

УДК 656.08

А. В. САРАЕВ

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ИНФОРМАЦИОННОЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ

Разработан аналогово-цифровой комплекс для исследования эксплуатационных свойств автомобиля с современным информационным и метрологическим обеспечением. Определена погрешность каждого измерительного канала, разработана система информационного обеспечения для тарировки измерительных каналов и отображения измеряемых параметров. Все это позволяет исследователю с требуемой точностью и информативностью оценить изменения каждого эксплуатационного параметра как в отдельности, так и в общем, учитывая взаимовлияние различных динамических факторов, действующих на автомобиль в процессе движения. Исследователь получил в руки новый инструмент, который позволяет без каких-либо дополнительных затрат времени и средств в автоматизированном режиме измерить и обработать параметры динамики движения автомобиля. Этот комплекс используется в ХНАДУ для проведения научных исследований, связанных с разработкой новых тормозных аппаратов транспортных средств, в лабораторных целях при обучении студентов и в практических целях при оценке тормозной эффективности и устойчивости транспортных средств применительно к проблемам автотехнической экспертизы.

Ключевые слова: автомобиль, динамика, измерение, комплекс, разработка, информативность, точность.

Введение. Постановка проблемы, и ее связь с последними исследованиями и публикациями

Для исследования эксплуатационных свойств автомобиля используется целая гамма специального оборудования и различные способы получения технической информации. Наиболее известные и востребованные из них - это приборы для оценки динамических свойств автомобиля такие, как «пятое колесо», акселерометр и оптико-электронные приборы. В этих приборах используются разные способы измерения, которые имеют как свои преимущества, так и свои недостатки. Главное преимущество измерительной системы с «пятым колесом» ее невысокая стоимость при высокой точности измерения пройденного пути и скорости движения автомобиля. Существенный недостаток этого способа заключается в устаревшем методе получения и обработки информации в виде аналогового сигнала, который требует дальнейших преобразований и дополнительного анализа [1].

Измерение динамических свойств автомобиля с помощью датчика ускорения (акселерометра) в настоящее время является самым доступным и недорогим способом получения информации [2]. Неоспоримым преимуществом этого способа является прямое измерение величины ускорения с

минимальной погрешностью. Недостатки способа связаны с тем, что другие параметры движения такие, как скорость, пройденный (тормозной) путь, получаемые от датчика ускорения путем интегрирования, рассчитываются с большой погрешностью, поскольку величина ускорения автомобиля постоянно изменяется.

Измерение динамики автомобиля с помощью оптико-электронного датчика является ультрасовременным способом, но и, следовательно, самым дорогим. Стоимость только датчика, измеряющего динамику по одной координате, составляет 6400 EURO, а цена измерительной системы в целом достигает порядка 30000-40000 EURO. Однако такой способ измерения выгодно предусматривает непосредственную обработку полученной информации в цифровом виде на компьютере. Датчик может выполнять измерения с точностью до 0,1 %. Важнейшим преимуществом этого способа измерения является возможность быстрого монтажа приборов системы на автомобиле любого класса. Как отмечают сами создатели, этот способ измерения находится в стадии непрерывного совершенствования [3, 4]. Одна из проблем, которая решается разработчиками этой системы, заключается в необходимости уменьшения погрешности измерения при низких и высоких скоростях движения. Для этого было усовершенствованно программное обеспечение, что

позволило автоматически адаптировать время интегрирования при низких и высоких скоростях. В результате временная задержка не является критической. Однако, если пользователь захочет сравнить данные измерения синхронно с другими данными, временное несоответствие и рассогласование необходимо дополнительно корректировать с помощью программного обеспечения. Это возможно только в случае, если постоянная времени интегрирования выбирается пользователем. При этом временное несоответствие рассогласования будет составлять половину времени интегрирования. Вследствие этого динамический диапазон датчика ограничивается в пределах 2-8 Гц.

Общим недостатком существующих измерительных систем для исследования эксплуатационных свойств автомобиля является недостаточное информационное и метрологическое обеспечение конечного результата измерения [5].

Цель, задачи и методы исследования

Разработать основу для информационного и метрологического обеспечения аналогово-цифрового комплекса для исследования эксплуатационных свойств автомобиля. Для этого определить и рассчитать погрешность каждого измерительного канала. Выбрать форму и последовательность подачи информации по каждому измерительному каналу. Основные методы исследования – это моделирование и расчет параметров движения автомобиля на основе экспериментальных исследований.

Результаты исследования

Измерительный комплекс для исследования эксплуатационных свойств автомобиля, разработанный в Харьковском национальном автомобильно-дорожном университете (ХНАДУ), предназначен для автоматизированного сбора, обработки и отображения параметров, характеризующих процесс изменения динамики автомобиля. Измерительная часть комплекса, установленная на борту автомобиля, функционирует при температуре окружающего воздуха от -20°C до 45°C и относительной влажности воздуха от 5 до 95 % без конденсации влаги. Электропитание комплекса осуществляется от бортовой сети автомобиля напряжением 12 В. Мощность, потребляемая от бортовой сети автомобиля, не более 20 Вт. В состав измерительного комплекса входят: бортовой контроллер, переносной компьютер, комплект кабелей связи, датчики (рис. 1).

В измерительном комплексе используются следующие датчики: датчик измерения скорости от «пятого колеса», датчик измерения расхода топлива, три датчика для измерения ускорений, датчик для измерения усилия, пять датчиков для измерения давления в пневматическом тормозном приводе. Технические характеристики датчиков приведены в таблице 1.

Датчик измерения скорости от прибора «пятое колесо» состоит из зубчатого колеса, закрепленного на оси «пятого колеса», и катушки индуктивности в корпусе, установленной неподвижно на вилке

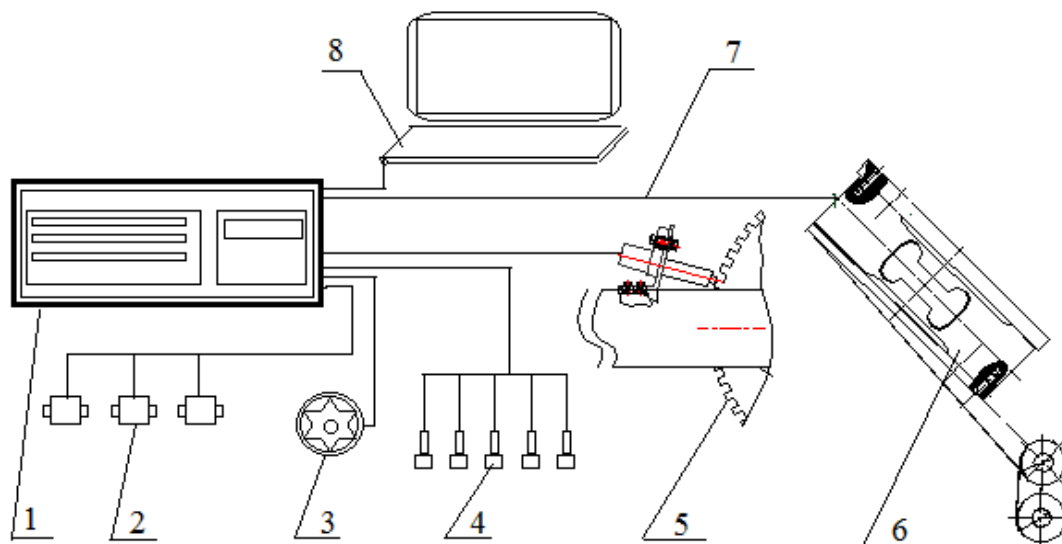


Рис. 1. Измерительный комплекс ХНАДУ для исследования эксплуатационных свойств автомобиля:

- 1 – контроллер; 2 – датчики ускорений; 3 – датчик расхода топлива; 4 – датчики давления; 5 – датчик оборотов; 6 – датчик усилия; 7 – кабели; 8 – переносной компьютер

Таблица 1

Технические характеристики датчиков измерительного комплекса (ХНАДУ)

Характеристики датчиков	Значение
Датчик расхода топлива:	
номинальное напряжение питания	12 В
номинальный коэффициент преобразования	500 имп/л
температурный диапазон эксплуатации	-40...60°C
максимальный потребляемый ток, не более	50 мА
измеряемый расход топлива	0,7...30 л/час
длина линии связи от датчика до контроллера, не более	10 м
Датчик ускорения:	
напряжение питания	4,75...5,25 В
температурный диапазон эксплуатации	-40...85°C
потребляемый ток	0,6...1 мА
чувствительность относительно g	3,2...4,8 %/ g
Датчик усилия:	
диапазон измерения	15...100 кг
класс точности	3000, сертиф.
комбинированная ошибка	0,017 %
входное сопротивление	410±15 Ом
выходное сопротивление	350±5 Ом
Чувствительность	2±10 % мВ/В
температурный диапазон эксплуатации	-20...60°C
класс защиты	IP63
материал конструкции	алюминий
Датчик давления:	
диапазон измерения	0...16 МПа
напряжение питания	4...12 В
сопротивление моста	2,5±0,5 КОм
нелинейность (относительно Uпит)	±2 %
диапазон выходного сигнала	100...200 мВ
начальное значение выходного сигнала	±15 мВ
температурный диапазон эксплуатации	-50...125°C
Датчик оборотов:	
номинальное напряжение питания	12 В
номинальный коэффициент преобразования	60 имп/об
температурный диапазон эксплуатации	-40...60°C
максимальный потребляемый ток, не более	50 мА
длина линии связи от датчика до контроллера, не более	10 м

«пятого колеса». При вращении зубчатого колеса в катушке индуктивности наводится импульсная электродвижущая сила, частота которой пропорциональна угловой скорости колеса. Частота импульсов зависит от числа зубьев зубчатого колеса (в используемом датчике – 60 зубьев).

Для измерения ускорений автомобиля используются датчики ADXL210/AQC фирмы Analog Devices. Это 2-х координатные датчики с пределом измерений ±10 g (g – ускорение свободного падения) и цифровым выходом в формате широтно-импульсной модуляции. Датчики рассчитаны для использования как для измерения динамического ускорения (вибрация), так и для статического уско-

рения (сила тяжести). Датчики установлены на специальную плату с усилителем и помещены в пластмассовый корпус.

Измерение усилия на тормозной педали производится с помощью тензопреобразователя типа AG фирмы SCAME. Принцип действия датчика следующий: под действием усилия, прилагаемого на тормозную педаль, мембрана датчика прогибается, тензорезисторы меняют свое сопротивление, что приводит к разбалансу моста Уинстона. Разбаланс пропорционален измеряемому усилию.

Измерение давления воздуха в тормозных магистралах производится с помощью тензопреобразователей серии MD11V. Принцип действия датчика

следующий: под действием давления измеряемой среды сапфино-титановая мембрана датчика прогибается, тензорезисторы меняют свое сопротивление, что приводит к разбалансу моста Уинстона. Разбаланс пропорционален измеряемому давлению.

Чтобы обеспечить необходимую точность измерительных каналов, предусмотрена их настройка, которая осуществляется программно в автоматизированном режиме. Для этого в информационном обеспечении комплекса существует окно «Установки аналоговых параметров» для каналов датчиков усилия и давления (рис. 2), и окно "Аппаратура" для калибровки и настройки каналов датчиков ускорения, оборотов колеса и расхода топлива (рис. 3 и 4).

При настройке аналоговых параметров в соответствующем окне отображается следующая информация: условное обозначение сигнала в программе, верхнее значение шкалы, нижнее значение шкалы, коэффициент тензодатчика. Для коррекции необходимо выбрать изменяемый параметр сигнала, и ввести его новое значение.

Калибровка акселерометров производится в окне «аппаратура», в следующем порядке:

– акселерометр устанавливается в положение +g для нужной оси, и после установления значения в окнах “t” и “T” необходимо нажать кнопку “Ok”;

– повторить те же действия для положения – g;
– нажать кнопку с изображением калькулятора для расчета калибровочного коэффициента.

В этом же окне производится настройка импульсных каналов от датчика оборотов (где можно задавать радиус качения в приборе «пятое колесо») и датчика расхода топлива (где можно корректировать количество импульсов на литр).

Помимо того, что измерительный комплекс фиксирует, запоминает и воспроизводит огромный массив информации в цифровом и графическом виде, также комплекс имеет аналитическую программу «Просмотр и построение функций» (рис. 5).

В окне аналитической программы находятся следующие элементы:

- рабочее поле для построения графиков и функций;
- в верхней части информация о выбранном испытании и базе данных;
- справа и слева расположены переключатели для выбора графиков и функций;
- внизу находятся элементы для управления режимами визуализации и панель с расчетными значениями для полученной тормозной диаграммы в автоматическом режиме;
- в окнах «X» «Y» индицируются значение параметра и время для данной точки.

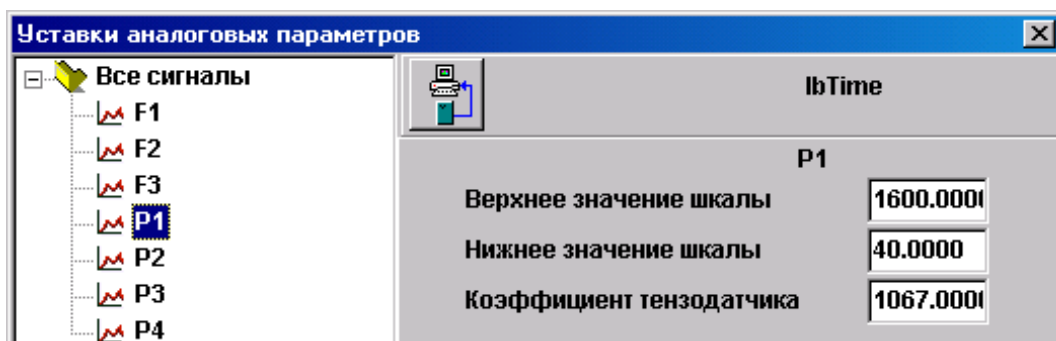


Рис. 2. Окно настройки аналоговых сигналов от датчиков давления и усилия

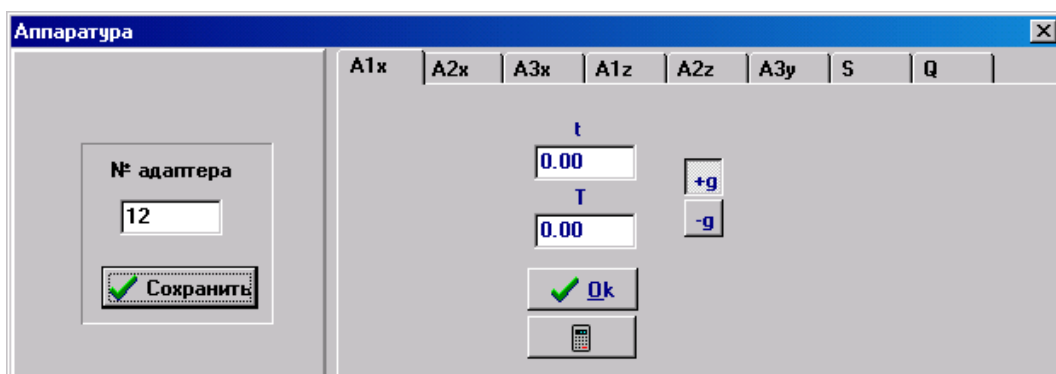


Рис. 3. Окно тарировки и настройки измерительных каналов акселерометров

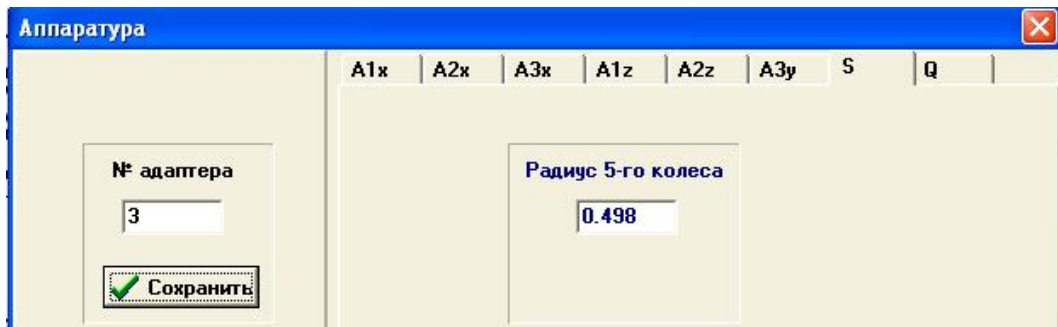


Рис. 4. Окно тарировки и настройки измерительного канала пройденного пути от «пятого колеса»

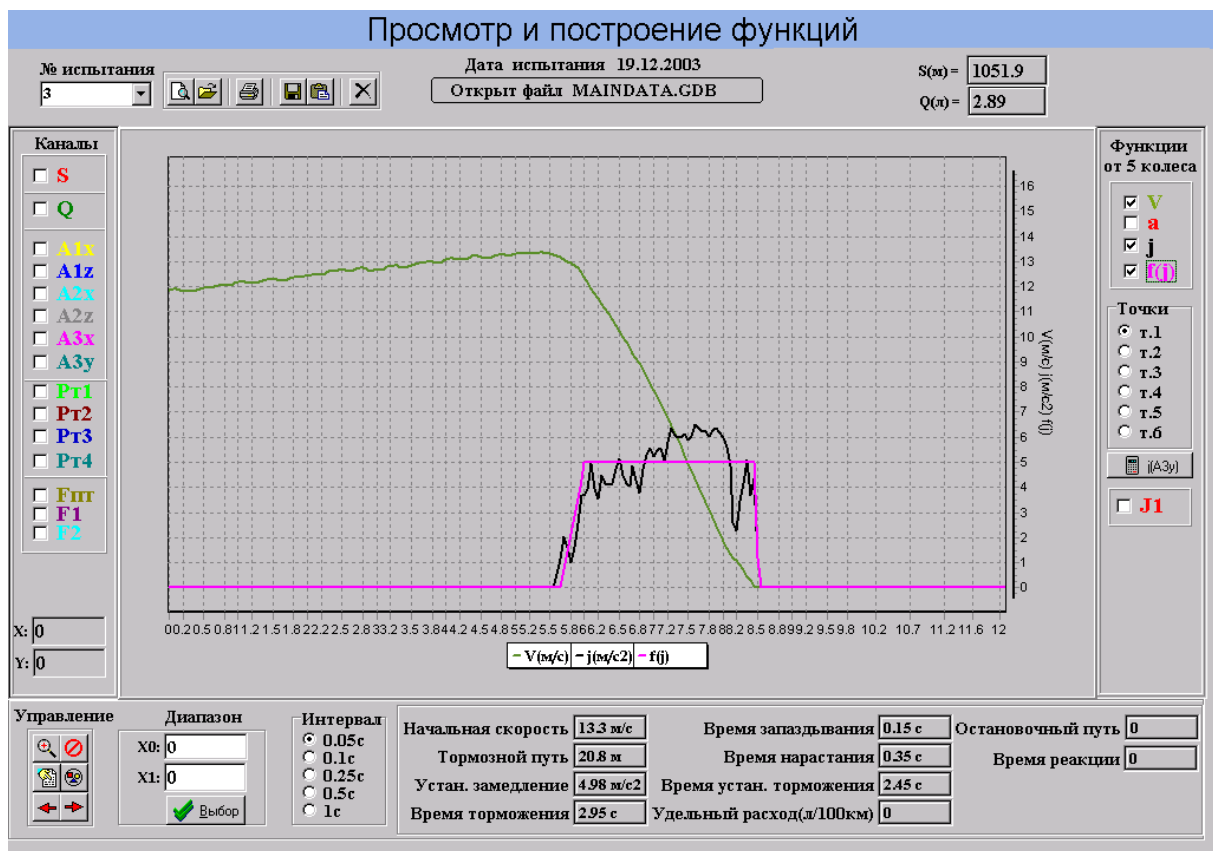


Рис. 5. Окно аналитической программы «Просмотр и построение функций»

Особенностью данного измерительного комплекса является то, что аналитическая программа способна получить два результата измерения такой ключевой величины, как ускорения (замедления) движения автомобиля. Все это направлено на повышение информативности и точности измерения динамики автомобиля в целом.

В разработанном аналогово-цифровом измерительном комплексе ХНАДУ погрешность измерения интервалов времени составляет 0,1 % от измеренной величины. Эта погрешность обусловлена неста-

бильностью частоты задающего генератора контроллера и учитывается при расчете погрешностей определяемых величин.

Погрешность измерения пути определяется двумя характеристиками - погрешностью метода и средств измерения. Выбранный метод измерения основывается на подсчете количества зубьев, которые прошли мимо датчика импульсов. За один оборот зубчатого колеса, что эквивалентно одному обороту «пятого колеса», проходит 60 зубьев. Динамический радиус колеса составляет 0,249 м. За один

оборот колеса проходит путь 1,564 м. За один зуб путь колеса составляет 0,026 м. Из этого следует, что при выбранном методе точнее, чем $\pm 0,026$ м пройденный путь измерить невозможно.

К характеристике метода также относится округление результатов измерения. При выбранном округлении до 0,1 м погрешность составляет $\pm 0,05$ м.

Погрешность подсчета импульсов составляет ± 1 импульс, что соответствует $\pm 0,026$ м.

Погрешность, связанная с неточностью изготовления механической части устройства «пятое колесо», вызвана наличием допустимого люфта и отклонениями в геометрии зубьев датчика оборотов. Это сказывается при скоростях движения автомобиля менее 1,5 м/с, когда слабо генерируемые импульсы не учитываются. Кроме того, в пределах малых скоростей при наложении вибрации наблюдается нечеткое прохождение кромки зуба мимо датчика, так называемое явление дробления импульса. Если даже предположить, что относительная погрешность на участке движения со скоростью менее 1,5 м/с будет составлять 100 %, то абсолютная погрешность при этом составит всего $\pm 0,225$ м.

Дополнительно учитывается погрешность, обусловленная неровностью дороги, непостоянством касания колеса с дорогой, изменениями радиуса колеса. При выполненных испытаниях на мерном участке длиной 200 м максимальное значение этой погрешности не превышает 1 % пройденного пути.

С учетом всего выше сказанного величина абсолютной погрешности, независящая от пройденного пути, составит

$$\Delta = \sqrt{0,026^2 + 0,05^2 + 0,026^2 + 0,225^2} = 0,23 \text{ м.}$$

Величина относительной погрешности, зависящей от пройденного пути

$$\sigma = \sqrt{0,1^2 + 1^2} = 1,05 \text{ \%}.$$

Результирующая абсолютная погрешность от всего пройденного пути составит в метрах

$$\Delta_R = \sigma \cdot \frac{S}{100} + \Delta = 0,0105 \cdot S + 0,23, \quad (1)$$

где σ - относительная погрешность, %;

S - пройденный путь, м;

Δ - абсолютная погрешность.

Результирующая относительная погрешность от всего пройденного пути

$$\sigma_R = \frac{\Delta_R}{S} \cdot 100 = \left(0,0105 + \frac{0,23}{S}\right) \cdot 100 \text{ \%}, \quad (2)$$

где Δ_R - результирующая абсолютная погрешность от всего пройденного пути, м.

Метод измерения скорости движения основывается на заполнении промежутка между импульсами датчика импульсами стандартной частоты 8 МГц. Погрешность такого метода измерения при длине участка пути 0,026 м, который эквивалентен расстоянию между двумя импульсами датчика, составит

$$\sigma = \frac{V_a}{l_z \cdot f} \cdot 100 \text{ \%}, \quad (3)$$

где V_a - скорость движения автомобиля, м/с;

l_z - участок пути, эквивалентный расстоянию между двумя импульсами датчика оборотов, м;

f - частота импульса, МГц.

При максимальной скорости испытаний 25 м/с относительная погрешность метода составит

$$\sigma = \frac{25}{26 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^6} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ \%}.$$

При выбранном округлении до 0,1 м/с погрешность скорости движения составляет $\pm 0,05$ м/с.

По аналогии с определением погрешности пройденного пути, погрешность от неровности дороги, непостоянства касания колеса с дорогой, изменения радиуса колеса при определении скорости составит 1 %. Тогда относительная погрешность измерения скорости будет

$$\sigma = \sqrt{0,012^2 + 0,1^2 + 1^2} = \sqrt{11025} \cdot 10^{-2} \approx 1 \text{ \%}.$$

Абсолютная погрешность измерения скорости равняется

$$\Delta_V = \sigma \cdot \frac{V_a}{100} + \Delta = 0,01 \cdot V_a + 0,05. \quad (4)$$

Данная погрешность справедлива при скоростях превышающих 1,5 м/с.

Измерение ускорения (замедления) при использовании прибора «пятое колесо» определяется аналитически по формуле

$$a = \frac{V_{t+\Delta t} - V_t}{\Delta t}.$$

Поэтому предельное значение относительной погрешности будет равняться сумме погрешностей всех трех участвующих в расчете величин (времени, начальной скорости, конечной скорости)

$$\sigma = 1 + 1 + 0,1 = 2,1 \%$$

Данная погрешность справедлива при скоростях превышающих 1,5 м/с.

Точность измерения ускорения (замедления) от электронных датчиков зависит от ряда факторов. Составляющие погрешности датчика ADXL202: нелинейность 0,2 %; температурный дрейф $\pm 0,03$ % на 10 С; дрейф нуля $\pm 0,04$ % на 10 С.

Относительная погрешность измерения с помощью датчика составит

$$\sigma = \sqrt{0,2^2 + 0,6^2 + 0,8^2} = 1,02 \%$$

Абсолютная погрешность при использовании датчика ADXL202, где $a_{\max} = 2g$ м/с²

$$\Delta a = a_{\max} \cdot \frac{\sigma}{100} = 0,2 \text{ м/с}^2 \quad (6)$$

Измерение усилия на педали тормоза осуществляется датчиком с характеристикой: общая погрешность согласно паспорту 0,017 %; дрейф чувствительности 0,014/100 С или 0,028/200 С. «Дрейф нуля» 0,028 %/100 С или 0,056/200 С. Составляющие погрешности контроллера: по стабилизации питания датчика 0,2 %; по измерению выходного сигнала датчика 0,2 %. Как отмечалось выше, при измерении аналоговых сигналов безразмерный коэффициент, учитывающий непостоянство переходного сопротивления контактов подключающих проводов, принимается 1,1.

Результирующая погрешность для канала измерения усилия составит

$$\sigma = 1,1 \cdot \sqrt{0,2^2 + 0,2^2 + 0,017^2 + 0,028^2 + 0,056^2} = 0,33 \%$$

Определение погрешности расхода топлива выполнено экспериментально с использованием 2-х мерных емкостей, абсолютная погрешность которых составляет ± 2 мл и ± 20 мл. Экспериментально установлено, что относительная погрешность канала измерения расхода топлива не превышает 2 %.

Согласно существующим нормативам погрешность измерения не должна превышать при определении тормозного пути $\pm 1,5$ %, начальной скорости торможения $\pm 1,5$ %, замедления $\pm 4,0$ %.

Выводы, новизна, теоретическое и практическое значение исследования

Разработан аналогово-цифровой комплекс для исследования эксплуатационных свойств автомобиля с современным информационным и метрологическим обеспечением. Система информационного обеспечения имеет функцию тарифовки и настройки измерительных каналов. Это позволило снизить погрешность измерения интервалов времени до 0,1 %, пройденного пути до 1,05 %, скорости движения до 1 %, ускорения или замедления до 1,02 % (от датчика ускорения) и до 2,1 % (от прибора «пятое колесо»), давления в тормозной системе до 1,16 %, усилия на тормозной педали до 0,33 %. В целом это позволяет исследователю с требуемой точностью и информативностью оценить изменения каждого эксплуатационного параметра как в отдельности, так и в общем, учитывая взаимовлияние различных динамических факторов, действующих на автомобиль в процессе движения. Благодаря усовершенствованному информационному и метрологическому обеспечению разработанный комплекс успешно используется в Харьковском национальном автомобильно-дорожном университете для проведения научных исследований, связанных с разработкой новых тормозных аппаратов транспортных средств, в лабораторных целях при обучении студентов и в практических целях при оценке тормозной эффективности и устойчивости транспортных средств применительно к проблемам автотехнической экспертизы.

Перспективы дальнейших научных разработок в данном направлении

Аналогово-цифровой измерительный комплекс для исследования эксплуатационных свойств автомобиля имеет целый ряд резервных каналов измерения и является прототипом для дальнейшего совершенствования подобных систем применительно к автомобильной тематике. Комплекс сочетает в себе несколько способов получения информации. При исследовании тормозной динамики транспортного средства разные способы измерения дублируют друг друга, что делает процесс измерения более объективным и многогранным, поскольку можно проанализировать одни и те же параметры, но полученными разными способом. Наилучший результат может быть достигнут, когда в одном измерительном комплексе будут объединены все имеющиеся способы получения информации для каждого исследуемого параметра с учетом совершенствования современных технологий получения, хранения и передачи информации.

Литература

1. Раков, А. В. Исследования рабочего процесса измерительного колеса для определения пройденного пути и скорости движения автомобиля с целью выработки рекомендаций по его проектированию [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.03 / Раков А. В. ; МГТУ им. Н. Е. Баумана ; ПО ЗИЛ. – Москва, 1988. – 22 с.

2. Исследование динамических нагрузок, действующих на несущую систему гоночного автомобиля, в процессе соревнований [Текст] / А. Н. Туренко, С. Я. Ходырев, И. Г. Шепеленко, А. В. Ужва // Автомобильный транспорт : сб. науч. тр. / М-во образования и науки Украины, Харьковский нац. автомобильно-дорожный ун-т «ХАДИ». – Харьков, 2002. – Вып. 10. – С. 5–9.

3. Каталог продукции фирмы CORRSYS-DATRON GmbH [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sensorika.com/content/section/4/74/>. – 12.05.2014.

4. Клименко, В. И. Совершенствование измерительного комплекса для исследования эксплуатационных свойств автомобиля [Текст] / В. И. Клименко, А. В. Сараев // Автомобильный транспорт : сб. науч. тр. / М-во образования и науки Украины, Харьковский нац. автомобильно-дорожный ун-т «ХАДИ». – Х., 2003. – Вып. 13. – С. 206–209.

5. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП: підручник для ВНЗ : [Текст] / А. М. Туренко, В. І. Клименко, О. В. Сараєв, С. В. Данець. – Х. : ХНАДУ, 2013. – 320 с.

Поступила в редакцію 12.05.2014, рассмотрена на редколлегии 19.05.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. информационных технологий и мехатроники О. Я. Никонов, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина.

ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЯ

О. В. Сараєв

Розроблено аналогово-цифровий комплекс для дослідження експлуатаційних властивостей автомобіля із сучасним інформаційним і метрологічним забезпеченням. Визначено погрішність кожного вимірювального каналу, розроблено систему інформаційного забезпечення для налаштування вимірювальних каналів і відображення вимірюваних параметрів. Все це дозволяє дослідникові з необхідною точністю й інформативністю оцінити зміни кожного експлуатаційного параметра як окремо, так і загалом, з огляду на взаємовплив різних динамічних факторів, що діють на автомобіль у процесі руху. Дослідник одержав у руки новий інструмент, що дозволяє без жодних додаткових витрат часу й коштів в автоматизованому режимі виміряти й обробити параметри динаміки руху автомобіля. Цей комплекс використовується в ХНАДУ для проведення наукових досліджень, пов'язаних з розробкою нових гальмових апаратів транспортних засобів, у лабораторних цілях при навчанні студентів і в практичних цілях при оцінці гальмової ефективності й стабільності руху транспортних засобів стосовно до проблем автотехнічної експертизи.

Ключові слова: автомобіль, динаміка, вимір, комплекс, розробка, інформативність, точність.

INFORMATIONAL AND METROLOGICAL METHODS TO SUPPORT THE ANALOGUE AND DIGITAL DATA ACQUISITION SYSTEM AIMED AT INVESTIGATION OF THE AUTOMOBILE OPERATIONAL CHARACTERISTICS

O. V. Sarayev

In this study, an analogue-digital data acquisition system, supported by the modern informational and metrological methods, aimed at the investigation of the automobile operational characteristics, was developed. An error of each measuring channel was determined. The informational methods to support the calibration of the measuring channels and to monitor the measured parameters were developed. All this allows a researcher to estimate variations of each operational parameter both separately and in general, taking into account the interference of various dynamical factors affecting the automobile during its motion. The researcher obtained a new tool that allows to measure and process the automobile motion dynamics parameters in an automated mode with no extra time and efforts. This system was used at KhNAHU to conduct research aimed at the development of new braking devices for automobiles, to train students, and for practical purposes, to estimate the automobile braking efficiency and stability related to the problems of autotechnical expertise.

Keywords: automobile, dynamics, measurement, data acquisition system, development, informativeness, accuracy.

Сараєв Алексей Викторович – канд. техн. наук, доцент, декан автомобільного факультета Харківського національного автомобільно-дорожного університету, Україна.