

**УДК 656.06****Дементиев В. В.**

докт. техн. наук,  
генеральный директор,  
ЗАО «НЕЙРОКОМ»,  
Москва, РФ

**Макаев Д. В.**

инженер, ЗАО «НЕЙРОКОМ»,  
Москва, РФ

**Иванов И. И.**

зам. начальника отдела,  
ЗАО «НЕЙРОКОМ»,  
Москва, РФ

**Юров А. П.**

канд. техн. наук, доцент,  
ЗАО «НЕЙРОКОМ»,  
Москва, РФ

**Dementienko V.V.**

Ph.D., CEO,  
JSC NEUROCOM,  
Moscow, Russian  
Federation

**Makaev D. V.**

engineer, JSC NEUROCOM,  
Moscow, Russian Federation

**Ivanov I. I.**

deputy head of department,  
JSC NEUROCOM,  
Moscow, Russian Federation

**Yurov A. P.**

Ph.D., assistant professor,  
JSC NEUROCOM,  
Moscow, Russian Federation

## **КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА**

### **CONTROL THE DRIVER'S CONDITION AS PART OF THE SYSTEM OF TRANSPORT MONITORING**

**Ключевые слова:** транспорт, безопасность перевозок, уровень бодрствования, контроль водителя.

**Аннотация:** в статье рассматривается система, позволяющая контролировать состояние водителя во время поездки. Объясняется принцип действия системы. Показана технология передачи данных о состоянии водителя диспетчеру.

**Keywords:** transport, traffic safety, alertness, driver's control.

**Summary:** the article deals with a system that allows to control the alertness of the driver during the trip. The principle of the system is explained. The technology of transmission data about driver's condition to dispatcher is shown.

На сегодняшний день в нашей стране практически все транспортные средства, осуществляющие коммерческие перевозки (автобусы, грузовики), оснащены приемо-передающими устройствами, позволяющими отслеживать их передвижение. Современные системы позволяют с высокой точностью определять координаты любого объекта, в том числе движущегося. Но на безопасность дорожного движения эти системы не оказывает большого влияния, так как абсолютное большинство ДТП (по разным оценкам, от 80 до 90 %) происходит по вине человека. Применение тахографов обеспечивает контроль человеческого фактора, но без учета текущего состояния водителя. Авторами разработана система, позволяющая контролировать состояние водителя во время поездки, передавать эти данные в онлайн-режиме в диспетчерский центр, а также прогнозировать и предотвращать

возникновение аварийной ситуации.

В состав системы входят навигационный и бортовой модули. Навигационный модуль представляет собой радиостанцию, предназначенную для установки на транспортное средство и обеспечивающую выполнение следующих задач:

1 Периодическое определение с помощью встроенного приемника GPS / ГЛОНАСС своего местоположения, скорости, направления движения и других вычисляемых параметров с сохранением этой информации в энергонезависимой памяти;

2 Определение координат в глобальных навигационных спутниковых системах: GPS/ГЛОНАСС, ГЛОНАСС;

3 Периодический опрос внешних датчиков, характеризующих работу узлов и механизмов транспортного средства, подключенных к модулю через аналоговые или цифровые входы с сохранением полученной информации в энергонезависимой памяти;

4 Передача данных диспетчеру через заданный промежуток времени и / или по указанным параметрам (пройденное расстояние, угол поворота, «географическая зона») в сетях подвижной абонентской связи стандарта GSM 900 / 1800 с использованием режима передачи данных GPRS, а также по каналу связи Wi-Fi (с использованием дополнительной внешней антенны Wi-Fi);

5 Передача сигнала «SOS» диспетчеру;

6 Обмен данными и управляющими командами (по согласованным протоколам) с периферийными устройствами и системами, подключенными к модулю (например, бортовой компьютер, система автоматического подсчета пассажиропотока, система отображения на информационных табло, фото- и видеокамеры);

7 Обмен формализованными текстовыми сообщениями между водителем и диспетчером;

8 Работа в качестве «автоинформатора» – автоматическое определение нахождения транспортного средства вблизи остановки пассажирского транспорта и объявление названия остановки в салоне с помощью проигрывания речевых сообщений.

Бортовой модуль представляет собой систему поддержания работоспособности водителя (СПРВ) [1], выполняющую следующие задачи:

1 Прием и обработка данных от датчика электродермальной активности с целью подтверждения бодрствования водителя;

2 Прием и обработка данных от систем транспортного средства (ТС) с целью определения активных действий водителя по управлению автомобилем;

3 Определение опасных состояний водителя (глубокая релаксация, потеря сознания, смерть);

4 Индикация водителю его функционального состояния с функцией тревожного сигнала;

5 Возможность выбора водителем режима работы модуля определения опасных состояний водителя;

6 Возможность хранения не менее 100 сообщений, если данные сообщения не могут быть переданы, например, если нет покрытия сети.

Принцип действия системы СПРВ основан на корреляции функции

внешнего внимания и электродермальной активности. Электродермальная активность (ЭДА) – это изменение сопротивления между двумя электродами, наложенными на кожу руки человека в области пальцев, ладони или запястья. ЭДА характеризует психоэмоциональное состояние человека, в частности уровень бодрствования. В момент фиксации человеком важного объекта возникает импульс кожно-гальванической реакции (КГР) (рис. 1). По результатам исследований различных методов контроля состояния (пульс, тонус мышц, речь и др.) метод, основанный на анализе интенсивности импульсов КГР, оказался самым надежным с точки зрения опасного отказа – пропуска в сон [2-4].

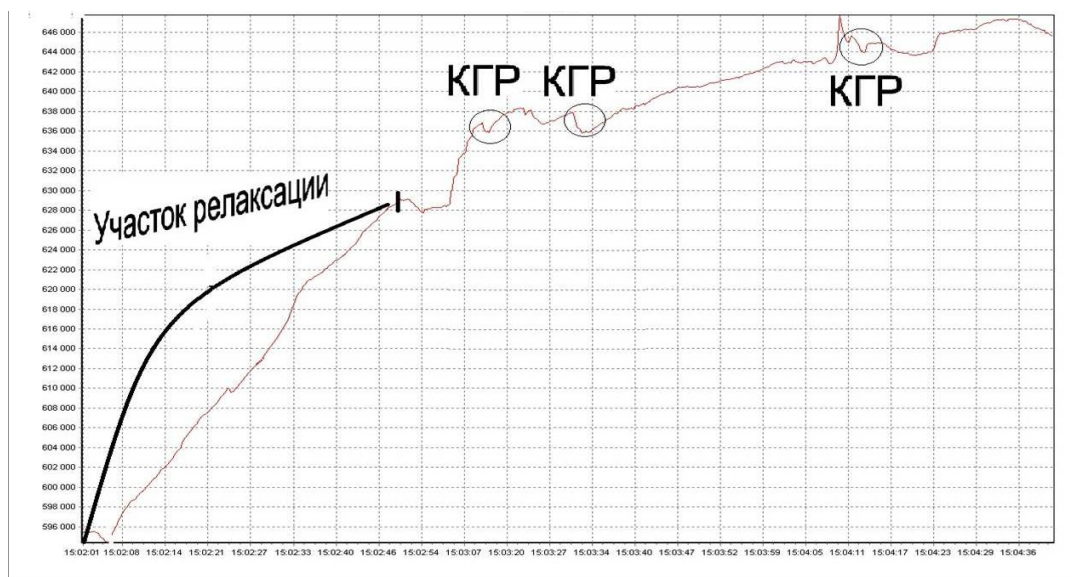


Рисунок 1 – Импульсы кожно-гальванической реакции (КГР) на графике сопротивления кожи человека

Одной из основных задач, которую необходимо было решить для использования этого явления в реальной технологии контроля, было достоверное определение того, что зарегистрирован импульс ЭДА, а не помеха. Для этого пяти независимым экспертам были предоставлены записи сопротивления (проводимости) кожи большого количества испытуемых. Каждый из экспертов должен был отметить на этих записях импульсы ЭДА. Всего было около  $10^5$  импульсов, которые отметили все 5 экспертов. На основе этой базы данных был разработан метод распознавания импульсов по их форме. Испытание этого фильтра в модельном эксперименте при подаче на его вход белого шума показало, что интенсивность потока отказов второго рода (регистрация импульса ЭДА при его отсутствии) не превышает  $10^{-9}$  ч<sup>-1</sup>. Артефакты движений водителей и машинистов, возникающие при выполнении ими профессиональных обязанностей, отфильтровываются с такой же достоверностью. Это позволило создать линейку приборов контроля состояния водителя с потоком вероятности опасного отказа до  $10^{-8}$  ч<sup>-1</sup> (ISO 26262 ASIL C).

Для непрерывного анализа проводимости кожи водителя в состав системы СПРВ (рис. 2) входит носимая часть – браслет с электродами. Данные, полученные с его помощью, поступают в стационарный блок, где из них выделяются импульсы ЭДА. Алгоритм определения уровня бодрствования включает в себя

оценку интенсивности ЭДА – первый канал контроля; временные характеристики взаимодействия человека с прибором (ответ на запрос подтверждения бодрствования) – второй канал и оценку рациональных действий по управлению автомобилем – третий канал. Также в алгоритме учитывается скорость движения ТС. В случае если система выявляет предельно низкий уровень бодрствования водителя, выдается звуковой запрос на подтверждение бдительности. Если водитель не подтверждает свою работоспособность нажатием кнопки стационарного блока, то его состояние признается аварийно-опасным и диспетчеру отправляется тревожное сообщение. Кроме того, полученные с помощью системы СПРВ данные пересылаются на сервер и после обработки отображаются на интернет-сайте вместе с данными о скорости, маршруте и местоположении транспортного средства (рис. 3).



Рисунок 2 – Система поддержания работоспособности водителя

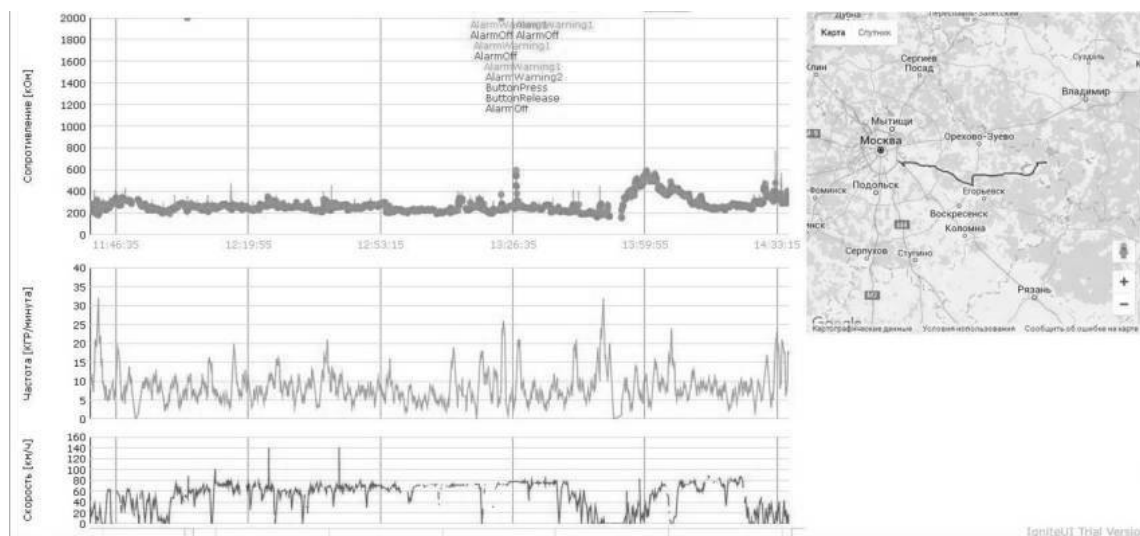


Рисунок 3 – Отображение данных, полученных от системы СПРВ

Реализация технологии дистанционного контроля состояния водителей на одном из филиалов ГУП «МОСТРАНСАВТО» дала возможность своевременно прогнозировать и предотвращать ситуации, связанные со снижением уровня внимания, а также выявлять водителей, наиболее склонных к засыпанию за рулем.

С 2001 г. в России законодательно начали внедряться тахографы. Их применение предполагает регламентацию труда и отдыха водителей. В частности, рассмотрим нормальную продолжительность рабочего времени водителей, которая не может превышать 8 ч по календарю пятидневной рабочей недели. Применение этого усреднённого норматива, безусловно, снизит общее количество ДТП из-за усталости водителя. Но при этом всегда существует вероятность того, что конкретный водитель по каким-либо причинам достиг опасного состояния раньше, чем через 8 ч работы. Если дополнительно к тахографу будет установлен прибор, контролирующий текущее состояние водителя, то это даст возможность избежать неприятных последствий, т. к. такие состояния могут быть зафиксированы в момент их наступления. Однако существует и противоположная ситуация. Некий неусреднённый водитель вполне может безопасно функционировать и после 8 ч работы. Если есть прибор, который контролирует его состояние с высокой достоверностью, то можно позволить водителю продолжить работу и доехать до конечного пункта в пределах разумного времени переработки. Такой режим работы допускается в некоторых других отраслях, например, на железной дороге. При этом регламентация работы осуществляется на основе результатов серьёзных научных исследований.

Система СПРВ разработана с использованием принципов *fail-safe* конструирования, то есть является не только помощником водителя, но и устройством безопасности. Такое устройство с очень высокой вероятностью не допустит попадания человека в состояние сна, а при обнаружении опасного состояния запустит все необходимые и допустимые мероприятия для предотвращения ДТП. Интеграция системы контроля состояния водителя с навигационным оборудованием позволит избежать аварий, происходящих из-за снижения уровня бодрствования водителя и существенно сократить количество жертв ДТП на дорогах России.

### Список литературы

- 1 Патент на изобретение 2025731 РФ, МПК G01N33 / 483. Способ контроля уровня бодрствования человека и устройство для его осуществления [Текст] / В. В. Бонч-Бруевич, В. Б. Волкова, В. В. Дементиенко, И. В. Кузнецов, А. Г. Марков Андрей, Ю. М. Меерзон, В. М. Шахнарович ; заявитель и патентообладатель В. В. Бонч-Бруевич, В. Б. Волкова, В. В. Дементиенко, И. В. Кузнецов, А. Г. Марков Андрей, Ю. М. Меерзон, В. М. Шахнарович – № 5003702/14 ; заявл. 04.07.1991 ; опубл. 30.12.1994.
- 2 Commercial motor vehicle driver fatigue and alertness study. Technical summary. / FHWA report number: FHWA-MC-97-001, TC report number: TP 12876E, Transport Canada, 1997.
- 3 Driver vigilance devices: systems review. /London, Railway Safety, 2002.
- 4 Ogilvie R.D., Simons I.A., Kuderian R.H., MacDonald T., Rustenburg J. Behavioral, event-related potential, and EEG/FFT changes at sleep onset / Psychophysiology. – 1991. – № 28.