

УДК 656.06

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ В РЕЙСЕ

Генеральный директор ЗАО «НЕЙРОКОМ», д.т.н. Дементиенко В.В.,
начальник отдела Иванов И.И., инженер Макаев Д.В., Москва.

COMPREHENSIVE SYSTEM OF MONITORING THE STATE OF THE DRIVER ON THE TRIP

Dementienko V.V., Ph.D., CEO, JSC NEUROCOM, Ivanov I.I., department
head, Makaev D.V., engineer, Moscow, Russian Federation.

Аннотация

Основное число аварий и происшествий на автомобильном транспорте связано с человеческим фактором. Для снижения рисков негативного проявления человеческого фактора целесообразно использование автоматизированной системы дистанционного контроля водителя в рейсе. В статье даётся описание внедрения данной системы в одном из филиалов ГУП МО «МОСТРАНСАВТО».

Abstract

The largest number of accidents and incidents in road transport due to the human factor. To reduce the risk of negative manifestations of the human factor it is advisable to use an automated system for remote control of the driver on the trip. The article presents the formulation of the said issues, a description of the development and implementation of the system on the basis of one of the branches Mostransavto.

Ключевые слова: транспорт, ДТП, человеческий фактор, водитель, бдительность, дистанционный контроль бодрствования водителя.

Key words: transportation accidents, the human factor, the driver, alert, remote monitoring of the driver awake.

Понятие «водительского мастерства» должно отвечать не только требованию безопасности, но и требованию, связанному с умением безопасно достигать цели поездки, обеспечивая оптимальный режим движения (скорость, интенсивность, пропускную способность, производительность).

Даже соблюдение водителем правил дорожного движения не является гарантией безопасности. Функциональное состояние водителя на протяжении рабочей смены может несколько раз меняться. Это зависит не только от возраста и здоровья водителя, но и от окружающей его обстановки. В течение рабочей смены водитель может несколько раз терять бдительность, а в критических случаях и вовсе терять контроль за управлением ТС.

Для решения этой проблемы необходимо специальное устройство, объективно оценивающее степень утомления водителя и определяющее уровень его бдительности.

На сегодняшний день на рынке представлено множество устройств, выполняющих подобную функцию. Однако необходимо четко разделять устройства безопасности и так называемые «помощники» или «гаджеты». Доля последних на рынке подобных устройств составляет более 90%.

К «помощникам» не применяются какие-либо требования, их основная задача - облегчать выполнение какой-либо функции. Критерии и алгоритмы для определения уровня бодрствования, как правило, выбираются исходя из удешевления производства. Потребитель не может всецело положиться на такое устройство, так как его алгоритмы не гарантируют надежного распознавания потери внимания. Обычно подобные приборы подают сигнал

либо слишком рано (ложная тревога) или слишком поздно (водитель уснул). Обладают низкой достоверностью: поток опасных отказов $\lambda \sim 10^{-1} \dots 10^{-3} \text{ час}^{-1}$.

К приборам безопасности относятся устройства, которые контролируют выполнение какой-либо функции с высокой достоверностью, заблаговременно предупреждая водителя о наступлении опасного состояния. Поток опасных отказов не должен превышать $\lambda < 10^{-6} \text{ час}^{-1}$.

Надежность, функциональность и потребительские качества систем безопасности могут быть расширены путем сочетания каналов измерения пульса, движения глаз, кожно-гальванической реакции (КГР) и т.д. Соединение этих каналов должно быть таким, чтобы канал с меньшей достоверностью не делал бессмысленным канал с большей достоверностью, а в сумме получался синергетический эффект. Например, в условиях стресса для определения функционального состояния водителя канал измерения пульса является более достоверным, чем канал КГР.

В таблице 1 представлены методы определения уровня бдительности.

Методы определения уровня бдительности	n	p за 8 часов
Изменение «почерка» вождения	1	0,3
Пульс	1	0,3
Рациональные действия	2	0,3
Поза (тонус мышц)	2	0,2
Направление взгляда	2	0,2
Наклоны головы (тонус мышц)	2	0,2
Речь	3	0,01
Окулограмма	3	0,03
Моргания	3	0,03
Микросаккады (потенциально)	5	0,001
ЭДА	6	0,0001

$p \sim 1 - e^{-\lambda t}$ - вероятность опасного отказа (ошибки второго рода), $\lambda = 10^{-n} \text{ час}^{-1}$

Табл. 1. Методы определения наличия предвестников сна и глубокой релаксации

Как видно из таблицы, наименьшую вероятность опасного отказа (то есть пропуска в сон) предоставляет метод, основанный на анализе электродермальной активности (ЭДА). Электродермальная активность (ЭДА) - это изменение сопротивления между двумя электродами (длительность фронта импульса менее 5 с), наложенными на кожу руки человека в области пальцев, ладони или запястья. ЭДА характеризует психоэмоциональное состояние человека, в частности уровень бодрствования. В ходе проведения поведенческих экспериментов с помощью специальной методики по созданию монотонии было установлено, что имеет место явление угасания специфических импульсов ЭДА перед появлением ошибок оператора, связанных с глубокой релаксацией перед засыпанием. При этом в эксперименте были получены количественные результаты, которые позволили с достоверностью 0,9999 утверждать, что если расстояние между импульсами ЭДА не превышает 60 секунд, то человек находится в состоянии активного бодрствования [6].

Для создания системы безопасности специалистами ЗАО «НЕЙРОКОМ» был разработан специальный алгоритм выделения импульсов ЭДА, реализованный в системе непрерывного контроля психофизиологического состояния водителя в пути, получившей название «Вигитон» [7] (рис. 1).

Рис. 1. Система поддержания работоспособности водителя «Вигитон».

Система включает в себя носимую часть, выполненную в виде браслета, стационарный блок и блок коммутации. Носимая часть снабжена электродами, посредством которых с человека непрерывно считывается информация об электрическом сопротивлении его кожи. Данные передаются

в стационарный блок, где с помощью уникального программного обеспечения 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 о подтверждении бдительности) – второй канал, и оценку рациональных действий по управлению транспортным средством (ТС) – третий канал. Также в алгоритме учитывается скорость движения ТС.

Информация о рациональных действиях водителя по управлению ТС, таких как нажатие на педаль тормоза, использование указателей поворота, включение ручного тормоза считывается с помощью блока коммутации. При снижении уровня бодрствования ниже критической величины включаются исполнительные устройства обеспечения безопасности движения: аварийная световая сигнализация и звуковой сигнал, информирующие участников движения о неблагоприятном состоянии автомобиля. При стыковке системы «Вигитон» с навигационным оборудованием, установленным на транспортном средстве, появляется возможность передавать информацию о состоянии водителя диспетчеру в реальном времени. В этом случае система «Вигитон» функционирует как часть комплекса дистанционного контроля работоспособности водителя. Этот комплекс состоит из бортовой и стационарной частей (рис. 2).

Рис. 2. Комплекс дистанционного контроля бдительности водителя

Бортовая часть включает в себя систему «Вигитон» и средства для передачи сигнала с автомобиля на диспетчерский пункт. В стационарную часть входят приёмник сигнала и рабочее место диспетчера, оснащенное автоматизированной системой диспетчерского управления пассажирскими перевозками (АСУ-Навигация, разработка ЗАО НПП «Транснавигация»). С помощью АСУ-Навигация диспетчер получает текущую информацию о состоянии и ходе перевозочного процесса, а также осуществляет оперативное

руководство и контроль за работой транспортных средств на линии. Функционирование комплекса происходит следующим образом: при снижении интенсивности ЭДА до определенной величины начинается анализ состояния водителя с помощью второго канала - выдаётся запрос на подтверждение бдительности в виде световой шкалы и звукового сигнала возрастающей громкости. Водитель обязан подтвердить свою работоспособность нажатием на кнопку, расположенную на корпусе прибора. Если подтверждения не происходит и не поступают данные, подтверждающие достаточный уровень бодрствования по третьему каналу контроля, то через определенное время диспетчеру отправляется тревожное сообщение. После получения такого сообщения диспетчер запрашивает детальную информацию о транспортном средстве: его координаты, маршрут движения, текущую скорость. Далее диспетчером принимается решение: отправить ли водителю текстовое сообщение или связаться с ним по телефону и выяснить, нужна ли помощь. Такая интегрированная система АСУ-Навигация совместно с системой безопасности «Вигитон» уже реализована на базе одного из АТП Московской области. Интеграция осуществляется на основе использования средств вычислительной техники и средств связи АСУ «Навигация» и позволяет вести следующий учёт транспортной работы:

- автоматизированный контроль и анализ процесса выпуска транспортных средств на линию;
- составление и корректировку наряда на оперативные сутки;
- автоматизированный контроль и анализ процесса маршрутизированных перевозок пассажиров;
- автоматизированное регулирование процесса перевозок пассажиров на подконтрольных маршрутах при обнаружении отклонений от запланированных показателей перевозочного процесса;

- оперативная корректировка в базе данных системы замены автобусов и водителей с маршрута на маршрут при: сходе автобусов с линии, задержки автобусов на линии, привлечении автотранспорта во время разрыва, отстоя, обеда, до и после смены;

При возникновении ДТП и других чрезвычайных ситуаций диспетчер обязан принимать меры в соответствии со специальной инструкцией по информационному обеспечению мероприятий, направленных на ликвидацию последствий ДТП.

Естественно, что систему «Вигитон» можно считать действенным средством повышения безопасности перевозок только в том случае, если она является одним из звеньев комплексного подхода к обеспечению безопасности движения, который включает в себя и психофизиологический отбор кандидатов в водители, и занятия по повышению квалификации, и предрейсовый контроль, и собственно контроль состояния бодрствования водителя в рейсе. В настоящий момент повсеместное внедрение комплексного подхода в России сдерживается из-за отсутствия нормативно-правовой базы, в то время как в большинстве европейских стран, а также в США уже много лет действуют особые требования к профессиональным водителям.

Важность введения подобных требований подтверждается статистикой ДТП. Согласно данным Европейской экономической комиссии ООН, по уровню транспортного риска (число жертв ДТП в расчёте на один автомобиль) наша страна занимает одно из последних мест среди развитых стран.

Таким образом, включение системы дистанционного контроля бодрствования водителя в комплекс других важнейших мероприятий по обеспечению безопасности перевозок позволит существенно сократить количество дорожно-транспортных происшествий в России, а правильное сочетание различных методов контроля позволит расширить зону контроля и

перейти от решения одной задачи по недопущению сна к другим задачам, например, определению стресса, усталости и т.п.

Литература

1. Horne J.A., Reyner L. Vehicle accidents related to sleep: a review. / *Occup. Environ. Med.* – 1999. – N. 56.
2. Horne J.A., Reyner L.A. Sleep related vehicle accidents. / *BMJ.* 1995. – 310 (6979).
3. 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.
4. Driver vigilance devices: systems review. /London, Railway Safety, 2002.
5. 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.
6. Dorokhov V.B., Dementienko V.V., Koreneva L.G., Markov A.G., Shakhnarovitch V.M. On the possibility of using EDR for estimation the vigilance changes. / *Int. J. Psychophysiol.* – 1998. – V.30/1-2/
7. Способ контроля уровня бодрствования человека и устройство для его осуществления. Патент на изобретение №2025731.