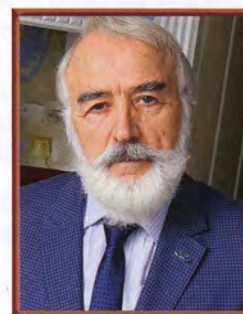




**Д. В. Макаев,**  
инженер ЗАО «Нейроком»



**М. К. Тагиров,**  
зам. директора Махачкалинского  
филиала МАДИ,  
кандидат технич. наук, профессор



**Т. Б. Залимханов,**  
профессор кафедры организации  
перевозок и безопасности  
движения Махачкалинского  
филиала МАДИ,  
кандидат технич. наук



**А. П. Юров,**  
зам. генерального директора  
по автомобильному транспорту  
ЗАО «Нейроком»,  
кандидат технич. наук, доцент



**И. И. Иванов,**  
зам. начальника отдела  
ЗАО «Нейроком»

## СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ВОДИТЕЛЯ В РЕЙСЕ

*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 представлены постановка указанной проблематики, описание разработки и внедрения данной системы на базе одного из филиалов ГУП МО «Мострансавто».*



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 от 70 до 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 снижения бдительности, состояния дремоты и засыпания за рулем [1, 2].

### Обзор существующих методов и систем контроля бодрствования водителя

В настоящее время существует большое количество 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 табл. 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).

**Таблица**

#### 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 секунд, 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 в себя носимые части, выполненные в виде браслета и перстня, стационарный блок и блок коммутации. Носимые части снабжены электродами, посредством которых с человека непрерывно считывается информация 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 работоспособности водителя. Этот комплекс состоит из бортовой и стационарной частей (рис. 2).

Бортовая часть включает в себя 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



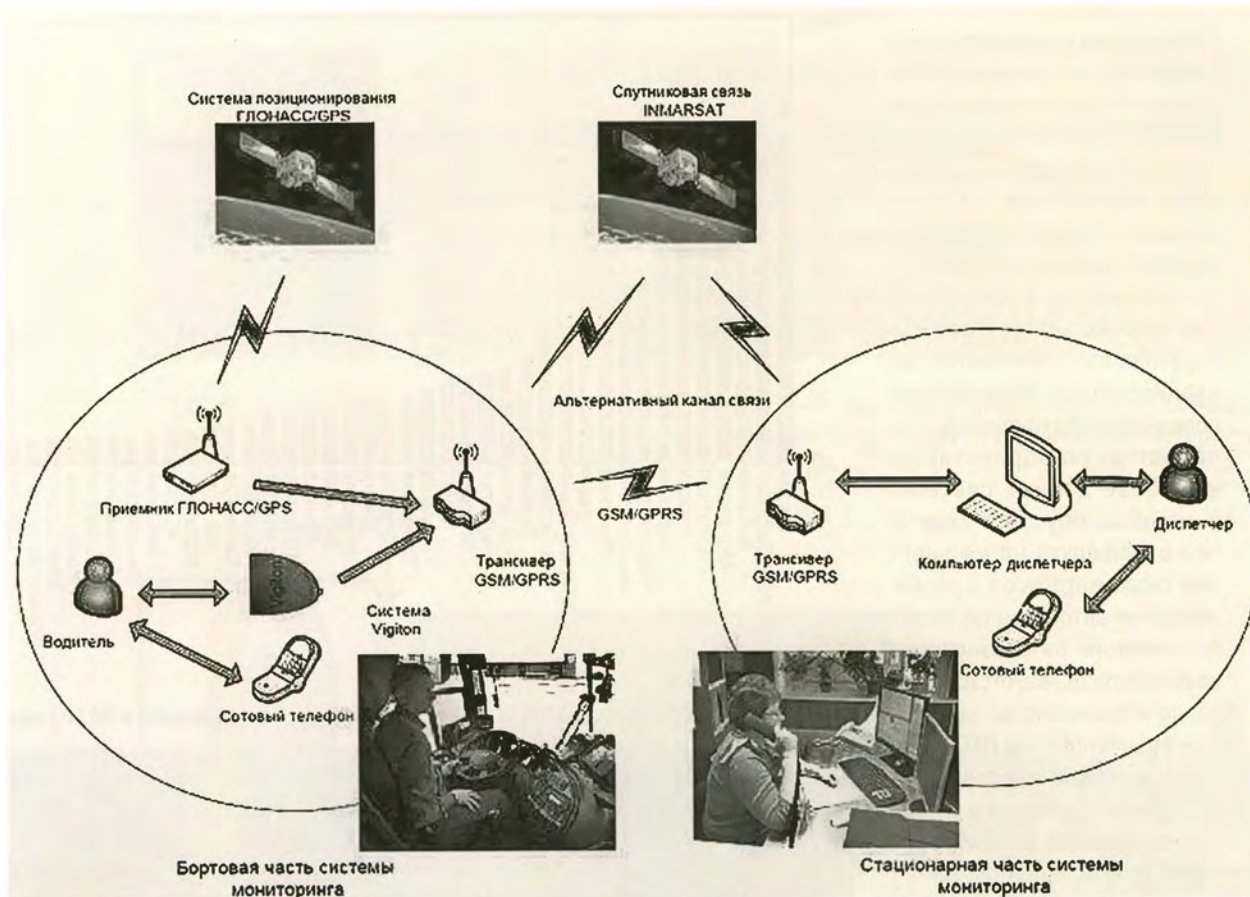


Рис. 2. Комплекс дистанционного контроля бдительности водителя

и контроль работы 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, 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 «Мострасавто», осуществляющего междугородные и межобластные перевозки. Интеграция осуществляется на основе использования средств вычислительной техники и средств связи АСУ «Навигация» и влечет следующий учет 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 ему маршрутах при обнаружении отклонений от запланированных показателей перевозочного процесса;
- оперативную корректировку в базе данных системы замены автобусов и водителей с маршрута на маршрут при сходе автобусов с линии, задержке 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.

В последнем варианте водитель использует систему «Нейрокома» под постоянным контролем диспетчера.

#### 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 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 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 расчете на один автомобиль) наша страна занимает одно из последних мест среди развитых стран (рис. 3).

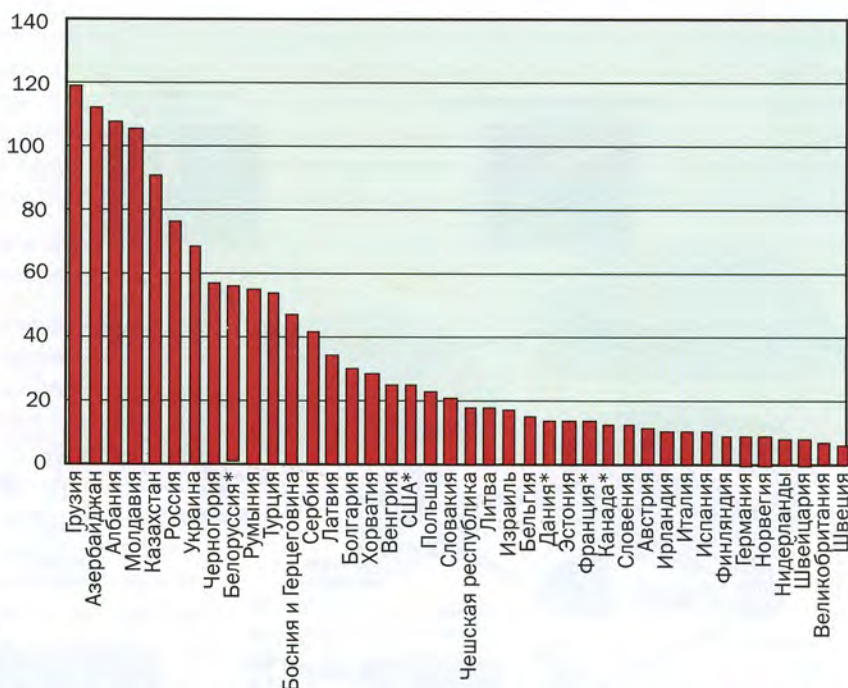


Рис. 3. Число погибших в ДТП на 100 тыс. легковых автомобилей в 2010 году



#### Заключение

Таким образом, включение системы дистанционного контроля бодрствования водителя в комплекс других перечисленных систем обеспечения безопасности перевозок позволит сократить количество ДТП и число погибших и пострадавших в них.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Horne J. A. Vehicle accidents related to sleep: a review /J. A. Horne, L. A. Reyner //Occup. Environ. Med.- 1999.- № 56.
2. Horne J. A. Sleep related vehicle accidents /J. A. Horne, L. A. Reyner //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. Behavioral, event-related potential and EEG/FFT changes at sleep onset /R. D. Ogilvie, I. A. Simons, R. H. Kuderian, T. MacDonald, J. Rustenburg //Psychophysiology.- 1991.- № 28.
6. Dorokhov V. B. On the possibility of using EDR for estimation of the vigilance changes /V. B. Dorokhov, V. V. Dementienko, L. G. Koreneva, A. G. Markov, V. M. Shakhnarovitch //Int. J. Psychophysiol.- 1998.- V. 30 /1-2/.
7. Способ контроля уровня бодрствования человека и устройство для его осуществления: пат. на изобретение № 2025731.

