

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТИЛЯ ВОЖДЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ СТРАХОВОЙ ТЕЛЕМАТИКИ

**А. С. Воронов, А. С. Воронов, Н. Н. Калигин**  
ОАО «МКБ Компас»,  
г. Москва

В статье рассматриваются методы обработки данных, используемые в интеллектуальных системах страховой телематики, позволяющие определить стиль вождения водителя.

**Ключевые слова:** страховая телематика, стиль вождения автомобиля, акселерометр, LMS, ASI.

Автомобиль в наши дни стал элементом массового рынка. Такое средство передвижения, как личный автотранспорт становится всё более и более доступным, что приводит к увеличению числа ДТП. Это, в свою очередь, приводит к росту рынка услуг страховых компаний. Речь идет не только об обязательном страховании автогражданской ответственности, но и о добровольном страховании. В независимости от того, кто виноват в аварии, все участники ДТП заинтересованы в том, чтобы снять с себя ответственность за происшедшее и перенести бремя выплат на страховую компанию другого участника. Это приводит к тому, что показания участников аварии кардинально разнятся и для принятия объективного решения сотрудникам дорожной инспекции приходится применять массу различных технических методов. Для страховых компаний ситуация усугубляется, т.к. необходимо не только произвести экспертизу по факту одного конкретного ДТП, но и выявить статистические закономерности, позволяющие оценить риск попадания в ДТП каждого водителя в зависимости от его стиля вождения. От этой оценки напрямую зависит прибыль страховой компании и стоимость страхового полиса для водителя. К сожалению, в данный момент времени для страховых компаний единственным объективным показателем, характеризующим стиль вождения, является частота попаданий в ДТП за некоторый период времени. Часто при оценке стиля вождения не учитывается даже виновность водителя, любое участие в ДТП оценивается как дополнительный риск и приводит к увеличению стоимости услуг страхования. Страховая телематика – это новое для России направление работы страховых компа-

ний, дающее хорошую альтернативу традиционным методам и позволяющее с помощью набора технических средств определить стиль вождения водителя и, следовательно, вероятность его попадания в ДТП.

Рассмотрим кратко существующие методы анализа ДТП, являющиеся основой оценки страховых рисков. В 60-е годы с первой волной распространения автотранспорта в СССР были выработаны методики определения виновного в ДТП. На основании методики В.А. Иларионова, разработанной в это время, до сих пор устанавливают виновного эксперты-трассологи. Стоит отметить, что данные методы технически устарели, но продолжают использоваться. Методика основана на исследовании следов торможения, которые сейчас отличаются от эталонных из-за присутствия в машине антиблокировочной системы.

Кроме сведений о следах в методике учитываются и другие объективные данные. Это данные о расположении разлившихся жидкостей; информация о следах, оставленных на проезжей части предметами, отброшенными в результате удара; характеристика повреждений, полученных транспортными средствами в процессе столкновения; расположение транспортных средств на проезжей части после ДТП [6]. Осыпи грязи порой отсутствуют из-за использования высоконапорных автомоек. Пластмассовые фары и безосколочные стекла уменьшают количество отбрасываемых при аварии объектов. Да и разлет у пластика отличается от разлета стекла. Устаревшая методика, принятая сейчас судебными экспертами, порой позволяет виновным в аварии водителям уйти от нака-

зания, что приводит к убыткам страховых компаний.

Начиная с 70-х годов для автомобилей стали проводить краш-тесты. На основе полученных данных в США разработали экспертные методики второго поколения. Данные методики учитывали затраты энергии на деформацию автомобилей при столкновении при определении параметров движения автомобилей в момент аварии. Данные методики требуют проведения краш-тестов для каждой модели автотранспорта. Величина ошибки при расчетах такими методиками может достигать 45%.

Начиная с 2000-х годов России активно развивается использование численных методов. В основном используется численный метод расчета больших пластических деформаций, который назван «методом конечных элементов» (МКЭ). В России действуют два ГОСТа на расчеты МКЭ. В Институте механики Уфимского научного центра РАН разработана методика судебной инженерно-технической прочностной экспертизы (ИТПЭ). Результатом ИТПЭ являются данные о направлении и силе удара, деформировавшего при аварии исследуемый автомобиль. Методика, как правило, позволяет проследить и динамику изменения вектора силы, что дает возможность практически точно восстановить обстоятельства ДТП от момента столкновения или начала торможения автомобилей до их полной остановки [4].

На деле научно обоснованный метод столкнулся с неготовностью правоохранительных органов к его использованию. Неочевидность сложных расчетов неспециалисту, и нехватка аккредитованных специалистов пока препятствуют массовому распространению данной методики.

Кроме исследования образовавшихся после аварии деформаций численными методами, сейчас появилась возможность исследовать постфактум данные, полученные во время аварии бортовой аппаратурой. Такими данными могут быть значения местоположения, скорости, ускорения и т.д. Записанные данные обычно имеют привязку ко времени. Важно, чтобы данные были защищены от последующего редактирования. Идея использования телематических данных для анализа ДТП сейчас активно поддерживается правительством Российской Федерации. Проект ЭРА-ГЛОНАСС планируется к запуску в коммерческую эксплуатацию с 1 января 2015 года. Реализация данного проекта позволит сократить время реагирования на

аварию экстренных служб. Вызов экстренных служб проходит, как в ручном режиме, так и в автоматическом. Причем набор протоколируемых данных и выбор метода автоматического определения момента аварии носит рекомендательный характер, что оставляет разработчикам некоторый простор для творчества [2,3].

Кроме основной услуги экстренного реагирования в рамках проекта планируется реализовать дополнительные сервисы. Одним из главных направлений является страховая телематика. Страховые услуги в автомобильной сфере имеют определенные нюансы. Аккуратные водители платят страховые взносы, при этом редко попадают в аварии и еще реже являются виновником аварии. Рано или поздно они начинают задумываться об экономической целесообразности приобретения полиса КАСКО и выходят из данной системы страхования. Уменьшение сознательных участников страховой системы приводит к повышению доли выплат и, как следствие, повышению тарифов. Если понизить тарифы, то убыток начинает нести страховая компания.

Одно из решений данной проблемы это дифференциация клиентов по различным категориям. Чаще всего в результате такой дифференциации начинающие водители попадают в одну категорию с лихачами и переплачивают наперед за еще несовершенные аварии. Этот факт вызывает негативное отношение к страховой системе.

Интеллектуальная страховая телематика может сделать прозрачными услуги страхования автотранспорта. На застрахованное транспортное средство устанавливается бортовая система, которая позволяет определить стиль вождения автомобилиста. Если информация записывалась во время аварии, то она может прояснить обстоятельства ДТП, в остальных случаях ведется протоколирование и анализ параметров движения для выявления стиля вождения. Польза от бортовых устройств, обеспечивающих услуги страховой телематике, очевидна. Однако выработка методов корректной обработки данных с бортовых телематических терминалов не является тривиальной задачей. Будем опираться на то, что мы всегда корректно можем считать данные с бортового устройства. Если исключить моменты попадания в ДТП, каким образом можно понять, что водитель едет аккуратно?

Очевидно, что езда с частым нарушением ПДД является признаком любителей «по-

лихачить». Этот метод лежит на сегодняшний день в основе любой системы анализа качества вождения. Однако он не позволяет выявить так называемую, «агрессивную» манеру вождения, при которой водитель едет в рамках установленных правил, совершая при этом резкие маневры. Это могут быть резкие ускорения и торможения, перестроения и т.п. В правительстве РФ неоднократно появлялись инициативы по введению штрафов за подобную манеру езды, однако отсутствие какого-либо объективного показателя либо методики оценки стиля вождения не позволяет такие законопроекты внедрить.

Мы провели ряд экспериментов для разработки автоматической методики оценки качества вождения на основании данных, получаемых с акселерометра. Для экспериментов был использован легковой автомобиль Nissan Patrol, оснащенный абонентским терминалом системы «ЭРА-ГЛОНАСС» [3]. Все данные были получены с навигационного сервера auto.naviland.su.



Рисунок 1 – Маршрут движения.

На рисунке 1 изображен маршрут автомобиля в ходе экспериментов. Начиная со станции метро «Павелецкая» было сделано два одинаковых круга. В первом круге была использована «агрессивная» манера езды, естественно, в рамках ПДД. На втором круге был использован спокойный «пенсионерский» стиль вождения. Общее время первого

круга составило 9 минут (525 с), второго – 12 минут (689 с).

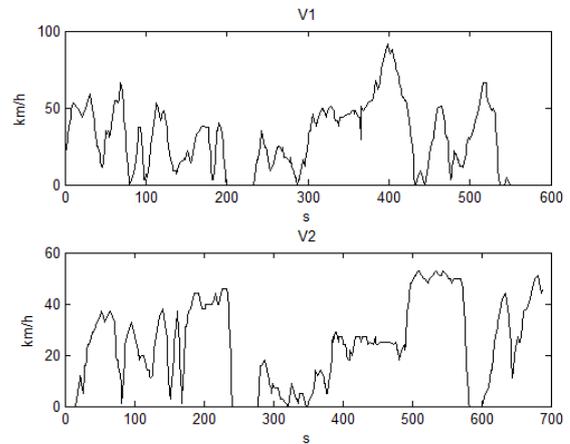


Рисунок 2 – Скорость движения.

На рисунке 2 изображены графики скорости на протяжении обоих маршрутов, измеренные с помощью системы ГЛОНАСС. Видно, что однозначный вывод о стиле вождения сделать по ним проблематично. Можно только констатировать, что средняя скорость была выше на первом графике. На рисунке 3 изображены данные с оси акселерометра, расположенной по направлению движения автомобиля. Т.к. применяется жесткое крепление устройства к автомобилю, данные явно зашумлены вибрациями кузова, вызванными работой автомобиля и неровностями дорожного полотна.

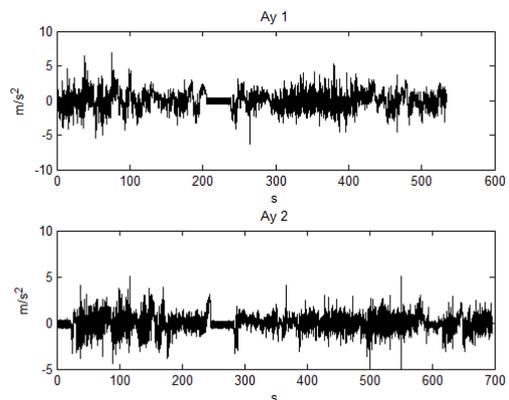


Рисунок 3 – Ускорение с акселерометра  $A_y$ .

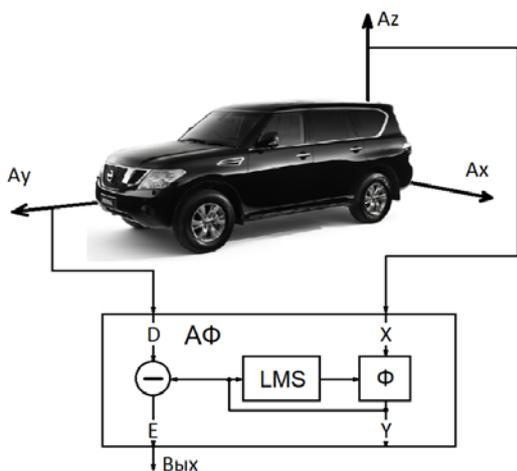


Рисунок 4 – Обработка экспериментальных данных.

Для устранения этого эффекта была применена схема обработки данных, изображенная на рисунке 4. Это классическая схема применения адаптивной LMS фильтрации для очистки данных от шума [1,5]. Для работы схемы требуется опорный сигнал, содержащий образец воздействующего на систему шума. В качестве такого сигнала были выбраны данные, получаемые с оси Z акселерометра. Действительно, вибрация кузова действует и на эту ось и она перпендикулярна направлению движения, следовательно, содержит, в основном, шум.

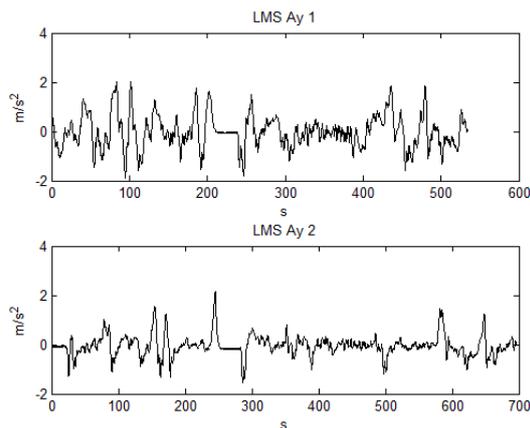


Рисунок 5 – Обработка данных LMS фильтром.

Результат применения описанной схемы изображен на рисунке 5. Видно, что показания акселерометра стали читаемы и хорошо коррелируют с показаниями ГЛОНАСС при-

емника на рисунке 2. Полученные данные уже можно использовать для получения объективных параметров стиля вождения. Видно, что на верхнем графике моменты ускорения происходят чаще и с большей амплитудой. Вместо адаптивной фильтрации можно использовать любой другой НЧ фильтр, например принятый в Европе ASI [3]. Результат обработки по методике ASI приведен на рисунке 6. Этим результатом так же можно пользоваться, но он хуже и вычислительно более требователен, чем LMS фильтрация.

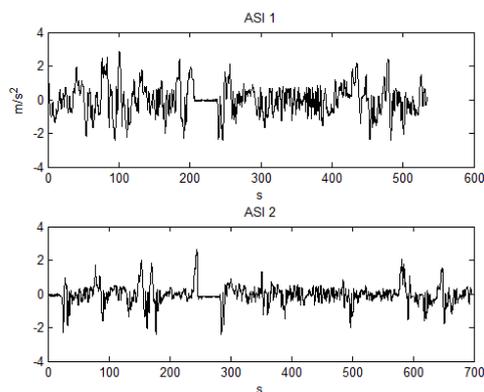


Рисунок 6 – Обработка данных по методике ASI.

Для выработки показателя, удобного для машинной обработки было принято предположение, что основной характеристикой стиля вождения может являться количество энергии, необходимое для совершения маневра. Строго говоря, имея информацию по массе автомобиля и ускорению, можно перейти к расчету энергии, однако основной целью является получение простой для вычисления величины, коррелирующей с энергией. Исходя из этого, предлагается показатель, вычисляемый по следующей формуле:

$$E = m \frac{\sum A_i^2 \Delta t}{T}, \quad (1)$$

где  $\Delta t=20$  мс – интервал опроса акселерометра;  $T=1$  с. – анализируемое временное окно;  $m=2750$  кг – масса автомобиля, введение в формулу этого параметра позволяет использовать один алгоритм обработки данных для автомобилей с различной массой.

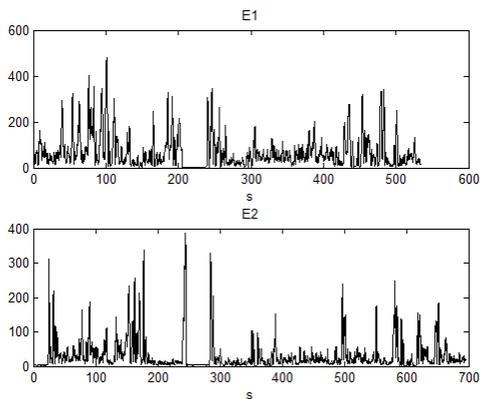


Рисунок 7 – Результат обработки данных по формуле 1

На рисунок 7 изображен результат обработки исходных данных акселерометра по приведенной методике. Т.к. формула 1 имеет свойства низкочастотного фильтра, результат приемлемый для практического применения. Лучшего результата можно достичь, применив предварительно к данным акселерометра LMS фильтрацию (рисунок 8).

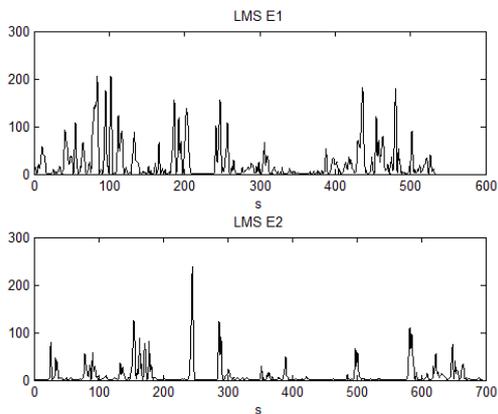


Рисунок 8 – Результат обработки данных по формуле 1 с применением LMS фильтра

Очевидно, что достаточно ввести пороговое значение показателя (1) на уровне, например,  $E_{max}=50$  единиц, и посчитать общее время выхода за пороговое значение, чтобы однозначно определить стиль вождения водителя. Необходимые операции определяются следующими формулами:

$$K(E) = \begin{cases} 1, & E \geq E_{max} \\ 0, & E < E_{max} \end{cases} \quad (2)$$

$$Tx = \sum K(E_i) \Delta t. \quad (3)$$

Итоговый результат обработки данных эксперимента по формулам (2) и (3) приведен на рисунок 9. В верхней части графиков указано суммарное время выхода за пороговое значение. Для первого маршрута оно составило 83,9 с, для второго 36,08 с. Для практического применения необходимо выразить этот показатель в процентном соотношении к общему времени пути (525 с и 689 с). Таким образом, для поставленного эксперимента значения будут 16% и 5,2% соответственно. По субъективным ощущениям эти показатели соответствуют степени «агрессивности» вождения. Объективно же мы получили относительное время совершения резких маневров.

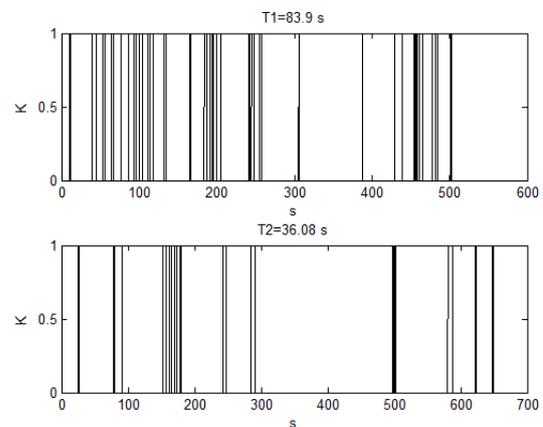


Рисунок 9 – Итоговый результат

Предложенный показатель является объективной характеристикой стиля вождения и требует минимальных вычислительных затрат. Расчет этого показателя может быть осуществлен на любом современном микроконтроллере с 32-х битной архитектурой. Следует подчеркнуть, что исходными данными для вычисления показателя являются показания бюджетного 3-х осевого MEMS акселерометра. Не требуется дополнительно использовать навигационный приемник либо данные тахометра автомобиля. Это сильно удешевляет как само устройство, так и стоимость его установки. Очевидно, что для страховой телематики следует использовать метод, требующий минимального количества входных данных, которые трудно либо невозможно подделать. Это необходимо для исключения возможности обмана телематической системы. Предложенная методика полностью соответствует этому требованию.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Адаптивная фильтрация сигнала в PIR-детекторе [Статья] / авт. А.С. Воронов А.В. Иванов // Ползуновский альманах. - 2012 г.. - 2. - стр. 22-24.

2. Инерциальная навигация в системах экстренного реагирования при авариях. [Статья] / авт. А.С. Воронов А.В. Иванов, Н.Н. Калигин // Ползуновский альманах. - 2013 г.. - 1. - стр. 47-50.

3. Определение момента аварии и оценка вероятности получения опасных для жизни травм. [Статья] / авт. А.С. Воронов Н.Н. Калигин // Ползуновский альманах. - 2013 г.. - 1. - стр. 83-86.

4. Способ расчета столкновения транспортных средств [Патент]: 2308078 : Патент на изобретение / изобр. В.Н. Никонов. - РФ.

5. Цифровая обработка сигналов: учебник для вузов. [Книга] / авт. А.Б. Сергиенко. - СПб : Питер, 2006. - 2-е.

6. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: Учебник для вузов. [Книга] / авт. А.В. Иларионов. - Москва : Транспорт, 1989. - стр. 193-196. - ISBN 5-277-00374-6.

**Калигин Николай Николаевич** – инженер-программист ОРНРА, тел.: (495) 951-40-62, e-mail: nkaligin@ya.ru; **Воронов Александр Сергеевич** – к.т.н., ведущий инженер-программист ОРНРА; **Воронов Алексей Сергеевич** – аспирант.