

# Контроль состояния водителя за рулем и развитие интеллектуальных транспортных систем

**Д-р техн. наук В.В. ДЕМЕНТИЕНКО,  
канд. техн. наук А.П. ЮРОВ, инженеры  
И.И. ИВАНОВ, Д.В. МАКАЕВ  
(АО «НЕЙРОКОМ»)**

*В статье показана важность контроля состояния водителя с целью повышения безопасности движения. Рассмотрены различные методики контроля. Произведено обоснование выбора метода, основанного на анализе электродермальной активности, как обеспечивающего наименьшую вероятность опасного отказа. Описан принцип работы системы СПРВ-МТ. Обосновывается необходимость ускоренного внедрения интеллектуальных транспортных систем (ИТС).*

**Ключевые слова:** транспорт, засыпание водителя, контроль состояния, безопасность движения, интеллектуальные транспортные системы.

Из статистики МВД России известно, что около 80% ДТП происходят по вине водителя. При этом 20% ДТП с тяжелыми последствиями могут быть отнесены на счет низкого уровня бодрствования водителя, то есть снижение бдительности, состояние дремоты и засыпание за рулем [1, 2]. У водителя, чувствующего сонливость, ослабляется самоконтроль, и засыпание может наступить внезапно. В этом случае он создает угрозу не только для себя, но и для других участников движения. Таким образом, мы приходим к необходимости создания устройства контроля состояния водителя за рулем.

Очевидно, что до того момента, когда на дорогах РФ появятся беспилотные транспортные средства, необходима разработка

Заместитель Председателя правления АО «НК «КазАвтоЖол» Республики Казахстан Саканов Д.К. рассказал об опыте Республики Казахстан продления сроков службы цементобетонных покрытий автомобильных дорог за счет эффективного ремонта и содержания. Опытном устройстве защитных слоев мостового полотна с применением дисперсно-армированных бетонов в Республике Беларусь поделился Артимович В.С., заместитель начальника отдела испытаний мостов БелдорНИИ. Оськин Д.Н. (компания «Седрус») рассказал о ремонте транспортных сооружений с применением инновационных материалов.

Об инновационной технологии строительства цементобетонных покрытий автомобильных дорог с системой беспроводной зарядки электромобилей рассказал генеральный директор компании «Альянс Сервис» Семаш Д.В. Об основных факторах, влияющих на долговечность цементобетонных покрытий автомобильных дорог доложил Григоров А.С. (компания «МИРАСТРОЙ») О новых видах бетонов и их применении в транспортном строительстве остановились в своих докладах Чурилов Р.С. (компания «ЦЕМЕНТУМ») и Васильев Ю.Э. заведующий кафедрой дорожно-строи-

комплексной системы контроля и поддержания текущего психофизиологического состояния водителя, успешное внедрение которой будет способствовать повышению безопасности дорожного движения.

Методики оценки состояния водителя можно разделить на две группы: нефизиологические и физиологические [3, 4]. К нефизиологическим методикам относятся: контроль стиля вождения, контроль внешнего поведения человека (частота моргания; угол наклона головы; процент времени, в течение которого глаза закрыты на 80%; определение времени реакции на стимул). Физиологические методики основаны на анализе электрофизиологических показателей: ЭКГ, ЭЭГ, ЭДА (электродермальная активность).

В таблице приведены параметры различных технологий контроля состояния, полученные из литературных данных, а также по результатам экспериментов с засыпанием водителя. Значения для электродермальной активности получены при использовании как лабораторных данных, так и после анализа результатов подконтрольной эксплуатации приборов на железных дорогах России [5, 6]. Как следует из таблицы, наибольшей достоверностью обладает технология контроля текущего состояния водителя по параметру электродермальной активности [7]. Электродермальная активность (ЭДА) – это изменение сопротивления между двумя электродами, наложенными на кожу руки человека в области пальцев, ладони или запястья. Физическая составляющая ЭДА – кожно-гальваническая реакция (КГР) – характеризует психоэмоциональное состояние человека, в частности уро-

## Сравнение технологий контроля состояния водителей транспортных средств

Технология	$\lambda_s$ , 1/час	q, 1/час
Изменение «почерка» вождения	0,3	5
Рациональные действия	0,3	5
Пульс	0,3	7
Речь	0,2	5
Поза (тонус мышц)	0,2	5
Направление взгляда	0,2	3
Наклоны головы (тонус мышц)	0,1	2
Моргания	0,05	3
Окулограмма	0,05	2
ЭДА	0,0001	1
Микросаккады (потенциально)	0,001	–

*Примечание.*  $\lambda_s$  – интенсивность опасных отказов данной технологии, реализованной в виде макета или промышленного образца, q – среднее количество тревог за час работы водителя при использовании этих приборов.

тельных материалов МАДИ. О результатах исследований работоспособности герметизирующих материалов в различных условиях эксплуатации доложил генеральный директор компании САЗИ Гладков С.А. Доклад Челябинова Д.В., генерального директора ООО «НПФ Бастион», был посвящен инновационным технологиям и оборудованию для устройства защитных слоев дорожных покрытий. Впросам повышения безопасности дорожного движения посвятил свой доклад Климанов А.А. (ООО «Компания Би Эй Ви»).

В завершении конференции были заслушаны доклады Стржалковской Н.В. (компания «ЦЕМРОС») и Лариной Т.А., доцента кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» МАДИ о влиянии операционного контроля на повышение межремонтных сроков службы автомобильных дорог.

Участники конференции единодушно отметили, что широкое внедрение инновационных технологий и эффективных дорожно-строительных материалов в практику проектирования и строительства дорог позволит обеспечить увеличение сроков службы дорожных одежд и покрытий при возрастающем воздействии транспортных средств.



Рис. 1 Система СПРВ-МТ.

вель 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, связанных с засыпанием водителя за рулем автомобиля [8].

Взаимосвязь частоты импульсов ЭДА с уровнем бодрствования человека послужила основой для разработки системы контроля состояния водителя, получившей название СПРВ-МТ [9, 10] (рис. 1).

Система включает носимую часть, выполненную в виде браслета, стационарный блок, кнопку обратной связи и антенны для получения координат и передачи информации на удаленный сервер. Носимая часть снабжена электродами, посредством которых у человека непрерывно считывается информация об электрическом сопротивлении его кожи. Данные передаются в стационарный блок, где с помощью уникального алгоритма из них выделяются специфические импульсы КГР. Также в стационарный блок передается информация о рациональных действиях водителя по управлению транспортным средством, таких как нажатие на педаль тормоза, использование указателей поворота, включение ручного тормоза и т.п. После обработки данных определяется состояние водителя и в случае обнаружения признаков приближения релаксации система запускает функционал по активации водителя. Подтверждением возврата водителя в активное состояние считается появление импульса КГР, рациональное действие по управлению автомобилем либо нажатие кнопки обратной связи.

При встраивании системы СПРВ-МТ в комплекс управления движением существенно расширяются возможности диспет-

черского пункта. Данные о состоянии водителя в реальном времени передаются на удаленный сервер и после обработки в наглядном виде отображаются на экране вместе с данными о скорости, маршруте и местоположении транспортного средства (рис. 2).

Если водитель не реагирует на запросы системы, диспетчеру отправляется сообщение о том, что водитель на данном транспортном средстве находится в неработоспособном состоянии. После получения такого сообщения диспетчером принимается решение о дальнейших действиях: отправить ли водителю текстовое сообщение или связаться с ним по телефону и выяснить, нужна ли помощь. В отдельных случаях необходимо принимать решение о немедленной остановке рейса и замене водителя, так как согласно п. 2.7 Правил дорожного движения «водителю запрещается управлять ТС... в... утомленном состоянии, ставящем под угрозу безопасность движения». Реализация технологии дистанционного контроля состояния водителей при условии создания инструкции дает возможность своевременно реагировать на случаи снижения работоспособности, а также выявлять водителей, наиболее склонных к засыпанию за рулем.

При использовании системы СПРВ-МТ происходит повышение безопасности движения за счет того, что:

- повышается надежность работы водителя, который может контролировать свой уровень бодрствования;
- мониторинг состояния водителя производится непрерывно в процессе движения автомобиля независимо от текущей ситуации на дороге и без отвлечения водителя постоянными требованиями периодически подтверждать свое бодрствование;
- при снижении уровня бодрствования водителя ниже критического система СПРВ-МТ может выдавать команды различным исполнительным устройствам для активации водителя.

Системы мониторинга состояния водителя являются не альтернативой традиционному тахографическому контролю, а дают возможность значительно расширить функции тахографов. При интеграции систем мониторинга с тахографическим оборудованием контроль водителя осуществляется не только в части соблюдения режима труда и отдыха, но и по показателям текущего уровня работоспособности. Для этих целей определены следующие направления исследований:

1. Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач управления транспортными системами.
2. Разработка методов анализа и синтеза интеллектуальных транспортных систем.

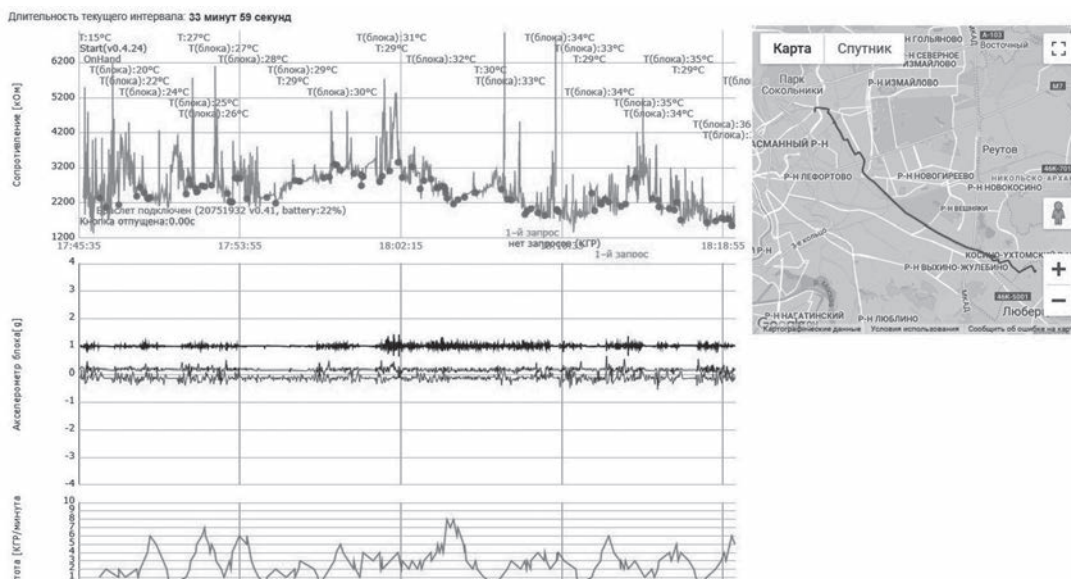


Рис. 2 Отображение данных от системы СПРВ-МТ на рабочем месте диспетчера.

3. Формализованные методы обработки, анализа и передачи информации в интеллектуальных транспортных системах, применение информационных, телематических и биоинформационных технологий для управления транспортными системами.

4. Методы синтеза и эффективного использования специализированного информационного и программного обеспечения.

Таким образом, одним из самых перспективных способов повышения безопасности дорожного движения и в итоге снижения смертности является широкомасштабное внедрение систем контроля состояния водителя за рулем. При дальнейшем развитии устройства контроля состояния должны стать составной частью интеллектуальных транспортных систем.

Результаты проведенных исследований используются в учебном процессе при подготовке студентов кафедры «Организация и безопасность движения, интеллектуальные транспортные системы» при проведении лекционных и практических занятий по курсу «Транспортная психология».

### 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. Бугаев А.С. Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста / А.С. Бугаев, С.В. Герус, В.В. Дементиевко [и др.] // Бюллетень ОУС ОАО «РЖД». – 2017. – № 2. – С. 21–41. – Текст : непосредственный.
6. Герус С.В. Уровень полноты безопасности систем контроля состояния водителя. / С.В. Герус, В.В. Дементиевко. // *Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник : Всероссийский институт научной и технической информации РАН.* – М., 2019. – № 9. – С. 72–75. – Текст : непосредственный.
7. Ogilvie R.D. Behavioral, event-related potential, and EEG/FFT changes at sleep onset / R.D. Ogilvie, I.A. Simons, R.H. Kuderian [et al.] // *Psychophysiology.* – 1991. – N 28. – Текст : непосредственный.
8. Dorokhov V.B. On the possibility of using EDR for estimation the vigilance changes / V.B. Dorokhov, V.V. Dementienko, L.G. Koreneva [et al.] // *Int. J. Psychophysiol.* – 1998. – V. 30(1–2). – Текст : непосредственный.
9. Патент 2282543 Российская Федерация. Телеметрическая система контроля бодрствования водителя транспортного средства : № 2005104304 : заявл. 18.02.2005 : зарег. 27.08.2006 / Дементиевко В.В., Марков А.Г., Фомин Д.Г., Шахнарович В.М.; патентообладатель Закрытое акционерное общество «НЕЙРОКОМ». – Текст : непосредственный.
10. Патент 2025731 Российская Федерация. Способ контроля уровня бодрствования человека и устройство для его осуществления : № 5003702 : заявл. 04.07.1991 : зарег. 30.12.1994 / Бонч-Бруевич В.В., Волковой В.Б., Дементиевко В.В., Кузнецов И.В., Марков А.Г., Меерзон Ю.М., Шахнарович В.М.; патентообладатель Закрытое акционерное общество «НЕЙРОКОМ». – Текст : непосредственный.

### MONITORING THE DRIVER'S CONDITION BEHIND THE WHEEL AND DEVELOPMENT INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS

D.Sc. Valeriy V. Dementienko, Dr. Alexandr P. Yurov, engineers Ilya I. Ivanov, Dmitry V. Makaev (JSC NEUROCOM)

The article shows the importance of monitoring the driver's condition in order to improve traffic safety. Various control techniques are considered. The choice of a method based on the analysis of electrodermal activity was substantiated as providing the lowest probability of a dangerous failure. The operating principle of the SPRV-MT system is described. The need for accelerated implementation of intelligent transport systems is substantiated.

Keywords: transport, driver falling asleep, condition monitoring, road safety, intelligent transport systems.

Статья поступила в редакцию 25.08.2024 г., принята к публикации 15.01.2025 г.

Авторы: **Дементиевко Валерий Васильевич**, д-р техн. наук, генеральный директор АО «НЕЙРОКОМ», e-mail: v.dementienko@neurocom.ru; **Юров Александр Павлович**, канд. техн. наук, заместитель генерального директора АО «НЕЙРОКОМ», e-mail: a.yurov@neurocom.ru; **Иванов Илья Игоревич**, начальник отдела АО «НЕЙРОКОМ», e-mail: i.ivanov@neurocom.ru, **Макаев Дмитрий Владимирович**, заместитель начальника отдела АО «НЕЙРОКОМ», e-mail: d.makaev@neurocom.ru. Адрес: 105082, Россия, Москва, ул. Б. Почтовая, 39с1.

## НОВЫЕ КНИГИ

УДК 625.71

ББК 39.311

**Силкин, В.В.**

Производство дорожно-строительных материалов / В.В. Силкин, А.П. Лупанов, А.С. Суханов, В.В. Рудакова, А.В. Силкин. М., Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. – 200 с. с ил., табл.

В учебном пособии рассмотрены вопросы организации асфальтобетонных и цементобетонных заводов, карьеров каменных материалов, предприятий по производству горных пород, битумно-эмульсионных баз. Изложены особенности технологии производства дорожно-строительных материалов на производственных предприятиях дорожного строительства. Даны рекомендации по рациональным складам каменных материалов, цемента, минерального порошка и битума. Освещены вопросы охраны труда и окружающей среды на производственных предприятиях дорожного строительства. Большое внимание уделено переработке и применению асфальтобетонного гранулята при производстве горячих, теплых и холодных асфальтобетонных смесей.

Учебное пособие предназначено для студентов старших курсов, магистров, аспирантов автодорожных вузов, может быть полезно для повышения квалификации инженерно-технических работников дорожной отрасли.

**Справки по тел.**

**8-638-539-33-45, 8-921-828-97-94**

УДК 625.72:656.11 (075.8)

ББК 39.8я73

**Сильянов, В.В.**

Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения: учебник / В.В. Сильянов. А.Н. Новиков. С.В. Еремин, А.Г. Шевцова. 2-е изд. псрераб. и доп. – Москва; Орёл; Белгород: Изд-во БЕТУ-2024. – 329 с.

В учебнике рассмотрены актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог и организации дорожного движения в условиях цифровой трансформации автотранспортной отрасли. Описаны теории транспортных потоков, пути практического использования этих теорий для оценки пропускной способности автомобильных дорог, эффективности принятого проектного решения, а также эффективности применения отдельных средств организации движения и внедрения цифровых решений в автотранспортной отрасли. Приведены результаты исследования закономерностей движения транспортных потоков в реальных дорожных условиях. Первое издание вышло в 1977 г.

Учебник предназначен для кадров высшей квалификации, научных работников, инженеров проектных дорожных организаций, служб организации движения и может быть использована аспирантами и студентами автомобильно-дорожных вузов, факультетов и институтов.

**Справки по тел. (+7) 499-155-01-81**