производства. Повсеместное внедрение принципиально новой техники и материалов заключается в экономии сырья и топливно-энергетических ресурсов, а также во вторичном использовании материальных ресурсов. В связи с этим большое значение имеет разработка прогрессивных технологических процессов, в особенности процессов восстановления деталей. К последним относится поршневой палец автомобильных двигателей. Только в автомобильной промышленности ежегодно изготавливается свыше 50 млн. поршневых пальцев диаметром 20-58 мм, длиной 45-114 мм и массой 0,1-1,750 кг. [1].

Существующие способы восстановления поршневых пальцев - шлифование до ремонтного размера, нанесение гальванопокрытия, раздача жестким пуансоном и гидротермическая раздача - в ряде случаев отличаются сложностью процесса, низкой производительностью, значительными расходами тепловой и электрической энергии.

Ни один из указанных технологических процессов, по различным причинам, невозможно применить для восстановления всех видов поршневых пальцев. Эти процессы не в полной мере отвечают требованиям специализированного производства и, вследствие этого, не находят широкого промышленного применения.

### Актуальность работы

В настоящее время получило развитие применение высокоэнергетического способа пластического деформирования металла с использованием энергии высоковольтного

импульсного разряда в жидкости - электрогидравлический эффект, а на его основе электрогидравлической обработки.

### **Цель работы**

Повышение эффективности восстановления поршневых пальцев двигателей внутреннего сгорания за счет применения способа электрогидравлической раздачи. Задачи:

- исследовать и установить законы распределения износов поршневых пальцев ДВС;
- установить степень влияния электрических параметров процесса электрогидравлической раздачи на величину деформации поршневых пальцев в зависимости от применяемого материала изделия и объема упрочняющей химико-термической обработки.

### **Основная часть**

Анализ существующих технологий восстановления поршневых пальцев ДВС показал, что существующие способы восстановления поршневых пальцев, в ряде случаев, отличаются сложностью процесса, низкой производительностью, значительными расходами тепловой и электрической энергии. Ни один из существующих способов не является универсальным и по различным причинам неприменим для восстановления всех видов поршневых пальцев.

Анализ особенностей электрогидравлической обработки установил, что этот процесс является одним из перспективных способов восстановления поршневых пальцев ДВС. Данным способом возможно восстановление поршневых пальцев всех видов двигателей, из любого материала и при любой геометрии внутреннего сечения.

Поршневой палец двигателя внутреннего сгорания подвергается воздействию нагрузок, вызванных давлением газов и инерцией массы поршня и колец. Характер нагрузки переменный, ударный.

Ресурс, надежность и долговечность кинематических пар «поршневой палец – втулка» и «поршневой палец - поршень» определяется износостойкостью их рабочих поверхностей. В процессе работы к этим поверхностям смазка, в основной массе конструкций, подается разбрызгиванием. Несмотря на то, что моторное масло подвергается фильтрации, в нем в виде отдельных частиц встречается абразив. В связи с указанными условиями смазки рабочие поверхности пальцев работают в условиях граничного трения.

Изучение микрорельефа изнашиваемой поверхности поршневых пальцев показывает, что гладкая в целом поверхность покрыта отдельными рисками шириной менее 1 мкм, образовавшимися в результате попадания свободных абразивных частиц. Поверхность пальца в местах сопряжения с втулкой, как правило, блестящая; встречаются участки легкого цвета побегалости. Все это указывает на то, что рабочие поверхности поршневого пальца подвергаются нормальному износу, который по классификации Б.И. Костецкого может быть отнесен к окислительному. Сопутствующим видом износа поршневого пальца является абразивный, образуемый в результате попадания отдельных абразивных частиц между трущимися поверхностями.

Литературные источники не содержат исчерпывающих сведений о величине и характере распределения износа поршневых пальцев. Поэтому данный вопрос требовал дополнительного изучения, т.к. для разработки нового технологического процесса восстановления поршневых пальцев необходимо было располагать точной информацией о величине и характере распределения износа их рабочих поверхностей.

Для получения такой информации были проведены соответствующие исследования на Головном предприятии 2-го Донецкого производственного объединения «Авторемонт».

Исследования проводились по поршневым пальцам к дизельным моторам ЯМЗ-236, 238, 240; А-01А, А-1; КамАЗ - 740, ЗИЛ - 645, ГАЗ-560, 562, СМД-14, 60, 62, 64; Д-21, 37, 40, 48, 50, 65М, 65Н и искровым моторам ЗИЛ- 508, 509, ЗМЗ - 406, 405, 409, 512, УМЗ-421.

Первичная информация для изучения распределения характера износа поршневых пальцев производилась путем выборочного изучения состояния ремонтного фонда. При этом обеспечивалась случайность и представительность выборки, состоящей из 100 поршневых пальцев. По количественному составу выборка состояла из деталей двигателей, которые по техническому состоянию требуют капитального ремонта, а их средний возраст в выборке был не менее чем средний возраст двигателей в эксплуатации и не более амортизационного.

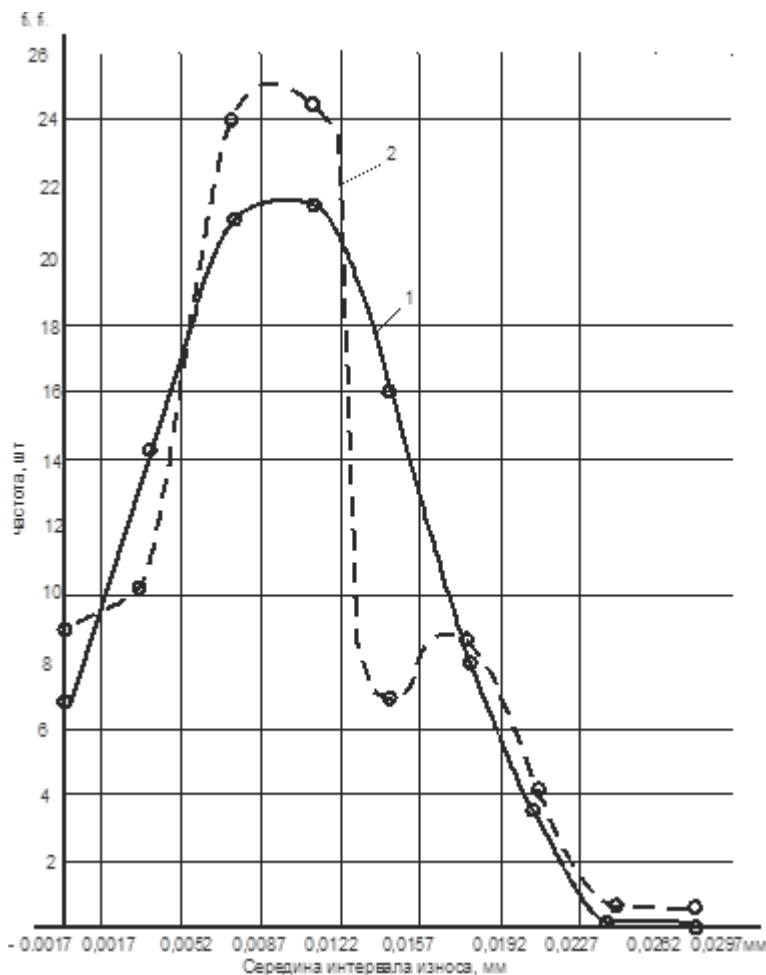
В соответствии с ГОСТ 14846-84 устанавливается четыре пояса измерения износа наружного диаметра поршневого пальца по его длине. Два - в местах сопряжения с поршнем, два - в местах сопряжения с втулкой верхней головки шатуна. Определялись числовые характеристики износа: средняя арифметическая величина, дисперсия, среднеквадратичное отклонение, асимметрия, эксцесс, коэффициент вариации. Анализ распределения износа производился по законам: Стьюдента, Максвелла, Рэлея, Пирсона, Вейбулла, нормальному, логарифмически нормальному, Лапласа-Шарлье и по распределениям показательному, гамма, бэта и равномерному.

В результате расчетов по каждому поясу измерения поршневых пальцев были получены числовые характеристики износа, выдвинута гипотеза закона распределения износа и произведен расчет его соответствия по критерию согласия Пирсона  $\chi^2$ .

Анализ принятых при эксперименте законов распределения показывает, что в основном износы рабочих поверхностей поршневых пальцев распределяются по нормальному закону и закону Лапласа-Шарлье. Износ поршневых пальцев, характер его распределения зависит от большого числа взаимно независимых, случайных величин (состояние дорог, почвенно-климатические условия, состояние и возраст двигателя, квалификация водителя, качество технического обслуживания и ремонта и т.д.), влияние которых на полную величину износа сравнительно мало. В этом случае, согласно теории Ляпунова, величина износа детали будет иметь распределение, близкое к нормальному. Экспериментальные исследования подтверждают это предположение, а имеющиеся отклонения от нормального закона обусловлены условиями эксплуатации и влиянием случайных величин.

На рис. 1 представлены теоретические и эмпирические графики распределения износа поршневого пальца двигателя ЗИЛ- 508 по I поясу измерений, которые соответствуют нормальному закону распределения. Анализ вычисленных величин износа поршневых пальцев ДВС, приведенных на рис. 2, показывает, что износ поршневых пальцев зависит от типа двигателя, материала, из которого он изготовлен, а также вида применяемой при изготовлении термической обработки. Износ поршневого пальца по длине не равномерен. Величина износа максимальна в местах сопряжения с поршнем и минимальна в области сопряжения с втулкой верхней головки шатуна. Поршневые пальцы искровых двигателей имеют вдвое больший износ, чем дизельных. В поршневых пальцах дизелей, изготавливаемых из стали 12ХНЗА, средняя величина износа составляет 0,01 - 0,02 мм, а максимальная 0,03 - 0,04 мм. В поршневых пальцах искровых двигателей, изготавливаемых в основном из стали 45, средняя величина износа составляет 0,03 - 0,04 мм, а максимальная - 0,05 - 0,06 мм. Величина износа зависит от марки применяемого материала. При одинаковых геометрических параметрах величина износа поршневых пальцев из углеродистой стали вдвое больше, чем у пальцев из легированной стали. Максимальные величины износа поршневых пальцев составляют 0,10-0,35% от наружного диаметра и их можно устранить с помощью пластического деформирования - раздачей.

С целью обеспечения восстановления всех видов поршневых пальцев необходимо произвести разработку технологии восстановления на примере деталей, имеющих максимальный износ и наибольшее многообразие применяемого материала. Выбор способа восстановления поршневого пальца зависит от геометрических параметров изделия, материала, из которого он изготовлен, и вида применяемой при этом термообработки.



**Рис. 1. Характеристика распределения износов поршневого пальца двигателя ЗИЛ-508 по первому поясу измерения:**

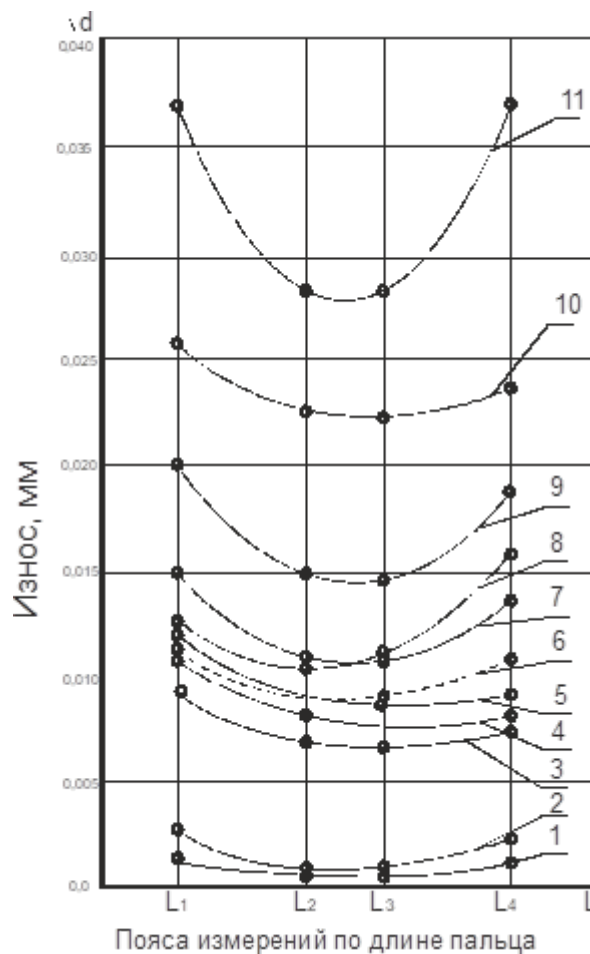
- 1 - теоретическая кривая распределения.
- 2 - эмпирическая кривая распределения.

Проведенный анализ поршневых пальцев показывает, что величина износов и геометрические параметры пальцев позволяют производить их восстановление с использованием способа электрогидравлической раздачи (ЭГР). Этим способом можно восстановить поршневые пальцы, изготовленные из любого материала и имеющие стенки любой толщины.

Данные высокоэнергетические способы характеризуются не только количеством затрачиваемой энергии, но и высокой скоростью деформации, влияющей как на поведение металлов в процессе деформирования, так и на их физико-механические свойства.



Отличительной особенностью этих способов является невысокая стоимость потребляемой энергии, простота оснастки, высокая эффективность воздействия на изделие [2].

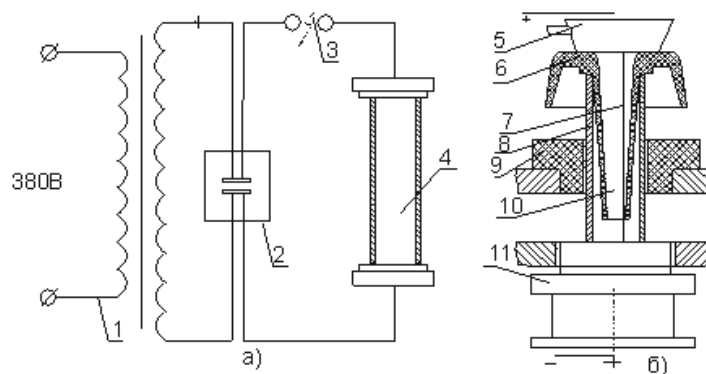


**Рис. 2. Характер и величина износа поршневых пальцев ДВС (при поступлении на ремонт):**

1- ЯМЗ-236, 238, 240; 2 - СМД-62; 3 - ЗИЛ – 645, 4 - КамАЗ-740, 5 - Д-30, 6 - 48, 65 Д-37 (сталь 15Х); 7 - ГАЗ -560, ЗИЛ-508; 8 - ЗМЗ-406, 9 - ЗИЛ-509; 10 - ЗМЗ-402; 11- УМЗ-421 (сталь 45)

Физика явления заключается в том, что практически несжимаемая жидкость с большой скоростью раздвигается во все стороны от линии разряда и создает ударную волну. При установке заготовки с матрицей перед ударной волной последняя передает свою энергию, в результате чего заготовка деформируется, принимая форму матрицы [3]. При электрогидравлической обработке тепловое воздействие на объекты практически отсутствует, а воздействие на изделие передается через жидкую среду. Важным фактором электрогидравлической обработки является нагружение изделия по всей поверхности заготовки при деформировании, что дает возможность обеспечивать относительные скорости частиц заготовки ниже критических и исключить тем самым возможность разрушения металла. Электрогидравлическая раздача осуществляется за счет ударной волны, созданной электрическим разрядом в определенных условиях на спецустановке, принципиальная схема которой представлена на рис. 3. Установка работает следующим образом. Батарея статических

конденсаторов через зарядное устройство и выпрямитель-трансформатор накапливает электрическую энергию. В момент достижения требуемой величины энергии формирующее устройство замыкает разрядную цепь и между рабочими электродами происходит высоковольтный пробой - создается плазменный шнур, расширение которого в объеме жидкости вызывает образование ударной волны.



**Рис. 3. Схема установки и процесса восстановления:**

- а) принципиальная схема электрогидравлической установки: 1 - выпрямительное устройство; 2 - блок накопления энергии; 3 - формирующий промежуток; 4 - технологический узел; б) схема технологического узла при восстановлении поршневого пальца: 5 - подвижный положительный электрод; 6 - патрон; 7 - взрывающаяся проволока; 8 - палец поршневой; 9 - гнезда; 10 - техническая вода; 11 - отрицательный электрод

Немаловажным фактором, влияющим на пластичность при электрогидравлическом деформировании, является отсутствие контактного трения. Подавляющее число операций обработки металлов давлением осуществляется в условиях соприкосновения обрабатываемого металла с инструментом. При этом частицы деформируемого металла скользят по поверхности инструмента, в результате чего возникают силы контактного трения, являющиеся (в большинстве случаев) вредным фактором для обработки металла. Контактное трение ведет к неоднородной деформации. В каждой точке поверхности контакта появляются касательные напряжения. Распространяясь в глубину деформируемого металла, эти напряжения создают зоны затруднительной деформации и, как следствие, из-за возникающей неоднородности металла (различная степень упрочнения, различная величина зерна и т.д.) резко снижают его пластичность [4, 5, 6].

При электрогидравлической обработке металлов в технологической оснастке отсутствует жесткий пуансон. Его роль выполняет вода или какая-либо другая жидкость. В этом случае отсутствие контактных напряжений приводит к увеличению пластичности металла при деформировании.

### **Выводы**

1. Исследованием распределения износов поршневых пальцев ДВС установлено:
  - эмпирическое распределение их износов по наружному диаметру соответствует нормальному закону и закону Лапласа-Шарлье;

- величина износа по длине пальца не постоянна, максимальна в местах сопряжения с втулкой верхней головки шатуна и составляет по величине 0,1-0,35% от наружного диаметра.

2. Проведенными расчетами величины износа поршневых пальцев выявлено:

- величина износа поршневых пальцев зависит от материала, из которого он изготовлен: пальцы, изготовленные из легированных сталей, имеют вдвое меньший износ, чем из углеродистой стали;

- величина износа поршневых пальцев зависит от типа двигателя: пальцы дизельных двигателей имеют вдвое меньший износ, чем исковых.

3. Установлено, что результаты электровзрывной обработки восстанавливаемых поршневых пальцев характеризуются следующим:

- снижение остаточных напряжений; интенсификация естественных релаксационных процессов;

- результаты ЭГР сравнимы с термообработкой, но обладают более высоким качеством и экономичностью;

- для получения изделий с определенными физико-механическими свойствами необходимо учитывать направление ударной волны, взаимодействие с полем механических напряжений, изменение формы импульса и формы заготовки в процессе взаимодействия, а также влияние скорости деформации на физико-механические свойства металла.

### Список литературы

1. Быков, И. А. Изготовление заготовок поршневых пальцев в автомобильной промышленности. / И. А. Быков, Т. А. Кузнецов. - Текст: непосредственный // Автомобильное производство. - 1984. - № 1. - С. 4-7.

2. Полупанов, Ф. П. Электрогидравлический эффект в ремонтном деле / Ф. П. Полупанов, К. Г. Балан, В. Н. Пономаренко. - Текст: непосредственный // Техника в сельском хозяйстве. – 1972. - № 12. - С. 72-74.

3. Каспарьянц, А. Г. Использование электрогидравлического эффекта для восстановления поршневых пальцев. - Текст: непосредственный / А. Г. Каспарьянц, В. А. Какуевицкий // Автомобильный транспорт. – 1982. - № 8. - С. 103–106.

4. Pegel, H. Electrohydraulic sheet metal forming with flexible tools. / H. Pegel, L. Langstadtler, M. Herrmann, C. Schenck, B. Kuhfuss - Текст: электронный // MATEC Web of Conferences. – 2018. - № 190. - URL: [https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/49/mateconf\\_icnft2018\\_12001.pdf](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/49/mateconf_icnft2018_12001.pdf).

5. Zhutchkov, A. I. Pressing of tubes in tube slabs using multiple electrical discharge in liquid / A. I. Zhutchkov, N. T. Zinoviev, G. P. Filatov. - Текст: непосредственный // PLASMA PHYSICS AND PLASMA TECHNOLOGY : III International Conference, Minsk, 18-22 September. - 2000. - P.558-561.

6. Chace, W. G. Classification of Wire Explosions. - Текст: непосредственный / W. G. Chace, M. A. Levine // J. Appl. Phys. – 1960. - № 31. - P. 1298.

### Савенко Е.С., Яценко О.Г. Обґрунтування застосування методу електрогидравлічної роздачі при відновленні поршневих пальців двигунів внутрішнього згорання

*Анотація.* У статті викладено метод відновлення поршневих пальців двигунів внутрішнього згорання за рахунок застосування способу електрогидравлічної роздачі. Визначено ступінь впливу електричних параметрів цього процесу на величину деформації поршневих пальців в залежності від застосовуваного матеріалу виробу і обсягу упрочнюючої хіміко-термічної обробки. Для реалізації даного методу необхідно мати у своєму розпорядженні точну інформацію про величину і характер розподілу зносу поршневих пальців і їх робочих поверхонь. Відповідні дослідження проводилися за поршневими пальцями ремонтного фонду дизельних і іскрових моторів вантажних автомобілів. По відношенню до відомих методів відновлення, наприклад - термообробці і роздачі жорстким пуансоном, що розглядається в статті процес характеризується меншими залишковими напруженнями, більш високою якістю і економічністю.

**Ключові слова:** відновлення, поршневий палець, електрогідролічна роздача, знос, ремонтний розмір, пластичне деформування металу, електромагнітна енергія, енергія вибухових речовин.

**Savenko E.S., Yatsenko A.G. Justification of the application of the electrohydraulic distribution method in the restoration of piston fingers of internal combustion engines**

**Abstract.** *The article describes a method for restoring the piston pins of internal combustion engines through the use of the method of electro-hydraulic distribution. The degree of influence of the electrical parameters of this process on the amount of deformation of the piston pins is determined, depending on the material used for the product and the volume of hardening chemical-thermal treatment. To implement the method under consideration, it is necessary to have accurate information about the magnitude and nature of the distribution of wear on the piston pins and their working surfaces. The corresponding studies were carried out on the piston pins of the repair stock of diesel and spark engines of trucks. In relation to the well-known methods of recovery, for example, heat treatment and distribution with a rigid punch, the process considered in the article is characterized by lower residual stresses, higher quality and efficiency.*

**Keywords:** *restoration, piston pin, electro-hydraulic expansion, wear, repair size, plastic deformation of metal, electromagnetic energy, energy of explosives.*

УДК 629.113

**МОЙСЯ Д.Л., к.т.н, доцент; КУПЛИНОВ А.В., ст. преподаватель; БОБРОВ В.В.  
ОО ВПО «Донецкая академия транспорта»**

## **АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВОРАЧИВАЕМОСТИ ТРЕХКОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

*Рассмотрены уточненные уравнения плоскопараллельного движения модели трехколесного микроавтомобиля с закрепленным рулевым управлением, получены значения углов поворота управляемого модуля, обеспечивающие движение по окружности с постоянным радиусом при вариации продольной скорости; определен градиент недостаточной поворачиваемости.*

**Ключевые слова:** *трехколесный микроавтомобиль, управляемый модуль, градиент недостаточной поворачиваемости.*

### **Постановка задачи**

Криволинейное движение характеризуется поперечной составляющей скорости центра масс, радиусом поворота, углами поворота управляемых колес и интенсивностью изменения этих величин в случае произвольного (непостоянного) движения. Существенное уменьшение длины, ширины и увеличение угла поворота управляемого модуля, реализованное в трехколесном экипаже, позволяют значительно улучшить оценочные показатели маневренности. Однако, переход к такой схеме требует дополнительных исследований, связанных с учетом нелинейности сил отвода, изменением колесной базы в процессе управления и поворачиваемости самого экипажа.

### **Актуальность работы**

Одно из направлений исследования маневренности трехколесного экипажа связано с определением устойчивых круговых стационарных режимов [1, 2]. Наряду с численным интегрированием дифференциальных уравнений движения модели, что дает возможность проследить всю эволюцию изменения фазовых переменных, поперечного ускорения и радиуса кривизны при входе экипажа в поворот, возможен анализ стационарных режимов на основе итерационных численных методов. Это позволяет определить все множество возможных стационарных режимов и далее выделить среди них устойчивые, то есть реализованные на практике. Эти два подхода дополняют друг друга и могут гарантировать необходимую точность вычислений.

В научных публикациях, посвященных проблемам маневренности, наибольшее внимание уделяется проблемам маневренности автопоездов [3, 4], задача в этом случае сводится к выбору надлежащего управления, что обеспечивает отслеживание траектории ведущего звена (в общем говоря, довольно далекой от траектории с минимально возможным радиусом) ведомыми звеньями. В связи с этим, требуют уточнения постановки задач по определению предельных маневренных свойств и поворачиваемости экипажа, что особенно актуально для трехколесного экипажа (учет нелинейных зависимостей сил отвода при наличии развала [5, 6], реального положения пятна контакта, изменчивости колесной базы, что обусловлено конструктивными особенностями компоновки микроавтомобиля).

### Цель работы

Определение градиента недостаточной поворачиваемости, относительно трехколесного экипажа с учетом наклона оси управляемого модуля.

### Основная часть

Точность определения параметров кругового стационарного режима зависит от полноты и степени адекватности математической модели. На рис.1 изображена расчетная схема 3-х колесного экипажа (один из геометрических параметров  $R_D$  определяет расстояние от центра поворота до точки  $D$  на продольной оси экипажа, второй  $L_{CD}$  – расстояние от центра масс  $C$  до точки  $D$ ), учитывающий основные геометрические характеристики реального прототипа. Так при повороте управляемого модуля на угол  $\psi_0$ , реализуется развал  $\chi_0$  – следствие продольного наклона передней стойки; в этом случае помимо силы увода, вызванной ненулевым углом увода, появляется составляющая, вызванная углом развала. Влияние пяточного момента на параметры стационарного режима не учтено, потому что по сравнению с моментом боковой силы относительно вертикальной он значительно меньше.

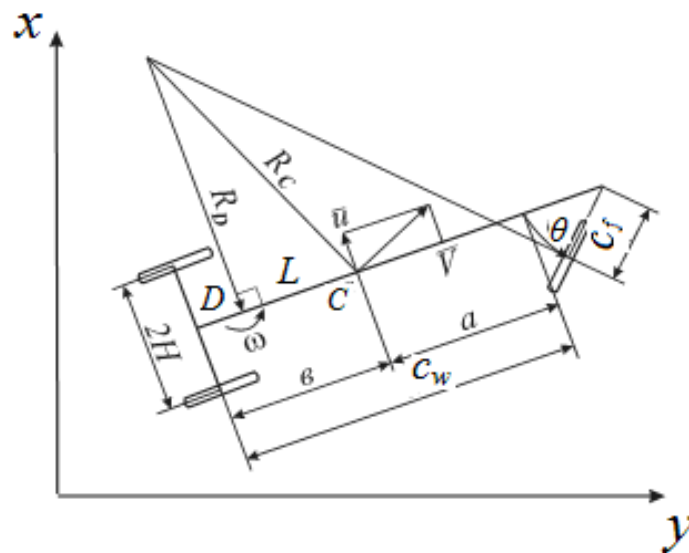


Рис. 1. Расчетная схема трехколесного экипажа

Геометрические и инерционно-массовые характеристики расчетной схемы трехколесного экипажа приведены в [1], на рис.1 обозначены только традиционные для плоской модели кинематические и геометрические характеристики:

$a$ ;  $b$  – расстояние от центра масс экипажа до передней (управляемой) оси и соответственно к задней оси:

$$a = \tilde{n}_w - l_i; \quad b = l_i;$$

$2H$  – колея;

$V$  – продольная составляющая скорости центра масс;

$u_c$  – поперечная составляющая скорости центра масс;

$\omega$  – угловая скорость экипажа относительно вертикальной оси;

$\theta$  – курсовой угол передней стойки относительно корпуса.

Определим скорость ЦМ автомобиля относительно полюса. За полюс выбирается центр задней оси экипажа. Скорость любой точки тела в плоскопараллельном движении состоит из

скорости полюса (поступательное движение вместе с полюсом) и скорости точки относительно полюса (скорость вращательного движения вокруг полюса). Полюс имеет скорость  $\{V, u\}$ , скорость ЦМ  $\{V, u + b\omega\}$ .

Вместо линеаризованных выражений для курсового угла  $\theta$  и угла развала  $\chi$  в существующие уравнения движения [1] подставим их точные выражения  $\theta = \arctg(\operatorname{tg}(\psi) \cos(\lambda))$ ,  $\chi = \arcsin(\sin(\psi) \sin(\lambda))$ .

Дифференциальные уравнения движения трехколесного экипажа:

- в поперечном направлении:

$$\begin{aligned} m_l(U - V\omega) - m_l l_t \varepsilon_\theta - m_f d \varepsilon_\psi + \alpha_f((u - c_w \omega + c_f \Psi) / V + \\ + \arctg(\operatorname{tg}(\psi) \cos(\lambda)) + \alpha_{r1} u / (V - H\omega) + \alpha_{r2} u / (V + H\omega) + \\ + K_f \arcsin(\sin(\psi) \sin(\lambda)) = 0; \end{aligned} \quad (1)$$

- относительно вертикальной оси

$$\begin{aligned} (m_r l_r^2 + R_{zz} + m_f(c_w + l_f)^2 + F_{zz})\varepsilon_\theta + (-F_{yz} \sin(\lambda) + m_f d(c_w + l_f) + \\ + F_{zz} \cos(\lambda)) \varepsilon_\psi - m_l l_t (U - V\omega) - C_f V \Psi \sin(\lambda) / R_k - M_\psi \cos(\lambda) - \\ - c_w \alpha_f((u - c_w \omega + c_f \Psi) / V + \arctg(\operatorname{tg}(\psi) \cos(\lambda)) - \\ - c_w K_f \arcsin(\sin(\psi) \sin(\lambda)) = 0; \end{aligned} \quad (2)$$

- относительно оси управляемого модуля

$$\begin{aligned} (-F_{yz} \sin(\lambda) + m_f d(c_w + l_f) + F_{zz} \cos(\lambda))\varepsilon_\theta + (m_f d^2 - 2 F_{yz} \sin(\lambda) \cos(\lambda) + \\ + F_{yy} \sin(\lambda)^2 + F_{zz} \cos(\lambda)^2) \varepsilon_\psi - m_f(U - V\omega)d + C_f V \omega \sin(\lambda) / R_k + M_\psi + \\ + c_f \alpha_f((u - c_w \omega + c_f \Psi) / V + \arctg(\operatorname{tg}(\psi) \cos(\lambda)) + \\ + c_f K_f \arcsin(\sin(\psi) \sin(\lambda)) - g v \sin(\lambda) \psi = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Чтобы проанализировать маневренность и поворачиваемость экипажа на основе численного интегрирования, а именно получить значения параметров управления  $V$  и  $\psi$ , которые обеспечивают постоянство  $R_D$  при варьировании параметра продольной скорости, приведем уравнение движения к нормальному виду Коши (решим систему уравнений движения относительно старших производных):

$$\begin{aligned} \dot{u} &= f_1(V, \psi, \omega, u); \\ \dot{\omega} &= f_2(V, \psi, \omega, u). \end{aligned} \quad (4)$$

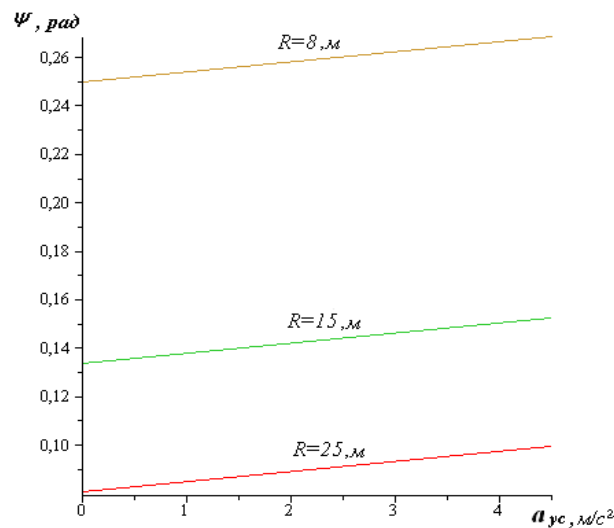
Система (4) имеет только две фазовые переменные  $u$ ,  $\omega$ , поскольку управляемый модуль будем считать жестко «зафиксированным»:  $\psi = \operatorname{const}$ ,  $\Psi = 0$ .

Численное моделирование выполнено для трех фиксированных значений радиуса поворота и приведено в табл.1  $R_D = 8; 15; 25$  м, ( $V$ , м/с ;  $\psi$ , рад).

## Результаты численного моделирования движения микроавтомобиля

$R$ $D, \text{ м}$	$V$ $1, \text{ м/с}$	$a_{1y}$ $c, \text{ м/с}$	$\psi_1,$ рад	$V$ $2, \text{ м/с}$	$a_{2y}$ $c, \text{ м/с}$	$\psi_2,$ рад	$V$ $3, \text{ м/с}$	$a_{3y}$ $c, \text{ м/с}$	$\psi_3,$ рад
8	1, 5	0,2 8	0,25 0	3, 5	1,5 3	0,25 8	5, 5	3,7 8	0,26 5
15	1, 5	0,1 5	0,13 4	3, 5	0,8 2	0,13 8	5, 5	2,0 2	0,14 2
25	3, 5	0,4 9	0,08 3	5, 5	0,4 9	0,08 6	9, 5	3,6 1	0,09 6

Диаграмма поворачиваемости трехколесного экипажа построена с помощью метода наименьших квадратов. При этом  $K_u$  определено как тангенс наклона зависимости  $\psi = f(a_{yc})$ .



**Рис. 2. Диаграмма поворачиваемости трехколесного экипажа при разных радиусах поворота**

Сопоставление полученных результатов с традиционным [4], видом прямой поворачиваемости

$$\psi = c_w / R_D + K_u a_{yc}; \quad K_u = (\bar{k}_2 - \bar{k}_1) / \bar{k}_1 \bar{k}_2 \quad (5)$$

указывает на необходимость коррекции общего вида градиента недостаточной поворачиваемости и угла Акермана в выражении (5) для случая ненулевого угла наклона передней стойки.



**Выводы**

Во всех трех рассмотренных случаях  $RD = 8; 15; 25$  м градиент недостаточной поворачиваемости  $K_u$  имеет одно и тоже значение, а именно:  $K_u = 0,004$ , то есть конструктивные особенности модели, а именно наклон управляемой стойки, приводят к существенной количественной изменения градиента недостаточной поворачиваемости; величины углов Аккермана тоже претерпевают определенные изменения по сравнению с их классическим определением.

**Список литературы**

1. Сахно В. П. Вплив конструктивних параметрів триколісного екіпажа на його маневреність / В. П. Сахно, В. Г. Вербицький, В. О. Банніков – [Вісник центрального наукового центру транспортної академії наук., окремий випуск] - Автошляховик України - Випуск 12 - червень - 2009. С. 178 – 183.
2. Лобас Л. Г. Неголономные модели колесных экипажей / Л. Г. Лобас – Киев : Наук. Думка, 1986. – 232 с.
3. Сахно В. П. К определению габаритной полосы движения неуправляемого автопоезда / В. П. Сахно, В. М. Поляков, А. М. Таранов // «Автомоб. транспорт» : Респ. міжвід. наук. техн. зб. — Вип. 25. Київ. — 1988. — с. 67—71.
4. Поляков В. М. Модульный автопоезд для дорожных экспериментальных исследований / В. М. Поляков, А. Н. Тимков, А. В. Горпинюк – [Автомобильный транспорт] – Харьков : ХНАДУ, 2003. - № 13. – С. 68-70. – Библиогр.: с.
5. Литвинов А. С. Управляемость и устойчивость автомобиля / А. С. Литвинов. — М. : Машиностроение, 1978. — 376 с.
6. Gillespie, Thomas D., Fundamentals of Vehicle Dynamics, Society of Automotive Engineers, Inc. 1992 – 470 p.

Мойся Д.Л., Куплінов А.В., Бобров В.В. Аналітичне дослідження повернення тріхколісного транспортного засобу

*Анотація.* Розглянуто уточнені рівняння плоскопаралельного руху моделі триколісного мікроавтомобіля із закріпленням рульовим керуванням, отримано значення кутів повороту керованого модуля, що забезпечують рух по колу з постійним радіусом при варіації поздовжньої швидкості; визначено градієнт недостатньої повертаності.

*Ключові слова:* триколісний мікроавтомобіль, керований модуль, градієнт недостатньої повертаності.

Moysya D.L., Kuplinov A.V., Bobrov V.V. Analytical study of steering three wheel vehicle

*Abstract.* The specified equalizations of trivial parallel motion of model of the three-wheeled micro car are considered with the envisaged steering management, got values of corners of turn of the guided module, that provide motion on a circle with a permanent radius at variation of longitudinal speed; the gradient of insufficient agility is certain.

*Keywords:* three-wheeled micro car, guided module, gradient of insufficient agility.

УДК 005.336.3

**СИДОРЕНКО К.И., аспирант,  
ГУ «Институт экономических исследований», г. Донецк**

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ОСНОВНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Среди множества проблем повышения экономической эффективности предприятий транспорта заметное место занимает информационная безопасность. Актуальность информационной безопасности в современном информационном обществе бесспорна, поскольку с усложнением информационной инфраструктуры предприятий транспорта влияние информационной безопасности на экономическую эффективность будет только возрастать. В данной статье к основным задачам службы информационной безопасности предприятий транспорта можно отнести предотвращение утечки, хищения, утраты, искажения, подделки информации вследствие ее тиражируемости, предотвращение несанкционированных действий по уничтожению, модификации, искажению, копированию, блокированию информации, что может привести к уменьшению ее потенциальной эффективности и т.д. По результатам решения таких задач можно судить об экономической эффективности службы информационной безопасности. Для эффективного функционирования службы информационной безопасности предприятий транспорта предложена трехмерная модель комплексной системы информационной безопасности, составляющими которой являются риски информационной безопасности, тактические меры по обеспечению информационной безопасности и величины расходов на организацию информационной безопасности.*

*В качестве измерения результативности службы информационной безопасности транспортных предприятий предложены показатели абсолютной экономической эффективности и относительный показатель экономической эффективности, которые позволяют рассчитать величины годовых расходов на организацию ее деятельности с помощью корректирующих коэффициентов.*

**Ключевые слова:** информационная безопасность, служба информационной безопасности, экономическая эффективность.

### **Постановка задачи**

В современных условиях любая деятельность на любом предприятии тесно связана с приемом, накоплением, сохранением, обработкой и применением различных информационных потоков. На современном этапе развития государства информация выступает как форма собственности, и следовательно, имеет определенную цену [1]. К сожалению, сейчас в большинстве предприятий защита от несанкционированного доступа к информации стоит совсем не на первом месте. С помощью незаконного владения информацией можно осуществлять самые различные противоправные деяния, например, производить незаконный оборот финансовых средств, получать доступ к секретной коммерческой информации и т.д. Следует отметить, что конфиденциальная информация представляет огромный интерес для конкурирующих фирм. Именно она становится причиной посягательств со стороны злоумышленников [2].

Чем в большей степени и с большей скоростью внедряют качественную информацию в

экономику и специальные отрасли хозяйства, тем выше становится жизненный уровень населения, а также экономические, военные и политические возможности страны.

Что же касается государства, то здесь не менее актуальной является защита информации, ведь когда мировые вооруженные конфликты стали слишком опасны из-за угрозы полного исчезновения человечества, война переходит в информационную плоскость. Информационная война это своего рода информационное противоборство с целью нанесения ущерба важным структурам противника, подрыва его политической и социальной систем, а также дестабилизации общества и государства противника [3]. При ведении информационной войны происходит своего рода информационное противоборство между государствами, которое оказывает воздействие на систему управления государств-соперников для достижения выгодных для себя целей.

### **Основная часть**

Вопросам информационной безопасности посвящены труды многих ученых, так например В.А. Герасименко разработал системно-концептуальный подход к обеспечению информационной безопасности автоматизированных систем обработки данных. П.Д. Зегждой разработана таксонометрия брешей и изъянов в системах защиты компьютерных систем, кроме того им представлен ряд технических решений по созданию защищенных компьютерных систем, в частности представлена организационно-иерархическая система разграничения доступа. Труды П.Н. Девянина, А.Ю. Щербакова, С.Н. Смирнова, Д.И. Правикова и Г.В. Фоменкова посвящены исследованию в области криптографической защите информации.

Информационная безопасность – это защищенность информации и поддерживающей инфраструктуры от случайных или преднамеренных воздействий естественного или искусственного характера, которые могут нанести неприемлемый ущерб субъектам информационных отношений, в том числе владельцам и пользователям информации и поддерживающей инфраструктуры [4].

Информационная безопасность должна включать в себя защищенность информационного пространства, обеспечивающего его формирование и развитие в интересах граждан, организаций и государства. Состояние инфраструктуры должно быть таким, при котором информация будет использоваться строго по назначению и не оказывать негативного воздействия на систему при ее использовании. Состояние информации должно исключать или существенно затруднять нарушение таких ее свойств, как конфиденциальность, целостность и доступность. Кроме того информационная безопасность должна включать в себя экономическую составляющую (структуры управления в экономической сфере, включая системы сбора, накопления и обработки информации в интересах управления производственными структурами, системы общеэкономического анализа и прогнозирования хозяйственного развития, системы управления и координации в промышленности и на транспорте, системы управления энергосистем, централизованного снабжения, системы принятия решения и координации действий в чрезвычайных ситуациях, информационные и телекоммуникационные системы). Исходя из этого, в наиболее общем виде информационная безопасность может быть определена как невозможность нанесения вреда свойствам объекта безопасности, обусловливаемым информацией и информационной инфраструктурой.

В связи с чем, большое значение приобретают методы организации эффективной модели комплексной системы информационной безопасности.

Полноценное обеспечение информационной безопасности на предприятии должно быть стандартизировано и находиться под полным контролем круглогодично, в реальном времени,

в круглосуточном режиме. При этом система должна учитывать весь жизненный цикл информации, начиная с момента появления и до полного ее уничтожения или потери значимости для предприятия или государства [5].

К основным целям комплексной модели системы информационной безопасности можно отнести:

предотвращение утечки, хищения, утраты, искажения, подделки информации вследствие ее тиражируемости;

предотвращение угроз безопасности личности, предприятия, общества, государства вследствие разглашения или искажения информации;

предотвращение несанкционированных действий по уничтожению, модификации, искажению, копированию, блокированию информации, что может привести к уменьшению ее потенциальной эффективности;

предотвращение различных форм незаконного вмешательства в информационные ресурсы и системы предприятия;

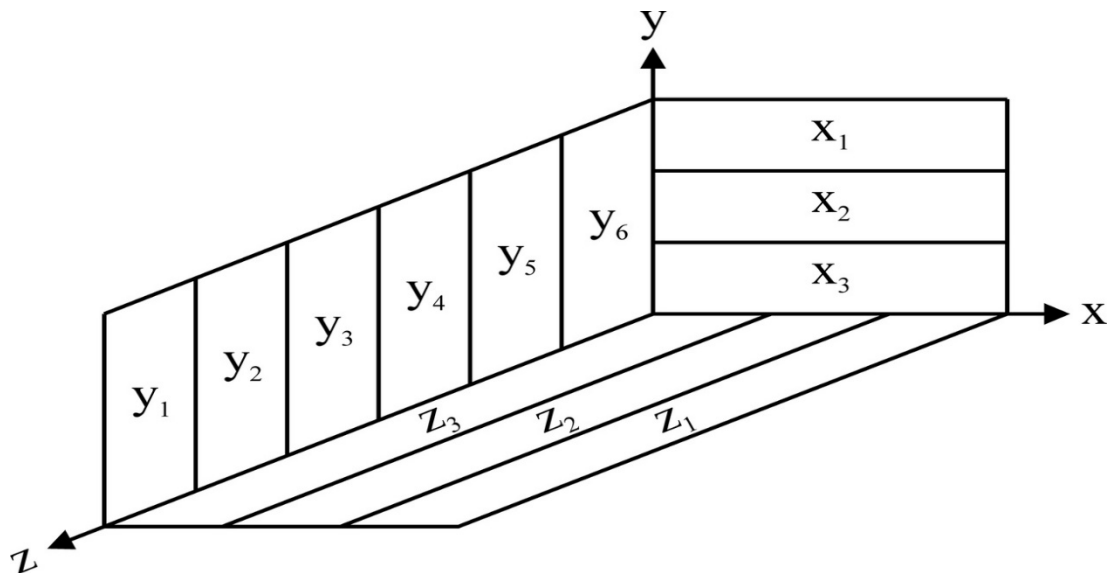
обеспечение правовой защиты информации как объекта собственности (исключение возможности ее незаконного тиражирования);

сохранение конфиденциальности документированной информации в соответствии с законодательством (грифы секретности, прав доступа и распространения и т.д.) [6].

Надежная защита информационной безопасности предприятия возможна лишь на основе применения комплексного и системного подхода к ее организации. Системный подход связан с определенностью общей цели организации экономической безопасности – формированием комплекса мер защиты предприятия от угроз незаконного вмешательства в его деятельность и тому подобное. Комплексный подход касается объединения условий защиты от угроз АНВ (актов незаконного вмешательства). Такими условиями являются: определение рисков угроз, разработка тактических мер по обеспечению информационной безопасности, обоснование величин расходов, связанных с информационной безопасностью. Взаимосвязь указанных условий предлагается доказывать методом построения трехмерной модели комплексной системы информационной безопасности (рис. 1).

Использование указанной модели позволяет рассчитать величину затрат на организацию информационной безопасности на основе учета зависимости между видом риска, комплексом тактических мероприятий и величиной затрат. Вместе с тем, модель не позволяет сделать экономическую диагностику фактора риска. То есть в модели представлены все виды риска информационной безопасности как реальные, так и ожидаемые. Однако наличие потенциального риска информационной безопасности не требует значительного комплекса мер, а ограничивается только превентивными, что предопределяет ограниченный уровень затрат.

Следовательно, в модели необходимо диагностировать уровень риска информационной безопасности. Диагностику предлагается осуществлять матричным методом с определением стоимостной оценки дифференциации угрозы системы информационной безопасности (рис. 2).



**Рис. 1** Трехмерная модель комплексной системы информационной безопасности

Составляющими данной модели определены:  $Y$  – риски информационной безопасности,  $Z$  – тактические меры по обеспечению информационной безопасности,  $X$  – величины расходов на организацию информационной безопасности.

$Y$  – риски информационной безопасности по видам:

$Y_1$  – риск незаконного контроля информационной среды внешними заинтересованными лицами;

$Y_2$  – Риск незаконного контроля информационной среды со стороны руководства предприятий транспортной отрасли;

$Y_3$  – Риск незаконного контроля информационной среды корпоративными участниками транспортных предприятий;

$Y_4$  – Риск незаконного контроля информационной среды со стороны государства;

$Y_5$  – Риск незаконного контроля информационной среды со стороны террористических и радикальных организаций;

$Y_6$  – Риск получения ложной информации, создающей угрозу информационной безопасности;

$Z$  – тактические меры по обеспечению информационной безопасности:

$Z_1$  – превентивные меры информационной безопасности (наблюдения и т.п.);

$Z_2$  – тактические и оперативные меры информационной безопасности (действия в направлении концентрации информации у собственников транспортных предприятий, занятых оказанием транспортных услуг);

$Z_3$  – стратегические меры информационной безопасности (формирование структуры информационных потоков исключая угрозы информационной безопасности);

$X$  – величины расходов на организацию информационной безопасности:

$X_1$  – величина постоянных расходов на организацию информационной безопасности;

$X_2$  – величина переменных расходов на организацию информационной безопасности;

$X_3$  – величина смешанных расходов на организацию информационной безопасности.

Информация о НВ в СИБ Уровень вероятности риска НВ	Отсутствуют данные о наличии угрозы НВ в СИБ	Наличие данных о потенциальной угрозе НВ в СИБ	Наличие данных о реальной угрозе НВ в СИБ
Существует потенциальная возможность НВ в СИБ («зеленая угроза»)	<b>a</b>	<b>в1</b>	<b>с1</b>
Существует вероятность НВ в СИБ («желтая угроза»)	<b>a1</b>	<b>в</b>	<b>с2</b>
Существует конкретная угроза НВ в СИБ («красная угроза»)	<b>a2</b>	<b>в2</b>	<b>с</b>

**Рис.2. Матрица стоимостной оценки дифференциации угроз незаконного вмешательства (НВ) в систему информационной безопасности (СИБ) транспортного предприятия**

Подлежащее матрицы содержит уровни вероятности риска НВ в СИБ. Соответственно от вида угрозы («зеленая», «желтая», «красная») определены три вида уровня риска – потенциальный, вероятный и конкретный. Для более объективного определения «стоимости» отвлечения угрозы НВ требуется учет информации о наличии или отсутствии угроз. Три категории такой информации приведено в сказуемом таблицы-матрицы: 1 кат. – информация не существует, 2 кат. – информация существует, но не является подтвержденной, 3 кат. – существует подтвержденная информация о предстоящих НВ в СИБ.

Показатели а, в, с и другие являются коэффициентами, учитываемыми для корректировки (увеличения) суммы расходов на экономическую безопасность. Минимальное значение коэффициента «а» составляет 1. Это означает, что сумма затрат на экономическую безопасность не увеличивается, поскольку потенциальная возможность НВ уже учтена в процессе калькулирования затрат, а подтверждения угрозы не существует.

Показатель роста значения коэффициента является фиксированным и определен в размере 0,5. Значения коэффициентов предлагается определять следующим образом:

$$a = 1;$$

$$a1 = a + 0,5 = 1,5;$$

$$a2 = a1 + 0,5 = 2;$$

$$в1 = a + 0,5 = 1,5;$$

$$в = в1 + 0,5 = 2;$$

$$в2 = в + 0,5 = 2,5;$$

$$с1 = в1 + 0,5 = 2;$$

$$с2 = с1 + 0,5 = 2,5;$$

$$с = с2 + 0,5 = 3.$$

Использование матрицы позволяет обосновать значение коэффициента и путем умножения на значение первоначальной суммы расходов на информационную безопасность скорректировать величину затрат с учетом уровня риска НВ.

После диагностики уровня риска НВ формируется трехмерная модель (рис. 1), по результатам внедрения которой разрабатывается стратегия обеспечения информационной безопасности, которая содержит перспективное планирование экономических, организационных, технических и других мероприятий с целью достижения соответствующего уровня информационной безопасности предприятия.

Внедрение матрицы стоимостной оценки дифференциации угроз НВ позволяет рассчитать величины затрат путем их корректировки на значение коэффициентов  $a$ ,  $b$  и  $c$  (в зависимости от уровня риска и наличия информации об угрозе). Используя данные предприятия рассчитаем величины годовых расходов на организацию деятельности Службы информационной безопасности предприятия с помощью корректирующих коэффициентов. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Расчет скорректированных величин годовых затрат на организацию Службы информационной безопасности в зависимости от уровня риска возникновения НВ в СИБ (руб.)

Первоначальная сумма годовых расходов на организацию СИБ	Коэффициент уровня риска информационной безопасности ( $a$ , $b$ , $c$ )	Скорректированная сумма годовых расходов на организацию СИБ
53154,4	1	53154,4
	1,5	79731,6
	2	106308,8
	2,5	132886
	3	159463,2

Из таблицы видно, что с увеличением риска информационной безопасности растет и сумма расходов на ее обеспечение. Внедрение службы информационной безопасности в условиях транспортных предприятий не ограничивается исключительно расходами. Результативность внедрения является характеристикой экономической эффективности. Экономическая категория «эффективность» имеет сложную систему определения. Базовым понятием выступает «эффект» (от лат. effectus – исполнение, действие) как результат или следствие каких-либо причин, действий. Современная экономическая теория определяет обобщение и различие данных понятий. Так, эффект имеет абсолютное выражение достигнутого результата, а эффективность выступает относительной характеристикой эффекта.

В практике хозяйствования различают одноразовый и мультипликативный эффект. Одноразовый эффект – это эффект, который получен только раз и не будет получен повторно. Мультипликативный эффект – это эффект, получение которого является периодическим или постоянным. Этот эффект создается в таких видах:

диффузионный эффект – то, что может быть достигнуто не только в условиях одного предприятия, но и в других;

резонансный эффект – тот, что реализуется в условиях одного предприятия и влияет на деятельность других;

эффект стартового взрыва – вероятность наличия в перспективе цепной реакции;

эффект сопутствующих возможностей – тот, что возникает вместе с созданием других неосновных результатов;

эффект акселерации – то, что определяет не только получение положительного результата, но и ускорения темпов его распространения.

Диалектическая связь между всеми видами эффекта заключается в том, что они формируют единый общий интегральный эффект.

Абсолютный эффект характеризует общую величину эффекта, который предприятие может получить от собственной деятельности за определенный период времени. Сравнительный эффект отражает следствие сравнения возможных вариантов хозяйствования и выбора лучшего из них.

За местом возникновения различается локальный и общеэкономический эффект. Локальный эффект – это такой вид эффекта, который отражается непосредственно на деятельности конкретного предприятия, а общеэкономический эффект отражается на национальной экономике.

Измерение эффективности связано с определением ее критерия и системы показателей. Критерий – это главный признак того, что используется для осуществления количественного анализа оценки уровня эффективности определенного управленческого решения. Главным критерием функционирования службы информационной безопасности следует считать увеличение темпов выручки от реализации транспортных услуг по сравнению с темпом роста расходов.

Экономическая эффективность – соотношение между результатами хозяйственной деятельности и затратами на осуществление. Показателями эффективности выступают производительность труда, фондоотдача, прирост выручки от реализации и др.

Эффективность службы информационной безопасности может иметь абсолютное выражение через расчет экономического эффекта, который отображают различными стоимостными показателями, являющимися характеристиками промежуточных и конечных результатов деятельности транспортных предприятий. К таким показателям в условиях транспортных предприятий относятся:

объем выручки от реализации;

объем прибыли;

величина экономии затрат;

абсолютное превышение чистого дохода над затратами.

Важным показателем, который характеризует деятельность транспортных предприятий, является социальный эффект. Этот эффект выражается в:

сокращении рабочего времени;

увеличение числа рабочих мест;

улучшение условий труда и тому подобное.

При формировании системы показателей эффективности используются следующие принципы:

обеспечение связи между определенными критериями и системой конкретных показателей эффективности;

отображение эффективности использования всех видов ресурсов;

возможность использования определенных показателей эффективности на всех уровнях



управления;

выполнение определенными показателями стимулирующей функции всех видов деятельности.

Особенности методических подходов к оценке эффективности сведены к следующему: при анализе и оценке используются ограничения количества экономических и финансово-бухгалтерских показателей;

в сравнительном анализе используется система стоимостных и натуральных показателей; интегральный показатель рассчитывается с помощью различных систем ранговой корреляции и кластерного анализа;

степень влияния основных показателей на конечные результаты функционирования проверяется с помощью регрессионных моделей;

определение закономерностей изменения главных показателей эффективности функционирования и обоснование их прогнозных величин.

Экономическая эффективность характеризуется системой показателей, которые различаются по уровню обобщения (обобщающие и частные) и уровню управления (показатели деятельности и состояния предприятия в целом, подсистемы – отдельного процесса или явления).

Экономическая эффективность – это соотношение результатов и затрат, эффект – это разница между результатами и затратами на их достижение.

В случае измерения экономической эффективности службы информационной безопасности рекомендуется использовать следующие показатели:

$$1) \text{ Эсиб} = \Delta 4D - \Delta 3$$

где Эсиб – экономический эффект от действий службы информационной безопасности;  $\Delta 4D$  – прирост чистого дохода транспортных предприятий за счет внедрения службы информационной безопасности;

$\Delta 3$  – прирост затрат транспортных предприятий, в том числе за счет расходов на информационную безопасность.

$$2) \text{ ЭЭ сиб} = \frac{\Delta 4D}{\Delta 3}$$

если в %, то ЭЭсиб >100%;

если коэффициент, то >1.

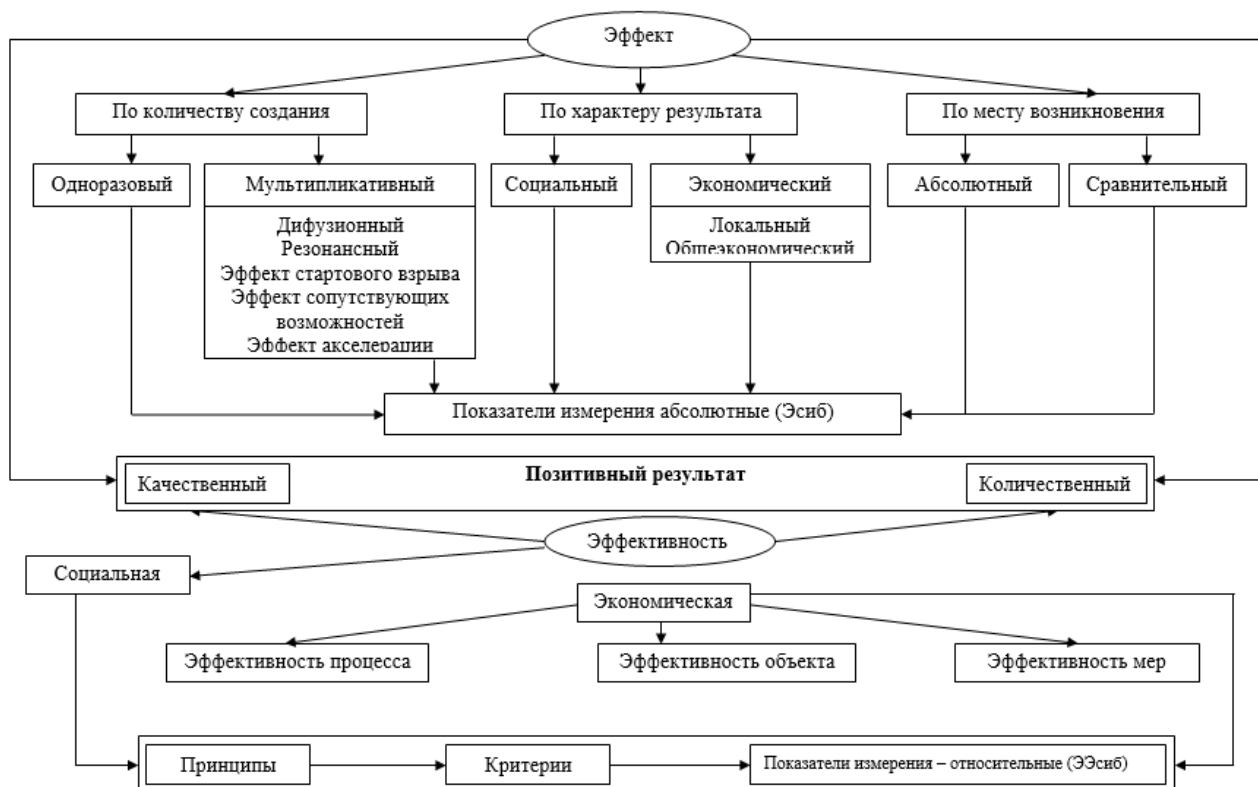


Рис. 3. Составляющие эффекта и эффективности

### Выводы

Любая деятельность на любом предприятии тесно связана с приемом, накоплением, сохранением, обработкой и применением различных информационных потоков. Информация выступает как форма собственности и имеет определенную цену. Главной задачей эффективного функционирования любого предприятия или государства является защита информации и поддерживающей инфраструктуры от случайных или преднамеренных воздействий, которые могут нанести непоправимый ущерб. В связи с чем большое значение приобретают методы организации модели комплексной системы информационной безопасности. Использование указанной модели позволяет рассчитать величину затрат на организацию информационной безопасности на основе учета зависимости между видом риска, комплексом тактических мероприятий и величиной затрат. В модели учтены все реальные виды риска информационной безопасности.

По результатам внедрения трехмерной модели разрабатывается стратегия обеспечения информационной безопасности, которая содержит перспективное планирование экономических, организационных, технических и других мероприятий с целью достижения соответствующего уровня информационной безопасности предприятия.

Внедрение матрицы стоимостной оценки дифференциации угроз незаконного вмешательства позволяет рассчитать величины затрат путем их корректировки на значение коэффициентов  $a$ ,  $b$  и  $c$  (в зависимости от уровня риска и наличия информации об угрозе). Используя данные предприятия можно рассчитать величины годовых расходов на организацию деятельности службы информационной безопасности предприятия с помощью корректирующих коэффициентов.

Экономическая эффективность характеризуется системой показателей, которые различаются по уровню обобщения (обобщающие и частные) и уровню управления (показатели деятельности и состояния предприятия в целом, подсистемы – отдельного процесса или явления). В качестве измерения результативности службы информационной

безпеки транспортних підприємств пропонується показателі абсолютної економічної ефективності (Есіб) і відносний показателі економічної ефективності (ЕЕсіб).

### Список літератури

1. Основи інформаційної безпеки: учебное пособие для студентов вузов / Е.В. Вострецова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 204 с.
2. Інформаційна безпека: учебное пособие / соавт.: В.Н. Ясєєв, А.В. Дорожкін, В.А. Матвєєв, А.Л. Сочков, О.В. Ясєєв; под общ. ред. проф. В.Н. Ясєєва. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2018. – 182 с.
3. Макаренко С.И. Інформаційна безпека: учебное пособие. – Ставрополь: СФ МГГУ им. М. А. Шолохова, 2009. – 372 с.: ил.
4. Мамаєва Л.Н. Основные направления обеспечения информационной безопасности предприятия / Л.Н. Мамаєва, О.А. Кондратьєва // Інформаційна безпека регіонів. – 2016. – № 2. – С. 5–9.
5. Кожунова Е.А. Обеспечение информационной безопасности на современном предприятии / Е.А. Кожунова // Школа науки. – 2018. – № 2. – С. 19–21.

### Сидоренко К.І. Інформаційна безпека як основна складова економічної ефективності транспортних підприємств

*Анотація.* Серед багатьох проблем підвищення економічної ефективності підприємств транспорту помітне місце займає інформаційна безпека. Актуальність інформаційної безпеки в сучасному інформаційному суспільстві безперечна, оскільки з ускладненням інформаційної інфраструктури підприємств транспорту вплив інформаційної безпеки на економічну ефективність лише зростатиме. У цій статті до основних завдань служби інформаційної безпеки підприємств транспорту можна віднести запобігання витоку, розкрадання, втрати, спотворення, підробки інформації внаслідок її тиражованості, запобігання несанкціонованим діям зі знищення, модифікації, спотворенню, копіюванню, блокуванню інформації, що може призвести до зменшення її потенційної ефективності та ін. За результатами вирішення таких завдань можна судити про економічну ефективність служби інформаційної безпеки. Для ефективного функціонування служби інформаційної безпеки підприємств транспорту запропоновано тривимірну модель комплексної системи інформаційної безпеки, складовими якої є ризики інформаційної безпеки, тактичні заходи щодо забезпечення інформаційної безпеки та величини витрат на організацію інформаційної безпеки.

Як вимір результативності служби інформаційної безпеки транспортних підприємств запропоновані показники абсолютної економічної ефективності та відносний показник економічної ефективності, які дозволяють розрахувати величини річних витрат на організацію її діяльності за допомогою коригувальних коефіцієнтів.

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

### Sidorenko K.I. Information security as the main component of the economic efficiency of transport enterprises

*Abstract.* Among the many problems of improving the economic efficiency of transport enterprises, information security occupies a prominent place. The relevance of information security in the modern information society is indisputable, because with the complexity of the information infrastructure of transport enterprises, the impact of information security on economic efficiency will only increase. In this article, the main tasks of the information security service of transport enterprises include the prevention of leakage, theft, loss, distortion, forgery of information due to its replicability, prevention of unauthorized actions to destroy, modify, distort, copy, block information,

*which can lead to a decrease in its potential effectiveness, etc. Based on the results of solving such tasks, we can judge the economic efficiency of the information security service. For the effective functioning of the information security service of transport enterprises, a three-dimensional model of an integrated information security system is proposed, the components of which are information security risks, tactical measures to ensure information security and the amount of expenses for organizing information security.*

*As a measure of the effectiveness of the information security service of transport enterprises, indicators of absolute economic efficiency and a relative indicator of economic efficiency are proposed, which allow calculating the values of annual expenses for the organization of its activities using correction coefficients.*

**Keywords:** *information security, information security service, economic efficiency.*

## 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

<b>Код УДК (універсальний десяти- ний класифікатор)</b>	Шрифт: 12пт, напівжирний курсив Абзац: вирівнювання – по лівому краю, міжрядко- вий інтервал – одинарний
Пустий рядок	Шрифт: 12пт, Абзац: міжрядковий інтервал – одинарний
<b>Прізвище (-ща) та ініціали автора (-ів), науковий ступінь, вчене звання Повна назва організації</b>	Шрифт: 11пт, напівжирний курсив Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал –
Пустий рядок	
<b>НАЗВА СТАТТІ</b>	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- рина рядка 130 мм) Ключові слова:</i>	Шрифт: 11пт, курсив Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжря- дковий 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><b>Постановка проблеми</b></p> <p>де відображається історія предмету дослідження, актуальність та сучасний стан проблеми;</p> <p><b>Аналіз останніх досліджень</b></p> <p>на які спирається автор, виділення невіршених раніше аспектів загальної проблеми, яким присвячується означена стаття;</p> <p><b>Мета статті</b></p> <p>(постановка задачі);</p> <p><b>Основний розділ</b></p> <p>(можливі підрозділи);</p> <p><b>Висновки</b></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 <b>.bmp, .jpg, .tiff</b>). 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 ко-мою.</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><b>Список літератури</b></p> <p>1. який виконується згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з ін-формації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання» та в порядку</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><b>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).</b></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><b>П.І.Б. авторів. Назва статті на англійській мові</b></p> <p><b>Abstract.</b> Переклад анотації на англійську мову.</p> <p><b>Keywords:</b> 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, 2021

(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. 6,5. Тираж 100 пр.

**Донецька академія автомобільного транспорту**

*Адреса засновника та редакції:*

пр. Дзержинського, 7, м. Донецьк, 83086, Україна

*Тел.:* +38 (062) 345-21-90

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

*Адреса видавця:*

ПП «Рекламно-виробнича фірма «Молнія» вул. Октябрю, 22а, м. Донецьк, 83030, Україна

*Тел.:* +38 (062) 388-21-67



Научное издание

**ВЕСТНИК ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

№ 1 2021

(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. 6,5. Тираж 100 экз.

**Донецкая академия автомобильного транспорта**

*Адрес учредителя и редакции:*

пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086, Украина

*Тел.:* +38 (062) 345-21-90

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

*Адрес издателя:*

ЧП «Рекламно-издательская фирма «Молния» ул. Октябрю, 22а, г. Донецк, 83030, Украина

*Тел.:* +38 (062) 388-21-67



Scientific Edition

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

№ 1, 2021

(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 6,5. Circulation 100

**Donetsk academy of automobile transport**

*Address of founder and editorial office:*

ave. Dzerzhinskoho, 7, Donetsk, 83086, Ukraine

*Тел.:* +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

*Тел.:*+38 (062) 388-21-67