Дистанционный контроль бодрствования водителя в рейсе

В.В. Бонч-Бруевич, В.В. Дементиенко, А.С. Кремез, Д.В. Макаев, А.П. Юров (ЗАО «НЕЙРОКОМ»)

Известно, что основное число аварий и происшествий на транспорте связано с человеческим фактором. Для снижения рисков негативного проявления человеческого фактора целесообразно использование автоматизированной системы дистанционного контроля бодрствования водителя в рейсе. Сформулирована постановка указанной проблематики, представлено описание разработки и внедрения системы дистанционного контроля бодрствования водителя в рейсе.

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

Введение

Повышение безопасности перевозок путем разработки принципов действия и создания устройств контроля функционального состояния водителя в настоящее время является чрезвычайно актуальной задачей, несмотря на революционное развитие электронных систем управления. Особенно актуальна эта задача в транспортной сфере, в частности, для автомобильных перевозок. Известно, что 70...90% аварийных ситуаций сложных технических систем — следствие неправильных действий человека-оператора. На автомобильных дорогах России ежегодно гибнут десятки тысяч людей, сотни тысяч получают ранения. Из доступной статистики по ДТП следует, что около 80% этих случаев происходят по вине водителя. При этом 20% ДТП с тяжелыми последствиями могут быть отнесены на счет низкого уровня бодрствования водителя, а именно на: снижение бдительности, состояние дремоты и засыпание за рулем [1, 2].

Обзор существующих методов и систем контроля бодрствования водителя

В настоящее время существует большое число предложений, законченных научных разработок и даже промышленных изделий, в той или иной степени решающих проблему контроля бодрствования водителя. Эти системы основаны на анализе одного или нескольких физиологических и (или) поведенческих параметров [3, 4]. В таблице собраны данные о параметрах методик контроля бодрствования водителя, оцененных по литературным источникам и проверенных в экспериментах по засыпанию на симуляторе вождения автомобиля и/или в условиях простых монотонных действий (p — вероятность опасного отказа, 1/час).

Табл. 1. Методы, определяющие наличие предвестников сна и глубокой релаксации

Технология оценки состояния бодрствования	*p*
Изменение «почерка вождения»	0,3
Рациональные действия	0,3
Пульс	0,3
Поза (тонус мышц)	0,2
Направление взгляда	0,2
Наклоны головы (тонус мышц)	0,1
Речь	0,1
Окулограмма	0,05
Моргания	0,02
Микросаккады (потенциально)	0,001
ЭДА (47 млн. человеко-часов без аварий)	0,0001

Направление исследований и разработок

Для исследований по каждой из методик создавались экспериментальные установки для измерения физиологических и поведенческих параметров физическими методами. Самым надежным с точки зрения опасного отказа оказался контроль состояния водителя методом регистрации электродермальной активности [5]. 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 ходе проведения поведенческих экспериментов с помощью специальной методики по созданию монотонии было установлено, что имеет место явление исчезновения специфических импульсов ЭДА перед появлением ошибок оператора, связанных с 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 с, то человек находится в состоянии активного бодрствования [6]. Именно этот результат и послужил основой разработки системы для непрерывного контроля психофизиологического состояния водителя в пути, получившей название «Вигитон» [7] (рис. 1).

Рис. 1. Система поддержания работоспособности водителя «Вигитон»

Система включает носимые части, выполненные в виде браслета и перстня, стационарный блок и блок коммутации. Носимые части снабжены электродами, посредством которых с человека непрерывно считывается инфор-

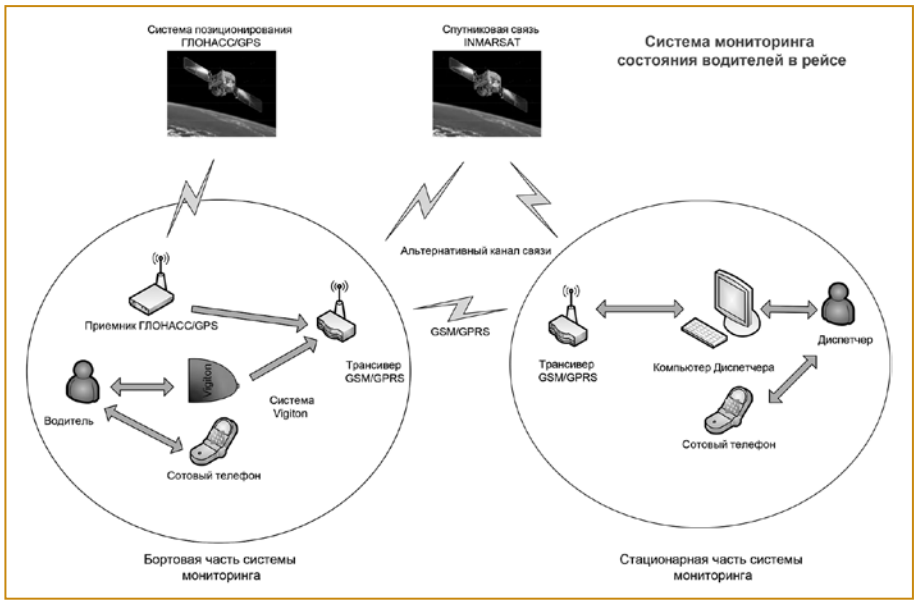

Рис. 2. Комплекс дистанционного контроля бдительности водителя

мация об электрическом сопротивлении его кожи. Данные передаются в стационарный блок, где с помощью уникального алгоритма из них выделяются специфические импульсы ЭДА и определяется уровень бодрствования человека. При снижении этого уровня до критической величины водителю выдается запрос на подтверждение бдительности. С помощью блока коммутации возможно считывать информацию о рациональных действиях водителя по управлению транспортным средством, таких как нажатие на педаль тормоза, использование указателей поворота, включение ручного тормоза. Это позволяет уменьшить частоту запросов на подтверждение бодрствования. При стыковке системы «Вигитон» с навигационным оборудованием, установленным на транспортном средстве, появляется возможность передавать информацию о состоянии водителя диспетчеру в реальном времени.

Система дистанционного контроля бодрствования водителя

Рассмотрим систему «Вигитон» как часть комплекса дистанционного контроля бодрствования водителя. Этот комплекс состоит из бортовой и стационарной частей (рис. 2).

Бортовая часть включает систему «Вигитон» и средства для передачи сигнала с автобуса на диспетчерский пункт. В стационарную часть входят приемник сигнала и рабочее место диспетчера, оснащенное АСУ «Навигация», представляющей собой комплекс средств вычислительной техники и средств связи. 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 уровня электродермальной активности до критической величины водителю выдается запрос на подтверждение бдительности в виде световой шкалы, далее звукового сигнала возрастающей громкости. Водитель обязан подтвердить свою работоспособность нажатием на кнопку, расположенную на корпусе прибора. Если в течение семи секунд подтверждения не происходит, то диспетчеру отправляется сообщение о том, что водитель на данном транспортном средстве не реагирует на запросы системы. После получения такого сообщения диспетчер, согласно должностной инструкции, 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. Интеграция АСУ «Навигация» с системой «Вигитон» уже реализована на базе одного из филиалов «Мострансавто», осуществляющего междугородние и межобластные перевозки.

Комплексный подход к повышению безопасности движения

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 и психофизиологический отбор кандидатов в водители, и занятия по повышению квалификации, и пред-

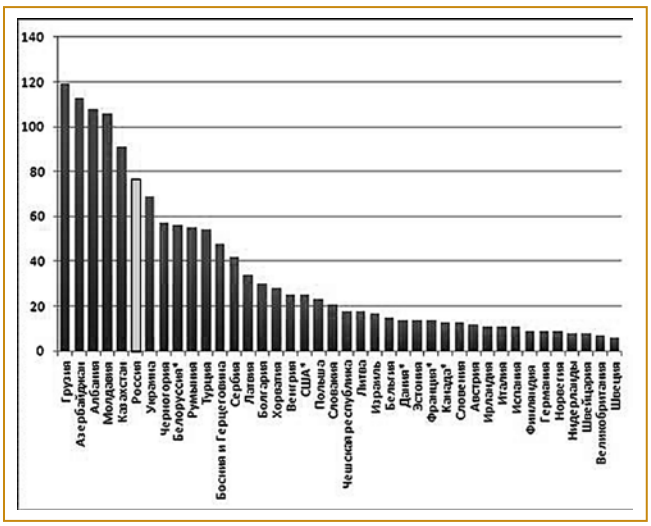

Рис. 3. Число погибших в ДТП на 100 тыс. легковых автомобилей в 2010 г.

рейсовый контроль, и собственно контроль состояния бодрствования водителя в рейсе [8]. В настоящий момент повсеместное внедрение комплексного подхода в России сдерживается из-за отсутствия нормативно-правовой базы, в то время как в большинстве европейских стран уже много лет действуют особые требования к профессиональным водителям.

В Германии более 50 лет действует система медико-психологического оценивания пригодности человека к управлению транспортным средством. Оно обязательно для водителей, получивших определенное число штрафных баллов за нарушение правил дорожного движения или севших за руль в состоянии алкогольного опьянения. В Польше каждые 5 лет в обязательном порядке психофизиологическому тестированию подлежат водители, осуществляющие междугородние перевозки пассажиров и грузов, водители трамваев, инструкторы по вождению, водители, получившие 24 штрафных балла или совершившие ДТП, водители, у которых было выявлено в крови свыше 0,5‰ алкоголя. В Болгарии обязательность психофизиологического обследования предусматривается законом о дорожном движении. Так, проходить тестирование на психологическую пригодность должны ученики автошкол и водители определенных категорий (TTB, TTM, C, D и подкатегории C1 и D1), водители такси, общественного транспорта и грузоперевозчики, водители, лишенные прав, главы экзаменационных сертификационных комиссий. В Испании обязательное психологическое обследование водителей-профессионалов законодательно утверждено еще в 1935 г. А с 1986 г., согласно королевскому указу, для получения или продления срока действия водительского удостоверения как профессионалам, так и любителям необходимо предоставить справку о прохождении психофизиологического обследования. В Испании все непрофессиональные водители должны проходить медико-психологический тест каждые 10 лет до 45-летнего возраста, каждые пять лет между 46 и 70 годами и каждые два года после 70 лет.

Важность введения подобных требований подтверждается статистикой ДТП. Согласно данным Европейской экономической комиссии ООН, по уровню транспортного риска (число жертв ДТП в расчете на один автомобиль) наша страна занимает одно из последних мест среди развитых стран (рис. 3).

Заключение

Таким образом, включение системы дистанционного контроля бодрствования водителя в комплекс других перечисленных систем обеспечения безопасности перевозок позволит сократить число жертв ДТП в России.

Список литературы

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.
8. *Alexander S. Kremez, Vasily V. Bonch-Bruevitch, Valery V.* Dementienko Comprehensive Approach To Improvement Driver-cased Accidents Risk / ICDBT 2013, Helsinki. 2013. V.2.

Бонч-Бруевич Василий Викторович *– канд. физ.-мат. наук, генеральный директор,*
Кремез Александр Сергеевич *– старший научный сотрудник, психолог ООО ПО «НЕЙРОКОМ ЭЛЕКТРОНТРАНС»,*
Дементиенко Валерий Васильевич *– д-р техн. наук, генеральный директор,*
Юров Александр Павлович *– доцент, канд. техн. наук, заместитель генерального директора,*
Макаев Дмитрий Владимирович *– инженер ЗАО «НЕЙРОКОМ».*
Контактный телефон (495) 640-76-71.
E-mail: a_kremez@neurocom.ru