

## ПРОБЛЕМЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 625.72

### ОБ АЛГОРИТМЕ-СТОРОЖЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Д.Н. Леонтьев, доц., с.н.с., к.т.н., А.Н. Красюк, ассист., к.т.н.,  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

*Аннотация.* Проанализирована научно-техническая литература, определяющая требования к системам контроля выходных параметров движения транспортного средства. Описан разработанный алгоритм-сторож системы контроля, позволяющий на стадии съема информации с датчика выявить ложность получаемого сигнала.

*Ключевые слова:* алгоритм, автоматическая система, система контроля, выходные параметры движения, тормозной путь, установившееся замедление, фиксация движения, черный ящик, регистратор, самописец.

### ПРО АЛГОРИТМ-СТОРОЖ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Д.М. Леонтьев, доц., с.н.с., к.т.н., О.М. Красюк, ассист., к.т.н.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Проаналізовано науково-технічну літературу, яка визначає вимоги до систем контролю вихідних параметрів руху транспортного засобу. Описано розроблений алгоритм-сторож системи контролю, що дозволяє на стадії отримання інформації з датчика виявити хибність одержуваного сигналу.

*Ключові слова:* алгоритм, автоматична система, система контролю, вихідні параметри руху, гальмівний шлях, стале уповільнення, фіксація руху, чорна скринька, реєстратор, самописець.

### ABOUT THE ALGORITHM-KEEPER OF THE VEHICLE MOVEMENT OUTPUT PARAMETERS MONITORING SYSTEM

D. Leontiev, Sr. Researcher, Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng.),  
A. Krasnyuk, T. Asst., Cand. Sc. (Eng.),  
Kharkiv National Automobile and Highway University

*Abstract.* Scientific and technical literature, which makes it possible to determine the requirements to the monitoring systems of the vehicle movement output parameters, is analyzed. The developed algorithm - keeper of the vehicle output parameters monitoring system, which makes it possible to detect the fallacy signal on the stage of obtaining the information from the sensor, is described.

*Key words:* algorithm, automatic, control system, output parameters of movement, braking distance, steady state deceleration, movement fixing, black box, recorder, chart recorder.

#### Введение

Увеличение автомобильного парка ведущих стран мира за последние 10 лет оказало су-

щественное влияние на безопасность дорожного движения. Несмотря на активное внедрение в тормозное управление транспортных средств (ТС) электронных систем, повыша-

ющих активную безопасность, количество дорожно-транспортных происшествий на дорогах не становится меньше. Причина самая простая – водители не чувствуют ответственности управляя своим транспортным средством. Но эта проблема решаема: достаточно оснастить транспортные средства регистратором параметров его движения (черным ящиком), и в некоторых странах работа в этом направлении уже ведется (на сегодняшний день только США ведет работы на государственном уровне по узакониванию так называемых «систем фиксации параметров движения автомобиля»).

### Цель и постановка задачи

Работа посвящена повышению качества работы системы фиксации параметров движения автомобиля за счет увеличения достоверности фиксируемых параметров. Для однозначного понимания читателем сущности дальнейших рассуждений и толкований в данной публикации необходимо определиться с используемой терминологией.

Так, в данной статье под термином «алгоритм» понимается преемственная последовательность действий, выполнение которой позволяет достичь определенных целей. Также алгоритмом называется описание такой последовательности действий.

Очевидно, что для получения достоверной информации с измерительных устройств и фиксации их в памяти системы сбора и хранения данных необходимо решить задачу отсеивания ложных сигналов на стадии получения информации.

### Анализ публикаций

Основной причиной, по которой на все автомобили в мире не устанавливается система фиксации его параметров движения, является достоверность результатов фиксации [1–4], хотя на сегодняшний день изучено большинство физических явлений, протекающих при движении транспортного средства [5–11]. Достоверность фиксации параметров существенно зависит от алгоритма работы системы в целом [12] или алгоритма обработки сигналов, поступающих с датчиков, фиксирующих параметры движения автомобиля (скорость, ускорение, угол поворота и т.п.).

### Материалы исследования

Известно, что существуют алгоритмы трех типов: программный, алгоритм на основе включения потока текущей информации в память и алгоритм с защитой памяти от накопления недостоверной информации. Алгоритм третьего типа обладает наивысшей помехоустойчивостью, как по отношению к высокочастотным помехам среды, так и к собственным шумам системы (рис. 1) [13]. Для обеспечения устойчивости работы алгоритма системы контроля выходных параметров движения транспортного средства применительно к каждому из отдельных алгоритмов системы наиболее рационально использовать тип алгоритма с защитой памяти от накопления недостоверной информации.

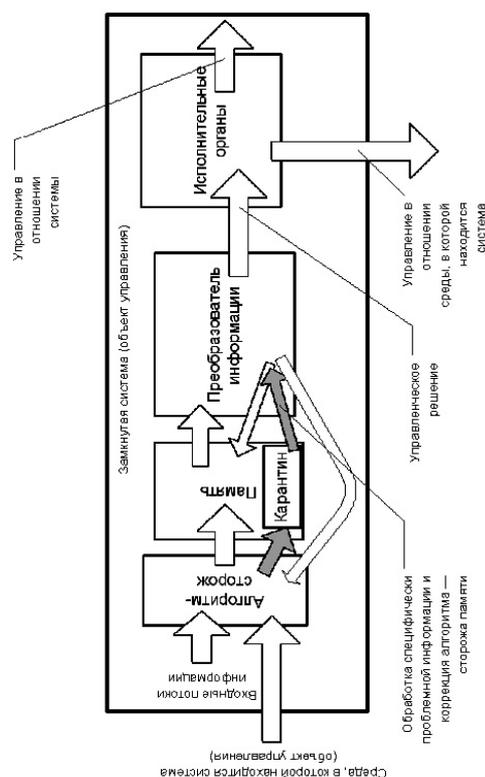


Рис. 1. Принципиальная схема алгоритма с защитой памяти от накопления недостоверной информации [13]

Это достигается за счет использования алгоритма-сторожа, который позволяет перед загрузкой в память входного потока информации выявлять недостоверную и сомнительную информацию (различные виды ошибок, сбоев, которые могут возникнуть при воздействии различных факторов на датчики), для того чтобы выработка управленческого решения исходила бы только на основе информации, признанной достоверной.

В качестве входной информации может служить, например, текущее значение времени прохождения двух зубьев кодового колеса мимо датчика частоты вращения, или величина напряжения с датчика положения педали тормоза или другого датчика (температуры, давления и т.д.).

Использование алгоритма-сторожа – очень важный момент, т.к. ошибочный сигнал с датчика может привести к выдаче ошибочного управленческого решения и, соответственно, это может привести, в общем случае, к снижению качества работы системы.

Возьмем для дальнейшего анализа самый сложный случай фиксации движения – процесс затормаживания автомобильного колеса. Вследствие быстроты протекания процесса блокирования колеса для достоверной фиксации данных о его движении необходимо, чтобы при каждом прохождении зуба кодового колеса мимо датчика частоты вращения была известна его текущая скорость. На практике же не всегда ее можно зафиксировать, поскольку временные параметры протекающих процессов оказывают существенное влияние на значение скорости. Ошибки, возникающие при регистрации скорости вращения автомобильного колеса, могут дать неверную картину состояния движения, а значит, снижают качество работы системы. В системах регулирования тормозного усилия для повышения качества управления стремятся повысить быстродействие исполнительных устройств (модуляторов давления), тем самым компенсируя задержку при определении текущего мгновенного значения скорости вращения колеса, чего невозможно сделать в системах фиксации параметров движения транспортного средства. Таким образом, для обеспечения высокого качества процесса фиксации скорости вращения автомобильного колеса необходимо, чтобы при каждом прохождении зуба кодового колеса мимо датчика скорости было установлено значение скорости, даже если датчик фиксирует ложное (ошибочное) значение скорости.

Ввиду отсутствия описания подобных алгоритмов применительно к определению текущего значения скорости колеса, был разработан алгоритм-сторож, который работает следующим образом. Каждый раз при получении нового значения времени прохождения зуба кодового колеса мимо датчика частоты вращения оно сравнивается с предыдущим, и

его величина не должна отличаться от предыдущего более чем на 30 % (установлено на основе экспериментальных исследований [13]), то есть проверяется следующее условие:

$$t_i \leq 1,3 \cdot t_{i-1}, \quad (1)$$

где  $t_i$  – значение текущего времени, мс;  $t_{i-1}$  – значение предыдущего времени, мс.

В случае выполнения условия в память заносится знак разницы двух времен  $t_{i-1}$  и  $t_i$ ; отрицательный знак означает, что колесо затормаживается, положительный – колесо разгоняется. Если условие (1) не выполняется, тогда в память заносится значение времени  $t_i'$ , равное условию (1)

$$t_i' = 1,3 \cdot t_{i-1}. \quad (2)$$

При этом знак разницы времен используется как в предыдущем измерении.

На основе временных параметров, геометрических параметров автомобильного колеса и кодового колеса не сложно перейти непосредственно к определению линейной скорости перемещения оси колеса по уравнению

$$V \approx \frac{22,62 \cdot 10^6 \cdot r_d}{N \cdot t_i}, \quad (3)$$

где  $22,62 \cdot 10^6$  – коэффициент, который учитывает параметры колеса и переводит физическую величину скорость ( $V$ ) в размерность – км/ч;  $r_d$  – динамический радиус колеса, м;  $N$  – количество зубьев кодового колеса, шт.

Следует также отметить, что ошибки не должны бесследно стираться из памяти, наоборот – они должны храниться в памяти системы, в отдельной ее ячейке, именуемой «карантин». На основе информации, хранящейся в карантине, может быть произведена диагностика системы и выявлена причина сбоя в ее работе. В случае, если количество ошибок превысит заданный параметр, должно быть осуществлено визуальное или звуковое информирование водителя или спутниковой системы слежения предприятия о возможной неисправности в бортовой системе эксплуатируемого транспортного средства.

### Выводы

Алгоритм-сторож – очень важный компонент системы фиксации параметров движения транспортного средства, поскольку от качества его работы будет зависеть управляющее решение про запись выходного параметра движения транспортного средства как истинного значения.

Разработанный алгоритм-сторож позволяет повысить качество работы системы фиксации параметров движения транспортного средства, благодаря введению виртуального значения времени  $t'_i$  при фиксации ложного (ошибочного) значения скорости датчиком частоты вращения колеса.

### Литература

1. Леонтьев Д.Н. Усовершенствованный алгоритм управления АБС / Д.Н. Леонтьев // Автомобильная промышленность: научно-техн. журнал. – 2010. – Вып. 9. – С. 25–28.
2. Система автоматического регулирования и практическая реализация алгоритма управления их исполнительными механизмами / Д.Н. Леонтьев, С.И. Ломака, Л.А. Рыжих и др. // Вестник НТУ «ХПИ». – 2009. – Вып. 47. – С. 9–18.
3. Леонтьев Д.Н. Системы контроля выходных параметров движения наземных транспортных средств / Д.Н. Леонтьев, Л.А. Рыжих, В.И. Клименко // Тезисы докладов. – Х.: ХАИ, 2016. – С. 144.
4. Клец Д.М. Метод повышения точности обработки данных, полученных в ходе испытания мобильных машин, с помощью фильтра Баттерворта / Д.М. Клец // Вестник национального технического университета «ХПИ». – 2012. – Вып. 60. – С. 98–104.
5. Методы расчета реализуемого коэффициента сцепления при качении колеса в тормозном режиме / А.Н. Туренко, С.И. Ломака, Л.А. Рыжих и др. // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 27. – С. 7–12.
6. Леонтьев Д.Н. Определение продольной реализуемой силы сцепления автомобильного колеса с опорной поверхностью по крутильной деформации шины и ее жесткости / Д.Н. Леонтьев, Л.А. Рыжих, А.В. Быкадоров // Автомобильная промышленность: научно-технический журнал. – 2014. – Вып. 10. – 40 с.
7. Леонтьев Д. Про спосіб визначення уповільнення багатовісного автомобіля на основі зчеплень, що реалізуються його колесами та розташування координати центра ваги. Тези доповідей / Д. Леонтьєв. – Львів, 2016. – 112 с.
8. Тормозные свойства транспортных средств. Методы испытаний: ОСТ 37.001.067-86 [Введен впервые 01.01.1986 г.]. – М.: Минавтопром, 1986. – 62 с.
9. Иларионов В.А. Анализ тормозной динамики автобуса / В.А. Иларионов, И.К. Пчелин // Труды ВКЭИавтобусапрома. – Львов, 1975. – С. 95–110.
10. К методике анализа и выбора распределения тормозных сил между осями автомобиля с учетом требований правил №13 ЕЭК ООН / Д.Н. Леонтьев, А.Н. Туренко, В.И. Клименко и др. // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2011. – Вып. 29. – С. 29–36.
11. Леонтьев Д.Н. Системный подход к созданию автоматизированного тормозного управления транспортных средств категорий  $M_3$  и  $N_3$ : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук: 05.22.02 «Автомобили и тракторы» / Дмитрий Николаевич Леонтьев. – Х., 2011. – 20 с.
12. Леонтьев Д.Н. Влияние алгоритмов работы автоматических систем на эффективность торможения транспортного средства / Д.Н. Леонтьев // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2013. – Вып. 61–62. – С. 158–161.
13. Леонтьев Д.Н. Реализация интеллектуальных функций в электронно-пневматическом тормозном управлении транспортного средства: монография / Д.Н. Леонтьев, А.Н. Туренко, В.А. Богомолов и др. – 2-е изд., дополн. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 450 с.

Рецензент: С.Н. Шуклинов, профессор, к.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 26 июля 2016 г.