

Целью поиска последовательностей событий является выявление шаблонов в изменяющихся наборах признаков исследуемых объектов и выявление аномалий, которые возникают в случае отклонения хода контролируемого процесса от некоторого эталонного.

Применительно к рельсовым цепям (РЦ) представляет практический интерес рассмотрение следующих задач. В области классификации: отклонения значений параметров от нормы – есть / нет; отклонения от нормы значений напряжения на входе путевого приемника – в нормальном режиме / в шунтовом режиме / в нормальном и в шунтовом режимах; отклонения от нормы значений напряжения на входе путевого приемника в нормальном режиме – больше / меньше. В области поиска ассоциативных правил: отклонения от нормы значений напряжения на входе путевого приемника происходят одновременно (и в ту же сторону) с отклонениями от нормы значений напряжения на выходе источника питания – да / нет; отклонения от нормы значений напряжений на входах путевых приемников разветвленных рельсовых цепей происходят – одновременно на всех ответвлениях / не на всех ответвлениях, в соответствии с расчетной моделью / отлично от расчетной модели, характер отклонений (колебаний) на всех ответвлениях одинаковый / разный. В области поиска последовательностей событий: отклонения от нормы значений напряжения на входе путевого приемника происходят – в определенном порядке (сначала одна РЦ, затем вторая, третья и т. д.) / после проследования (при следовании) поезда по РЦ (в том числе после проследования по определенному маршруту – после вступления поезда на питающий или релейный конец, после занятия смежных или других РЦ) / после изменения условий функционирования РЦ (колебаний питающего напряжения, колебаний температуры и (или) влажности).

Таким образом, путем непрерывного сбора и анализа данных создается аналитическая модель, на основе которой можно не только определить текущее состояние рельсовых цепей, но и момент времени, в который каждый объект предположительно может выйти из строя. В основе решения данных задач лежит выявление рельсовых цепей, имеющих аномальное функционирование не только относительно заданных параметров, но и относительно других рельсовых цепей.

УДК 004.67

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ ВОДИТЕЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ**

*В. Н. ШУТЬ, Е. А. АЛУЕВ*

*Брестский государственный технический университет, Республика Беларусь*

В настоящее время мировой объем автомобильных грузоперевозок неуклонно растет [1]. Выполнение этих грузоперевозок невозможно без использования водителей и транспортных средств.

Для обеспечения безопасности работы водителей в Женеве (Швейцария) 1 июля 1970 года было подписано Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР). Оно регламентирует режим труда и отдыха водителей, который контролируется дорожной полицией в странах, присоединившихся к нему. Данное соглашение вступило в силу для Республики Беларусь 02.10.1993 [2]. В настоящее время в этом списке 52 страны. Ответственность за нарушения положений конвенции ЕСТР и ПДД несут как водители, так и их предприятие-наниматель, поэтому все заинтересованы в минимизации риска нарушений.

Для минимизации таких материальных издержек эксплуатации транспортных средств, как расход топлива (затраты на него составляют около 40% всех затрат в грузоперевозках), износ тормозных систем и автошин предприятия стимулируют водителей разными методами, но для эффективного анализа этих мер и результата их использования необходим комплексный подход в оценке качества работы водителя.

Для решения этих задач и с учетом достижений проекта *euroFOT* [3] была разработана методика анализа работы водителя и транспортного средства [4] на основании телеметрии [5], получаемой с автомобиля во время его работы. Практическое применение методики в разработанной системе показало, что у разработанной системы есть потенциал расширения функций в части сбора большого количества данных о работе современного автомобиля с его шины CAN [6].

Целью данного исследования является разработка методики, которая позволит:

- производить сбор сырых данных шины CAN автомобиля и передачу телеметрии на сервер для последующего хранения и обработки;
- производить интеллектуальный анализ собранных данных.

Существуют работы по сбору некоторых данных о водителе и автомобиле при помощи смартфона [7], однако они имеют ряд таких серьезных недостатков, как низкая надежность, зависимость от электрического питания и низкая защита от вмешательства в их работу самим водителем.

Прототипом исследования является следующий проект [8]: Система мониторинга грузового транспорта с использованием мониторингового блока *Teltonika FM4200* [9], которая позволяет собирать только некоторые данные с аналоговых и цифровых датчиков и ограниченный набор параметров шины CAN, передавать их на сервер хранения при помощи GPRS. Для работы блока с шиной CAN необходимо использовать блок-адаптер для каждой конкретной марки автомобиля для дешифровки передаваемых по шине пакетов данных. Методика сбора и обработки телеметрии получила одобрение [10] и была применена на практике.

Так как в текущем исследовательском проекте происходит сбор всех доступных пакетов информации, передаваемой по шине CAN, и количество этих пакетов достигает 750 в секунду (например, в бортовом грузовике KAMAZ – около 250), то пропускной способности имеющегося радиоканала оказывается недостаточно. Для этого предлагается использовать мониторинговый блок *Veга MT X LTE* с LTE и поддержкой до 3 шин CAN одновременно, что дает возможность получать наиболее полную информацию о транспортном средстве.

Как результат апробации блока на автомобиле KAMAZ за один месяц работы собирается около 8 GB информации.

Методика включает в себя следующие модули: Сбор данных, Хранение данных, Дешифровка пакетов шины CAN, Предварительный анализ данных, Работа с наблюдаемыми и расчетными параметрами, Сегментирование событий, Выявление и классификация событий во время управления ТС, Анализ маршрута, Классификация действий водителя во время работы, Анализ статистики вождения.

Оценка выбранного водителем маршрута на предмет дорожной обстановки (транспортные заторы, дорожные ограничения) для анализа, насколько скорость движения ТС соответствует разрешенной на отдельных участках пути, осуществляется с использованием данных WebAPI от ООО «МИТ» [11].

Разработанная методика анализа оценки работы водителя и транспортного средства на основе данных с шины CAN оперирует большими объемами данных и позволяет выявлять и классифицировать гораздо больше данных, получаемых от транспортного средства, чем в предыдущем проекте [4, 8]. В дополнение к тактическим событиям непосредственного управления ТС и стратегическим событиям о поведении на дороге и выполнении работы водителем во время рейса получена возможность детального контроля состояния узлов и агрегатов автомобиля во время движения. Полнота данных о состоянии автомобиля напрямую зависит от доступности информации по кодировке пакетов шины CAN и, соответственно, от возможности декодирования этих пакетов. Также стоит отметить, что современные грузовые автопоезда с пневмоподвеской *Wabco* позволяют отследить не только состояние дорожного полотна, развесовку груза по осям, но и безопасность стиля вождения автомобилем. Например, во время одного рейса был дважды зафиксирован отрыв в всех колес правой стороны полуприцепа от дорожного полотна, что было вызвано резким маневрированием водителем, не соблюдающего дистанцию до впереди движущегося автомобиля при неблагоприятных погодных условиях. Своевременное выявление подобных инцидентов позволяет заблаговременно провести необходимые инструктажи по технике безопасности и безопасному вождению.

Согласно [12], в случае применения систем анализа телематических данных о работе водителя и режимах работы автомобиля отчетливо заметна положительная динамика в соблюдении ПДД и использования более плавного стиля езды после внедрения телематических систем оценки вождения.

Практическое применение методики в разработанной системе показало, что у разработанной системы есть потенциал расширения функций в части сбора большого количества данных о работе современного автомобиля с его шины CAN.

#### Список литературы

1 Глобальные показатели целей в области устойчивого развития (ЦУР) для стран Европейской экономической комиссии ООН: Объем грузоперевозок (автомобильный транспорт), тонно-километры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://w3.unece.org/SDG/ru/Indicator?id=88>. – Дата доступа : 13.09.2024.

2 О присоединении Республики Беларусь к международным договорам, регламентирующим перевозку грузов в международном автомобильном сообщении : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 30 нояб. 1992 г. № 721 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://etalonline.by/document/?regnum=c29200721>. – Дата доступа : 13.09.2024.

3 Benmimoun, M. Incident detection based on vehicle CAN-data within the large scale field operational test “euroFOT” / M. Benmimoun // 22nd Enhanced Safety of Vehicles Conference (ESV 2011), DC/USA, 13. – Washington, 2011.

4 Alooeff, E. ML Based Methodology of the Truck Driving Evaluation / E. Alooeff // Proceedings of 2nd International Conference on Mechanical Engineering and Power Engineering (MEPE), China. – Wuhan, 2023. – P. 26–29.

5 ГОСТ 19619-74. Оборудование радиотелеметрическое. Термины и определения. – Введ. 1975-07-01. – М. : Стандартинформ, 2005.

6 ISO 11898-1:2015 Road vehicles. Controller area network (CAN) [Electronic resource]. – Mode of access : <https://www.iso.org/standard/63648.html>. – Date of access : 13.09.2024.

7 Лашков, И. Б. Анализ поведения водителя при управлении транспортным средством с использованием камеры смартфона / И. Б. Лашков // Информационно-управляющие системы. – 2017. – № 4(89). – С. 7–17.

8 Алуев, Е. А. Модель Системы мониторинга грузового транспорта / Е. А. Алуев // Международная конференция-выставка «Электронные услуги и информационные системы для транспорта и логистики». «IT2TLT-2013», Минск.

9 Руководство пользователя FM4200. Teltonika [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [euromobile.ru/upload/iblock](http://euromobile.ru/upload/iblock). – Дата доступа : 13.09.2024.

10 Одинец, Д. Н. Методика анализа больших массивов данных для оценки качества работы водителя и технического состояния автомобиля / Д. Н. Одинец, Е. А. Алуев // Big data и анализ высокого уровня : сб. науч. ст. X междунар. науч.-практ. конф. – Минск : БГУИР, 2024.

11 WebAPI [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://probki.net/b2b/webapi.html>. – Дата доступа : 13.09.2024.

12 Блог Лаборатории Умного Вождения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://smartdriving.io/blog/kak-telematika-vliyaet-na-stil-vozhdeniya-avtomobilya/>. – Дата доступа : 13.09.2024.

УДК 625.3

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКОВ ОБЪЕКТОВ СТРУННОГО ТРАНСПОРТА

*А. Э. ЮНИЦКИЙ, В. А. ГАРАХ, А. Ю. КАХАНОВИЧ, Д. Н. ШЕВЧЕНКО*  
*ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Республика Беларусь*

Оценка рисков является ключевым этапом процесса управления рисками [1], одним из возможных методов формирования требований к функциональной безопасности объектов, нормирования уровня безопасности, а также методом анализа эффективности мероприятия по снижению рисков [2]. Оценка рисков регламентируется международными и межгосударственными стандартами. Однако непосредственное их применение для произвольных объектов невозможно:

– стандарты не регламентируют шкалы уровней частот, последствий и рисков (содержат только примеры и общие подходы определения шкал);

– не дают указаний по оценке уровня последствий: как наиболее вероятного или наиболее опасного события, средневероятного или средневзвешенного значения ущерба;

– не дают указаний по комплексной оценке последствий, которые реализуются одновременно по нескольким критериям (угроза жизни людей, экологический, экономический ущерб, повреждение объектов транспорта и т. д.);

– не дают указаний по масштабированию частоты событий на размеры системы, для которой нормируется риск. Например, «невероятные» происшествия, связанные с одним объектом, в условиях применения миллиона однотипных объектов могут приводить к «частым» последствиям.

Зачастую существующие стандарты имеют неточности и противоречия. Например, не дают явного указания на тип событий (причина, опасность или происшествие), частоты которых подлежат оценке; при рассмотрении опасностей оперируют вероятностями событий, умалчивая продолжительность рассматриваемого интервала времени; используют ненормативные понятия.

Для анализа каждого конкретного типа объектов (элемента, подсистемы, системы, комплекса) разрабатывают специальные методики с обоснованными и утвержденными (руководством, регулирующим органом) индивидуальными шкалами уровней частот, последствий и риска.

В докладе указываются особенности струнного транспортного комплекса (СТК), основными из которых (для оценки рисков) являются следующие:

– область применения – городские пассажирские перевозки с низким и средним (для традиционного общественного транспорта) пассажиропотоком, где надземная эстакада – безальтернатив-