

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОТБОР И МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ

Д.Н. Бабин, В.В. Деметиенко, В.М. Шахнарвич, (ЗАО "Нейроком")

*Показана важность и актуальность проведения профессионального отбора и предрейсового контроля водителей различных видов транспорта. Представлены основные направления научных исследований в области выявления критериев для проведения мониторинга состояния водителя. Отмечено, что наиболее эффективны методы контроля за состоянием водителя, основанные на изучении параметров электродермальной активности.*

В России с ее огромной территорией транспорт объединяет в единый комплекс буквально все отрасли экономики. Резкое увеличение численности автомобилей в стране отражает значение транспорта в жизни современного общества, но и, как лакмусовая бумажка, выявляет проблемы безопасности дорожного движения, которые в прошлые десятилетия не ставились столь остро.

Аварийность на автомобильном транспорте — одна из острейших социально-экономических проблем, требующих разрешения на государственном уровне. Общее число погибших в ДТП за последние 10 лет в России эквивалентно населению среднего областного центра страны, а ежегодное число пострадавших в ДТП многократно превышает число жертв стихийных бедствий и техногенных катастроф. Практически треть числа погибших в ДТП составляют люди наиболее активного трудоспособного возраста (26...40 лет) ([www.gai.ru](http://www.gai.ru)).

Мировая практика свидетельствует, что на транспорте более 70% всех происшествий происходит по вине человека. В связи с этим важным направлением снижения аварийности является переложение функций обеспечения безопасности при управлении транспортным средством на технические средства. В то же время, даже при наличии совершенной транспортной техники и развитой дорожной инфраструктуры, человек, управляющий автомобилем, остается той ключевой фигурой, от которой зависит ситуация на дороге. Именно поэтому повышение надежности человеческого фактора является одним из основных направлений в работе по снижению числа ДТП.

### Профессиональный отбор и предрейсовый контроль водителей

Анализ причин ДТП, относящихся на счет водителя, позволяет разделить их на непосредственно связанные с водительской деятельностью и косвенно влияющие на водительские функции. При обычной записи данных о ДТП в протоколах расследования фиксируются почти всегда только прямые (явные) причины ДТП, которые устанавливаются на месте происшествия. Скрытые причины ДТП почти никогда не устанавливаются, а выявляются лишь в ходе психологического исследования поведения водителей, предшествующего ДТП. Частой причиной снижения надежности водителя является снижение уровня бодрствования или явления, физиологически близкие к нему, особенно в ночное время.

Вообще, существует целый ряд психологических и психофизиологических качеств водителей, непосред-

ственно влияющих на безопасность движения. К профессионально значимым качествам водителей относятся, наряду с другими: особенности зрительного восприятия скорости, расстояния и пропорций предметов; концентрация, распределение, устойчивость внимания, не восприимчивость к помехам, высокая стрессоустойчивость. Общепринято, что скорость реакции чрезвычайно важна для водителя. Однако установлено, что хороший водитель в сложных аварийных ситуациях обычно реагирует даже несколько медленнее, чем плохой, ибо в подобных случаях надо действовать точно и наверняка, поэтому для безопасности дорожного движения чрезвычайно значима скорость реакции выбора.

Конечно, нельзя запретить человеку водить автомобиль, если он имеет законно полученные права на управление транспортным средством. Но работодатель имеет право на выбор сотрудников по тем критериям, которые он считает необходимыми для кандидата. Да и самому водителю стоит знать о том, в каких условиях движения для него возрастает вероятность ДТП. Отсюда следует, что психофизиологический профессиональный отбор, является необходимым средством повышения безопасности движения. Например, до введения отбора на железных дорогах СССР 5% профессионально непригодных по психофизиологическим качествам машинистов совершали 40% случаев нарушения безопасности движения [1].

Автоматизированные системы, в которые заложены методики отбора, существуют уже много лет и производятся для нужд железнодорожного, автомобильного и авиационного транспорта. Также разработаны специальные психофизиологические тренажеры для наработки профессионально значимых психофизиологических качеств водителя.

### Мониторинг функционального состояния водителя в поездке

Известно, что во время длительных рейсов, особенно ночных, существует реальная опасность снижения уровня бодрствования у водителя транспортного средства, вплоть до засыпания в процессе вождения. Зачастую всевозможные средства борьбы с сонливостью оказываются недостаточно эффективными во время длительного рейса. По этим причинам особое значение приобрела задача создания автоматической системы для постоянного контроля за состоянием водителя.

Необходимо разрабатывать методы, определяющие наличие предвестников сна и глубокой релаксации. Исходя из общих представлений о физиологических коррелятах сна, известны возможные показатели: тонус мышц, кардиопульс со всеми современными видами его обработки, электродермальная активность, всевозможные формы контроля за глазами (окулограмма, частота и скорость мигания) и электроэнцефалограмма. За последние 20 лет патентная литература по данному вопросу составила изрядную библиотеку, но успешной практической реализации достигли не многие.

Результаты исследований в этой области, полученные компанией Нейроком, оказались неоднозначными. Наибольшую перспективу имели электродермальная активность, тонус шейных мышц, скорость и продолжительность миганий и некоторые поведенческие реакции (например, почерк вождения). Оказалось, что на основе отобранных показателей достаточно легко сделать "будильник", т.е. прибор, который разбудит уже заснувшего водителя.

Далее были сформулированы общие медико-технические требования к разрабатываемой технологии:

- система должна обнаруживать психофизиологические состояния, предшествующие сну и выработать предупредительную команду водителю о необходимости мобилизации с вероятностью опасной ошибки не хуже 10-4;

- возможные избыточные срабатывания прибора (неопасные ошибки) на фоне ранних этапов релаксации у части людей с точки зрения обеспечения безопасности движения не являются опасными.

При такой постановке задачи не выдержало испытаний большинство показателей, кроме видеоконтроля глаз и лица, а также электродермальной реакции.

В настоящее время именно видеоконтроль считается наиболее перспективным. Типичные визуальные характеристики, которые видны у человека со сниженным уровнем бдительности — медленное движение век [2, 3], меньшая степень открытости глаз (или даже закрытые глаза), частые кивки [4], зевота, застывший взгляд (сужение поля зрения), вялость в выражении лица. Использование этих характеристик становится все более популярным подходом для контроля усталости и оценки уровня бдительности водителя посредством визуального наблюдения с использованием современных видеотехнологий. Однако возникают трудности, когда требуемые визуальные характеристики не могут быть измерены точно или надежно.

Специалистами ЗАО "Нейроком" была проделана научно-исследовательская работа для выяснения возможности технологий контроля состояния по характеристикам морганий. Известно несколько сотен патентов, связанных с определением засыпания человека по морганиям глаз, по моментам закрывания/открывания глаз, по параметрам морганий, "кластерам медленных морганий". Однако эксперименты показали, что длительность морганий и интервалы между ними в состоянии бодрствования у отдельных лиц и в

разных экспериментах могут различаться вдвое и более, а могут встречаться у людей и без заметной потери бдительности. Оказалось очень трудно, а иногда и невозможно, отличать моргания от всех случаев произвольного закрывания глаз. Возможно, именно поэтому к настоящему времени не появились действующие системы с анализом видеоизображения глаз.

Электродермальная активность (ЭДА) оказалась существенно более легко интерпретируемым и в конечном итоге более надежным маркером состояния. Основные параметры ЭДА адекватно отражают уровень активации организма и при этом достаточно легко поддаются объективной регистрации, что является немаловажным достоинством, поскольку речь идет о создании устройства для автоматического контроля.

Явление ЭДА стало предметом изучения физиологов, начиная с 80-х г. прошлого века, когда Шарль Фере (Fere, 1888) показал, что электрическое сопротивление кожи человека пропускаемому току есть величина непостоянная, а подверженная изменениям. Быстрое изменение ЭДА на несколько сотен Ом или кОм в ответ на сенсорную или эмоциональную стимуляцию, возникающее через 1...4 с после действия стимула и длящееся 5...10 с, сменяется восстановлением исходного уровня сопротивления. Это явление носит название кожно-гальванической реакции (КГР). Однако понятие КГР в широком смысле может включить и медленные изменения кожной проводимости [5, 6]. ЭДА является коррелятом активного бодрствования и угасает уже на этапе снижения функции внешнего внимания, что особенно важно для целей контроля бодрствования водителя, поскольку для него переключение внимания является профессионально важным действием, совершаемым постоянно.

Исследования проводились в течение 15 лет. В общей сложности проведено более 14 тысяч различных экспериментов на лицах обоего пола в возрасте 20...60 лет. Был проведен небольшой объем исследований вьетнамцев и африканцев. Часть исследований проводили в климатической камере при температурах окружающей среды 30°C и -14°C в течение 5 часов. Полученные данные исследований [7] показали, что по параметрам ЭДА возможно эффективно контролировать бодрствование субъекта и предупреждать его засыпание.

И на основе результатов этих исследований была разработана система контроля оператора. Более 5 тыс. таких приборов, получивших название "Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста" (ТСКБМ), используются уже в течение 11 лет на железных дорогах России. Система является беспроводной и включает носимую машинистом часть, выполненную в виде наручных часов, и стационарный локотивный комплект.

От носимой части по радиоканалу информация поступает на приемник и затем обрабатывается в кон-

троллере. ТСКБМ следит за физиологическим состоянием машиниста и на индикаторе показывает его уровень бодрствования в виде желтой светящейся линейки переменной длины. При снижении уровня бодрствования машиниста ниже критического ТСКБМ приводит в действие механизм автоматического экстренного торможения. Машинисту дается возможность несколько раз отодвинуть момент торможения, нажимая на рукоятку бдительности по свистку электропневматического клапана. Если машинист в течение этого времени восстановит нормальную работоспособность, экстренного торможения не произойдет.

В настоящее время появилась "Телеметрическая система контроля бодрствования водителя" VIGITON®, предназначенная для непрерывного контроля физиологического состояния водителя автотранспортного средства и предотвращения его перехода из активного состояния в состояние психофизиологической релаксации или дремотную стадию сна; а также выдачи команды для включения исполнительных устройств безопасности в случае невозможности активного работоспособного состояния, потери сознания или смерти. Функциональное состояние водителя определяется в соответствии с выработанными критериями по результатам непрерывного измерения электродермального сопротивления. Устройство препятствует наступлению сна, подавая сигнал тревоги за несколько десятков секунд до наступления этого состояния.

Устройство содержит: носимые части, выполненные в виде браслета и перстня с электродами, блоком первичной обработки информации, передатчиком со сменным источником питания; приемное устройство с блоком вторичной обработки информации; блок индикации состояния водителя, сопряженный с устройствами активной безопасности автомобиля. Устройство сконструировано в соответствии с международным стандартом безопасности IEC 61508.

#### Технические характеристики

Дальность радиоканала, м .....	≥5
Продолжительность непрерывной работы, ч .....	≥1000
Вес носимой части, г .....	15
Наработка на отказ, ч .....	50 тыс.

*Бабин Дмитрий Николаевич – д-р физ.-мат. наук, научный консультант,  
Дементюенко Валерий Васильевич – канд. физ.-мат. наук, первый зам. ген. директора,  
Шахнарович Вячеслав Маркович – канд. мед. наук, ген. директор ЗАО "Нейроком".  
Контактные телефоны: (495) 362-71-21, 362-79-07, 362-75-91. [Http://neurocom.ru](http://neurocom.ru)*

#### Пьезокерамические кнопки от InduKey – новый стандарт качества

"Ниеншанц-Автоматика", партнер компании InduKey в России, представляет новые промышленные клавиатуры с пьезо-кнопками. Их основное преимущество по сравнению с аналогами от других производителей – исключительно длительный срок службы и минимальные затраты на обслуживание. Новая линейка продукции построена на базе технологии RUGEDX. Это совместная разработка специалистов InduKey и компании Varan, ведущего производителя переключающих элементов.

RUGEDX – результат усовершенствования уже доказавшей свою надежность технологии EverSwitch. Однако, сохраняя все

Водительская деятельность, как и любая сложная деятельность в системах "человек-машина", предъявляет особые психологические требования к людям, садящимся за руль. В реальной практике необходимо применение автоматизированных систем, которые включают все основные аспекты оценки уровня профессионально важных для водителя психологических качеств. Полученная информация позволит также определить те качества у работников, которые требуют тренировки, чтобы предупредить совершение ДТП. Дополнение медицинского предрейсового контроля оценкой психофизиологического состояния водителя снизит вероятность совершения им ДТП.

Для снижения вероятности аварийных ситуаций, связанных с ухудшением текущего состояния водителя в рейсе, необходимо осуществлять непрерывный контроль его физиологического состояния. Это поможет избежать снижения уровня бдительности водителей непосредственно во время работы.

#### Список литературы

1. *Нерсесян Л.С.* Железнодорожная психология. М.: ООО Фирма РЕИНФОР. 2005.
2. *Wierwille W.W.* Overview of research on driver drowsiness definition and driver drowsiness detection. ESV, Munich. 1994.
3. *Dinges D.F., Mallis M., Maislin G. & Powell J.W.* Evaluation of techniques for ocular measurement as an index of fatigue and the basis for alertness management. Department of Transportation Highway Safety Publication 808 762, April 1998.
4. Anotation. Proximity array sensing system: head position monitor/metric. Advanced Safety Concepts, Inc., Sante Fe, NM87504. 1998.
5. *Williams L.M., Brammer M.J., Skerrett D., Lagopolous J., Rennie C., Kozek K., Olivieri G., Peduto T., Gordon E.* The neural correlates of orienting: an integration of fmri and skin conductance orienting. Neuroreport 2000 Sep 11;11(13): 3011-5.
6. *Gallo L.C., Smith T.W., Kircher J.C.* Cardiovascular and electrodermal responses to support and provocation: interpersonal methods in the study of psychophysiological reactivity. Psychophysiology 2000. May. 37(3).
7. *Дементюенко В.В., Дорохов В.Б., Коренева Л.Г., Марков А.Г., Шахнарович В.М.* Особенности электродермальной активности при изменении уровня бодрствования человека // Журнал высшей нервной деятельности. т. 49. №6. 1999.

возможности традиционной технологии, имеет по сравнению с ней целый ряд преимуществ. Новые кнопки за счет полной изоляции поверхности могут применяться не только в условиях высокой влажности и запыленности, химически агрессивной среды, больших перепадов температуры, но также во взрывоопасных зонах. Широкий ассортимент покрытий (алюминий, пластик и т.д.) позволяет использовать их в вандалозащищенных клавиатурах и клавиатурах с резиновым покрытием. Кроме того, по требованию заказчика пьезокерамические кнопки могут быть реализованы в устройствах ввода, изготавливаемых под заказ.

[Http://www.nnz-ipc.ru/indukey/index.html](http://www.nnz-ipc.ru/indukey/index.html)