



Отраслевой ежемесячный научно-производственный журнал «Автотранспортное предприятие», июнь 2014 г.

Издатель – НПП «Транснавигация», Минтранс России.

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**В. М. Власов**, главный редактор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой МАДИ, доктор технических наук, профессор;

**В. Г. Родионов**, первый заместитель главного редактора, академик МАКТ;

**А. Ч. Ахохов**, заместитель руководителя Федеральной службы по надзору в сфере транспорта, кандидат экономических наук, доктор технических наук;

**А. С. Бакирей**, директор Департамента государственной политики в области автомобильного и городского пассажирского транспорта Минтранса России;

**В. В. Донченко**, научный руководитель ОАО «НИИАТ», кандидат технических наук;

**Е. С. Москвичев**, председатель комитета Государственной Думы РФ по транспорту, кандидат технических наук;

**В. В. Швецов**, первый заместитель начальника Главного управления по обеспечению безопасности дорожного движения МВД России, генерал-лейтенант полиции;

**В. В. Ломакин**, председатель Общероссийского профсоюза работников автомобильного транспорта и дорожного хозяйства.

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати. Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № 77 – 12154. ISSN 2076 – 3050

Журнал включен в Реферативный журнал и базы данных ВИНИТИ.

Журнал включен с 1 января 2007 г. в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук».

Адрес редакции:

125190 г. Москва, а/я 152

Тел./факс: (495) 644-20-38,

(495) 783-54-95 (доб. 108, 116, 118)

E-mail: atp@transnavi.ru

www.atp.transnavi.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>В рамках VIII Международного навигационного форума</b> .....	2
<b>В. М. Власов</b> Методические подходы к созданию и развитию региональных навигационно-информационных систем диспетчерского управления, безопасности и информирования на наземном транспорте .....	6
<b>В. А. Верзилин, В. П. Бычков, В. М. Заложных</b> Совершенствование подготовки водителей автотранспортных средств .....	9
<b>О. Е. Курьянова</b> Повышение безопасности дорожного движения методами совершенствования системы подготовки водителей транспортных средств .....	12
<b>Л. А. Алексеев, Ю. А. Кузнецов</b> Физиологическая подготовленность кандидата в водители и ее зависимость от гендерного типа человека .....	17
<b>К. Г. Манушакян, Г. А. Конев</b> Причины дорожно-транспортных происшествий на пешеходных переходах .....	20
<b>Р. А. Дурнев, С. В. Колеганов</b> Комплексная оценка уровня транспортной безопасности: постановка задачи и замысел решения .....	23
<b>Защита по всем направлениям</b> .....	28
<b>Профсоюзный актив считает: ситуация на городском пассажирском транспорте носит характер системного кризиса</b> ..	29
<b>Итоговая конференция VOLVO</b> .....	34
<b>В. В. Гаевский</b> КОТ – перспективный вид городского транспорта .....	36
<b>Е. А. Башкатова</b> Методика формирования источников финансирования программы модернизации автотранспортного комплекса РФ .....	39
<b>Встреча выпускников МАДИ</b> .....	42
<b>А. Ю. Коноплин, Н. И. Баурова</b> Применение клеесварной технологии при сборке и ремонте кузовов .....	43
<b>В. В. Лянденбургский, Ю. В. Родионов, Л. А. Рыбакова</b> Морфологический анализ методов группировки операций технического обслуживания автомобилей .....	46
<b>С. Р. Кристальный, Н. В. Попов, В. А. Фомичев</b> Метод определения коэффициента сцепления при испытаниях антиблокировочных систем легковых автомобилей .....	50
<b>И. В. Фадеев, Ш. В. Садетдинов</b> Новые моющие средства для узлов и агрегатов автотранспортных средств .....	54
<b>Приложение к журналу «АТП»</b> .....	<b>Нормативные документы</b>

На обложке: заведующий кафедрой

транспортной телематики МАДИ, д.т.н., профессор В. М. Власов

Главный редактор В. М. Власов

Первый зам. главного редактора В. Г. Родионов

Зам. главного редактора, ответственный за выпуск О. В. Борисенкова

Корреспонденты А. В. Лабунский, В. И. Суханов, Ю. Ф. Щербинин

Нач. отдела распространения и рекламы В. П. Филатова

Корректор Н. Н. Лантюхова Дизайн и верстка – Г. Б. Маравин

Распространяется во всех регионах России и в странах СНГ.

Перепечатка материалов и публикаций допускается только с письменного разрешения редакции. За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Отпечатано в типографии ООО «Принт Сервис», 109052 г. Москва,

ул. Смирновская, 25 корп. 7 Подписано в печать 23.05.2014 г. Заказ № 110736



**С. Р. Кристальный,**  
доцент кафедры автомобилей  
Московского автомобильно-  
дорожного государственного  
технического университета (МАДИ),  
кандидат техн. наук

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ АНТИБЛОКИРОВОЧНЫХ СИСТЕМ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Описывается метод определения коэффициента сцепления шипованной шины с опорной поверхностью при помощи автомобиля – шинного тестера. Приведены зависимости коэффициента сцепления от скольжения для зимних шипованной и нешипованной шин на льду. Представлены результаты испытаний эффективности действия антиблокировочных систем тормозов на льду.



**Н. В. Попов,**  
заведующий лабораторией  
кафедры автомобилей МАДИ

шипованными шинами. В процессе испытаний планировалось получить зависимость коэффициента сцепления от скольжения для зимней шипованной шины ( $\varphi$ -S-диаграмму) на льду, а также сравнить эффективность действия АБС при торможении на льду легкового автомобиля, оснащенного шипованными и такими же нешипованными шинами. Для этого фирмой Yokohama были предоставлены 2 комплекта аналогичных по размеру и конструкции зимних шин модели IceGUARD Stud IG35 (размерность – 185/70 R1492T), отличающихся друг от друга только наличием шипов противоскольжения у одного комплекта.

Испытания были проведены с помощью автомобиля – шинного тестера, конструкция которого подробно описана в [5, 6, 7].

### Характеристика проведенных испытаний

Программа испытаний была основана на методике измерения коэффициента реализуемого сцепления  $\epsilon$  (прил. 13 к «Правилам ЕЭК ООН № 13 (-09)» [1]) и включала проведение серий следующих испытательных заездов на льду:

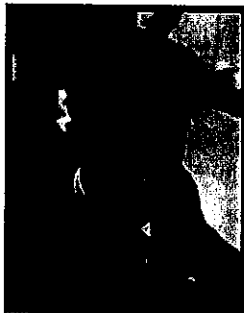
1) торможение с начальной скорости 55 км/ч с АБС, работающей в режиме непрерывной цикличности, – для определения коэффициента торможения  $Z_{AL}$ ;

- 2) торможение с начальной скорости 50 км/ч передней осью (задние тормозные механизмы отключены) без АБС с постепенным увеличением давления в тормозном трубопроводе – для определения коэффициента сцепления передней оси  $k_f$ ;
- 3) торможение с начальной скорости 50 км/ч задней осью (передние тормозные механизмы отключены) без АБС с постепенным увеличением давления в тормозном трубопроводе – для определения коэффициента сцепления задней оси  $k_r$ .

Лед был наморожен на прямой горизонтальной площадке для оценки тормозных свойств автомобилей с АБС полигона НИЦИАМТ. Стабильность результатов обеспечивалась тщательным соблюдением жесткости условий проведения испытаний: температуры окружающего воздуха и льда не отличались более чем на 0,5 °С от заезда к заезду, состояние льда и атмосферы были идентичными за все время проведения испытательных заездов (табл. 1).

Весовые и геометрические характеристики испытательного автомобиля, используемые при определении коэффициента реализуемого сцепления  $\epsilon$ , представлены в табл. 2.

Общая масса автомобиля состояла из масс снаряженного автомобиля,



**В. А. Фомичев,**  
аспирант кафедры автомобилей  
МАДИ

В прошедшем испытательном сезоне кафедрой «Автомобили» МАДИ в сотрудничестве с НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» на территории Дмитровского автополигона были проведены научно-исследовательские испытания эффективности действия антиблокировочных систем тормозов (АБС) на автомобилях, оснащенных

Таблица 1

Условия проведения испытаний

Температура воздуха, °С	- 9,2... - 9,7
Температура льда, °С	- 7,6... - 8,1
Состояние льда	Неразбитый, чистый
Состояние атмосферы	Осадки отсутствовали, солнечно

Таблица 2

Характеристики испытательного автомобиля

Масса, приходящаяся на переднюю ось, кг	822,5
Масса, приходящаяся на заднюю ось, кг	551
Общая масса, кг	1373,5
База, мм	2615
Высота центра масс, мм	545,5

испытателя-эксперта, балласта и испытательного оборудования. Автомобиль был забалластирован до 75 кг с целью достижения равномерного распределения нагрузок по бортам для уравнивания массы водителя. Количество топлива в баке поддерживалось в диапазоне 25–28 л. Давление в шинах было выставлено номинальное – 2,2 кгс/м<sup>2</sup>. Высота центра масс была определена по методике полигона НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» (РД 37.052.207-89).

Методика обработки экспериментальных данных и результаты проведенных испытаний

Коэффициент реализуемого сцепления  $\varepsilon$  определяется отношением максимального коэффициента торможения при включенной АБС  $Z_{AL}$  к коэффициенту сцепления  $k_M$  [1]:

$$\varepsilon = \frac{Z_{AL}}{k_M} \quad (1)$$

Коэффициент сцепления  $k_M$  рассчитывается с учетом динамических нагрузок на ось на основании полученных коэффициентов сцепления  $k_f$  и  $k_r$ .

Передний  $k_f$  и задний  $k_r$  коэффициенты сцепления для переднеприводного автомобиля рассчитываются по следующим формулам [1]:

$$k_f = \frac{z_m \cdot P - 0,01 \cdot P_2}{P_1 + \frac{h}{E} \cdot z_m \cdot P} \quad (2)$$

$$k_r = \frac{z_m \cdot P - 0,015 \cdot P_1}{P_2 - \frac{h}{E} \cdot z_m \cdot P} \quad (3)$$

где  $z_m$  – средний минимальный коэффициент торможения;  $P$  – масса автомобиля, кг;  $P_1$  – масса автомобиля, приходящаяся на переднюю ось, кг;

$P_2$  – масса автомобиля, приходящаяся на заднюю ось, кг;  $h$  – высота центра масс, мм;  $E$  – база, мм.

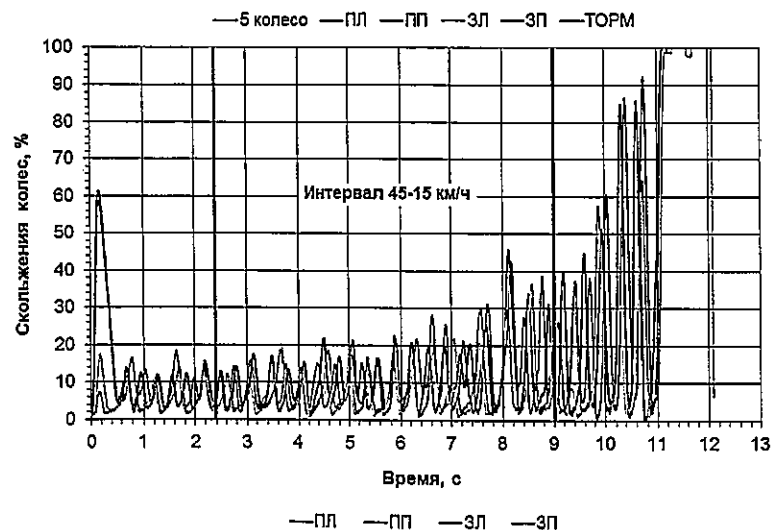
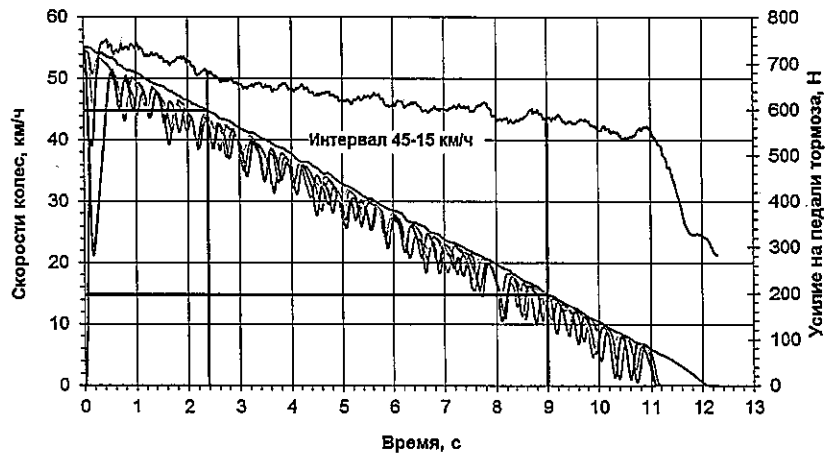
Подробно процедура определения  $Z_{AL}$ ,  $k_f$  и  $k_r$  и  $k_M$  изложена в [1].

Записи параметров движения автомобиля в графическом виде при проведении типовых заездов по определению коэффициентов  $Z_{AL}$ ,  $k_f$ ,  $k_r$  приведены на рис. 1–3. На графиках отображаются окружные скорости каждого из колес, скорость автомобиля по «пятому колесу» и усилие нажатия на педаль тормоза. Также на рис. 1–3 были построены графики изменения во время заезда относительного скольжения затормаживаемых колес, подсчитанного по формуле:

$$S = \frac{V_a - V_k}{V} \quad (4)$$

где  $V_a$  – скорость автомобиля по «пятому колесу», км/ч;  $V_k$  – окружная скорость тормозящего колеса, км/ч.

Частота регулируемого АБС давления в тормозных механизмах колес, определенная по графикам на рис. 1, составила 3,5 Гц. При проведении серии заездов были показаны стабильные результаты времени торможения



5 колесо – скорость автомобиля по системе типа «пятое колесо»; ПЛ, ПП, ЗЛ, ЗП – окружная скорость и скольжение соответственно переднего левого, переднего правого, заднего левого и заднего правого колес; ТОРМ – усилие на педали тормоза

Рис. 1. Торможение с АБС – определение коэффициента  $Z_{AL}$

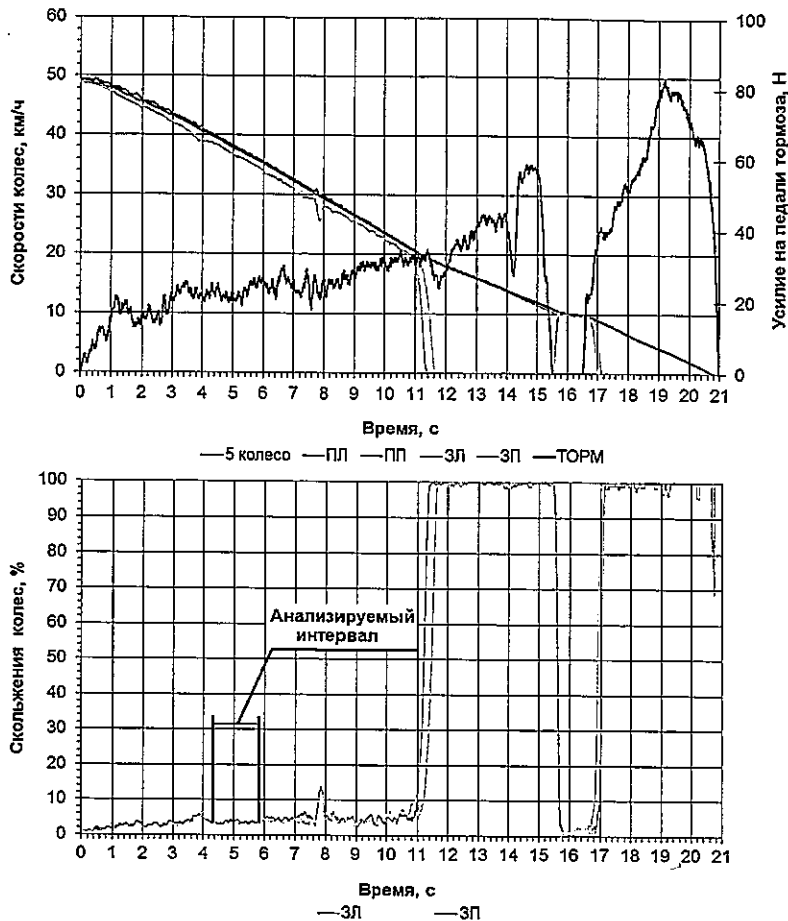


Рис. 2. Торможение задней осью – определение коэффициента  $k_r$

Таблица 3

Результаты испытаний эффективности действия АБС на льду

Коэффициент	$k_f$	$k_r$	$k_M$	$Z_{AL}$	$\epsilon$
Нешипованные шины	0,163	0,179	0,169	0,149	0,88
Шипованные шины	0,210	0,214	0,211	0,171	0,81

в интервале снижения скорости от 45 до 15 км/ч, на основании которых по методике, изложенной в прил. 13 к [1], были определены максимальные коэффициенты торможения с АБС (табл. 3).

Анализ заездов для определения коэффициентов  $k_f$  и  $k_r$  (рис. 2, 3) показал, что при торможениях на льду усилия, прилагаемые к тормозной педали, требуются очень небольшие. Данное обстоятельство значительно затрудняет дозирование тормозного усилия экспертом-испытателем при выполнении соответствующих заездов без блокировки тормозящих колес. При этом, несмотря на большое мастерство экспертов-испытателей, блокировка колес происходит довольно часто, что приводит к частой выбраковке заездов и трудоемкости определения необходимых коэффициентов  $z_m$ .

По методике, описанной в прил. 13 к [1], коэффициент  $z_m$  должен определяться из расчета заданного промежутка времени  $t_m$  для снижения скорости с 40 до 20 км/ч:

$$z_m = \frac{0,566}{t_m} \quad (5)$$

Для увеличения точности и достоверности получения коэффициентов сцепления  $k_f$  и  $k_r$ , методика определения коэффициента торможения  $z_m$  была скорректирована относительно прил. 13 к [1]. Корректировка стала возможной благодаря регистрации во время заезда скоростей вращения колес и построенным на этом основании графиков относительных скольжений. Для получения коэффициентов торможения были рассмотрены следующие участки по всем заездам:

- 1) интервалы с неизменяющимся, одинаковым относительным скольжением обоих тормозящих колес (рис. 2);
- 2) интервалы продолжительностью 0,5 с, центры которых располагаются в точке с одинаковым относительным скольжением обоих тормозящих колес (рис. 3). Продолжительность интервала в 0,5 с установлена экспериментально и представляет собой баланс между точностью определения замедления в исследуемой точке и необходимой точностью расчета замедления для данного интервала.

Анализ этих участков позволяет решить более точно по сравнению с прил. 13 к [1] задачу определения наиболее эффективных условий качения тормозящих колес.

Коэффициент торможения  $z$  для исследуемого интервала определяется по формуле:

$$z = \frac{0,0283(V_2 - V_1)}{t_{yw}} \quad (6)$$

где  $V_1$  – скорость автомобиля в начале исследуемого интервала, км/ч;  $V_2$  – скорость автомобиля в конце исследуемого интервала, км/ч;  $t_{yw}$  – продолжительность участка, с.

Для каждого коэффициента торможения  $z$  необходимо регистрировать относительное скольжение тормозящих колес, при котором он был рассчитан.

Из полученных коэффициентов торможения выбираются три минимальные величины, и подсчитывается как среднее арифметическое средний минимальный коэффициент торможения  $z_m$ . Коэффициенты сцепления  $k_f$  и  $k_r$  рассчитываются по формулам (2)–(3) на основании определенных коэффициентов  $z_m$  для каждой оси. Результаты представлены в табл. 3. Также в табл. 3 представлены результаты испытаний эффективности действия АБС при торможении с нешипованными и шипованными шинами на льду.

Если подсчитать  $k_f$  и  $k_r$  на основании  $z$  для всех участков, то можно получить массив данных коэффициентов сцепления и относительных скольжений, на основании которого можно построить зависимость коэффициента сцепления от скольжения ( $\varphi$ -S-диаграмму) (рис. 4).

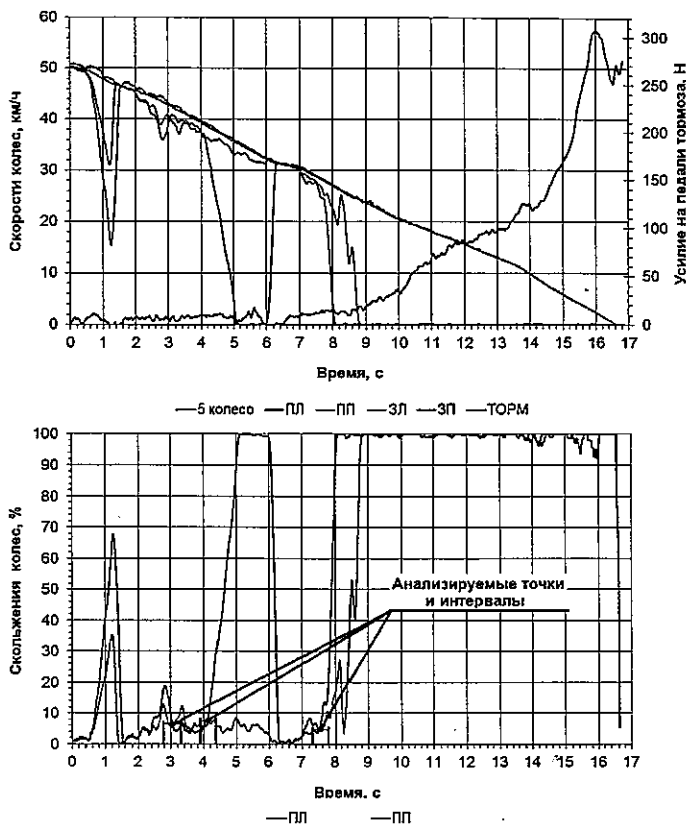


Рис. 3. Торможение передней осью – определение коэффициента  $k_f$

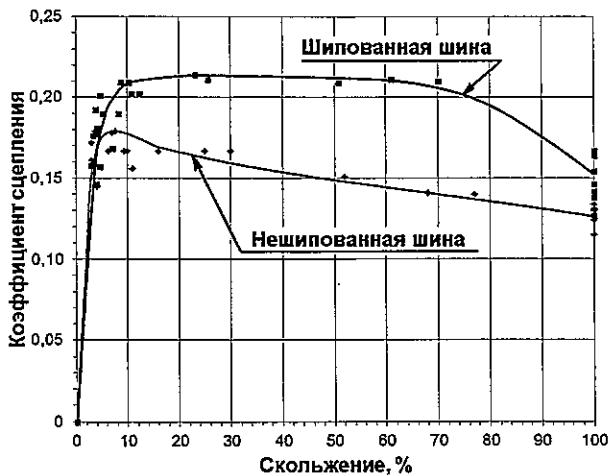


Рис. 4. Зависимости коэффициента сцепления от скольжения ( $\varphi$ -S-диаграммы) на льду для зимних нешипованной и шипованной шин

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для определения коэффициента сцепления при проведении испытаний на эффективность действия АБС был применен новый метод, основанный на анализе скольжений колес при торможении.

Достоинствами разработанного метода являются:

- более точное определение коэффициента сцепления;
- более точное определение коэффициента реализуемого сцепления  $\epsilon$ ;
- определение величины оптимального скольжения, при котором обеспечивается максимальный коэффициент сцепления для каждой оси, – перспектива

совершенствования алгоритмов функционирования систем активной безопасности;

- возможность определения  $\varphi$ -S-диаграммы в дорожных условиях без применения специальных шинных тестеров (в т. ч. и для шипованных шин);
- меньшая трудоемкость проводимых испытаний, связанная с определением наименьшего коэффициента торможения при торможении одной осью (особенно на дорогах с низким коэффициентом сцепления).

К недостаткам примененного метода можно отнести:

- необходимость установки и настройки сложного испытательного оборудования, обеспечивающего высокую точность измерений.

В заключение хотелось бы выразить глубокую признательность директору Центра испытаний НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» (Дмитровского автополигона) Денису Александровичу Загарину за помощь в организации экспериментальных исследований и предоставленную возможность использования инфраструктуры НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ».

### ЛИТЕРАТУРА

1. Правила ЕЭК ООН № 13–09. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий М, N и О в отношении торможения. – Введ. 1996-06-28. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 112 с.
2. Кристальный С. Р. Проблемы эффективности действия антиблокировочных систем автомобилей, оснащенных средствами противоскольжения / С. Р. Кристальный, Н. В. Попов, В. А. Фомичев // Автотранспортное предприятие. – 2012. – № 5. – С. 44–49.
3. Кристальный С. Р. Проблемы функционирования АБС на автомобилях, оснащенных средствами противоскольжения / С. Р. Кристальный, Н. В. Попов, В. А. Фомичев // Вестник МАДИ. – 2012. – № 2 (29). – С. 10–17.
4. Кристальный С. Р. Проблемы эффективности действия антиблокировочных систем автомобилей, оснащенных шипованными шинами / С. Р. Кристальный, Н. В. Попов, В. А. Фомичев // Журнал автомобильных инженеров. – 2012. – № 2 (73). – С. 32–37.
5. Шинный тестер для исследования характеристик шипованных шин / С. Р. Кристальный [и др.] // Вестник МАДИ. – 2013. – № 3 (34). – С. 10–17.
6. Шинные тестеры. Перспектива и альтернатива / С. Р. Кристальный [и др.] // Автотранспортное предприятие. – 2013. – № 9. – С. 37–44.
7. Принцип создания шинного тестера на базе серийного легкового автомобиля / С. Р. Кристальный [и др.] // Журнал автомобильных инженеров. – 2013. – № 5 (82). – С. 38–45.
8. Выбор, подготовка и настройка измерительного и регистрирующего оборудования для проведения испытаний эффективности действия АБС на автомобиле, оснащенный шипованными шинами / С. Р. Кристальный [и др.] // Известия Волгоград. гос. техн. ун-та. Сер.: Наземные транспортные системы. – 2013. – Вып. 7, № 21 (124). – С. 28–38.
9. Легковой автомобиль – шинный тестер / С. Р. Кристальный [и др.] // Автомобильная промышленность. – 2014. – № 1. – С. 34–36.
10. Кристальный С. Р. Проблемы функционирования АБС на автомобилях, оснащенных шипованными шинами / С. Р. Кристальный, Н. В. Попов, В. А. Фомичев // Автомобильная промышленность. – 2012. – № 8. – С. 20–22.
11. Экспериментальная проверка методов оценки эффективности систем динамической стабилизации АТС / А. М. Иванов [и др.] // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 7. – С. 31–33.

