

Системы и мероприятия для повышения безопасности движения в связи с человеческим фактором

1. ВВЕДЕНИЕ

Аварийность на автомобильном транспорте - одна из острейших социально-экономических проблем, требующих разрешения на государственном уровне. Общее число погибших в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) за последние 10 лет в России эквивалентно населению среднего районного центра страны, а ежегодное число пострадавших в ДТП многократно превышает количество жертв стихийных бедствий и техногенных катастроф. Практически треть числа погибших в ДТП составляют люди наиболее активного трудоспособного возраста (26-40 лет) [1].

Мировая практика и результаты анализа, проведенного нами по заданию Минтранса РФ, свидетельствует, что на транспорте более 65% 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, такие как активные и пассивные системы автомобильной безопасности, технические средства транспортной инфраструктуры.

В то же время, даже при наличии совершенной транспортной техники и развитой дорожной инфраструктуры, человек, управляющий автомобилем, остается той ключевой фигурой, от которой, в конечном итоге, зависит ситуация на дороге. На водителя ложится ответственность за жизни пассажиров и сохранность ценных, а порой и опасных, грузов. Именно поэтому, повышение надежности управляющей деятельности человека является одним из основных направлений в работе по снижению количества дорожно-транспортных происшествий.

2. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Анализ причин ДТП, которые относят 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 водителя, предшествующего ДТП. Например, утомление водителя как причина ДТП может быть не обнаружено на месте происшествия, так как если водитель не получил серьезных повреждений, он довольно сильно возбужден в результате ДТП. Лишь после определенного профессионального анализа в некоторых случаях удается установить, что водитель был в состоянии утомления от многочасовой поездки. Частой причиной снижения надежности водителя является даже не утомление, а засыпание или явления, физиологически близкие к нему, особенно в ночное время. Нередко это означает, что такой водитель по своей природе монотононеустойчив.

Существует целый ряд психологических и психофизиологических качеств водителей, непосредственно влияющих на безопасность движения. Некоторые из

этих качеств закладываются в раннем детстве, и не подвержены тренировке. Другие могут быть улучшены тренировкой или скомпенсированы смежными качествами.

К профессионально значимым качествам водителей относятся, наряду с другими:

- особенности зрительного восприятия скорости, расстояния и пропорций предметов;
- концентрация, распределение, устойчивость внимания, невосприимчивость к помехам;
- 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. Повышенная склонность к рискованным манерам поведения напрямую связана с частотой нарушений правил дорожного движения и ДТП [2].

Из этого небольшого перечисления видно, что хороший водитель – это, не только овладевший всеми тонкостями управления автомобилем, человек, но и индивидуум, имеющий необходимый для данного вида движения набор психофизиологических качеств.

2.1. Профессиональный отбор и предрейсовый контроль водителей

Статистика показывает, что вероятность аварий, совершаемых повторно одним и тем же человеком выше, чем в среднем по популяции. Более 20% водителей, совершивших ДТП, в течение года совершают повторные нарушения, причем в 60% случаев аналогичные предшествующим по внешним признакам и в 90% по психологической структуре действий. Это означает либо низкий уровень квалификации водителя, либо его непригодность по психофизиологическим качествам к выполнению данной работы. Последний тезис наглядно иллюстрируется опытом работы психологической службы Российских железных дорог. До введения психофизиологического отбора на железных дорогах России 5% машинистов совершали 40% аварийных происшествий [3]. После того как при приеме на работу и в школы машинистов был введен психофизиологический отбор кандидатов, эта статистика изменилась радикально. Повторность попадания машинистов в аварии снизилась до 2-5%.

Конечно, нельзя запрещать человеку водить автомобиль, если он имеет законно полученные права на право управления транспортным средством. Но работодатель, безусловно, 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. Автоматизированные системы, в которые заложены методики отбора, существуют уже много

лет и производятся для нужд железнодорожного [4,5], автомобильного [6] и авиационного транспорта [7]. Мы также разработали ряд устройств, автоматически обеспечивающих реализацию психофизиологического профессионального отбора.

2.2.1. Универсальный психодиагностический комплекс

Для профессионального отбора водителей разных видов транспорта, а так же кандидатов на эту должность, нами разработан Универсальный Психодиагностический Комплекс (УПДК), который широко используется на железных дорогах РФ и на некоторых автомобильных транспортных предприятиях. Этот комплекс содержит психофизиологические методики и психологические тесты. Фактически он представляет собой автоматизированное рабочее место психолога. В него, в частности, входят такие методики, как:

- оценка уровня бдительности и готовности к экстренным действиям в условиях монотонии;
- оценка характеристик внимания (скорости переключения внимания, помехоустойчивости, объема и распределения внимания);
- оценка скорости сложной двигательной реакции и времени выбора;
- оценка стрессоустойчивости;
- оценка глазомера;
- оценка склонности к риску.

Эти методики позволяют не только отобрать работников водительских профессий по уровню развития профессионально важных качеств, но и дифференцировать их по специализации (водители городских и междугородних автобусов, большегрузных машин, автомобилей по перевозке опасных грузов и других видов), для чего разработаны и апробированы соответствующие критерии.

Кроме этого, в комплекс входят прибор «Гомеостат» и дополнительный блок личностных тестов, которые позволяют априорно сделать вывод об особенностях поведения предполагаемых пар водителей, если им нужно будет совместно работать. Это особенно важно для обеспечения надежности работы напарников по критериям профессиональной, психофизиологической и социально-психологической совместимости.

2.2.2. Тренажер для повышения уровня профессионально важных психологических качеств

Если профессионально важные качества водителя ухудшились в результате болезни или других причин, они могут быть восстановлены путем тренировки на специальных психофизиологических тренажерах. Эти системы часто совсем не похожи на обычный автомобильный тренажер. Но они позволяют человеку улучшить некоторые его качества, либо развить другие, которые могут скомпенсировать недостаточно развитые или утраченные [8].

В состав тренажера входят методики, разработанные на основе современных достижений психологии, каждая из которых позволяет развивать наряду с основным тренируемым качеством и другие взаимосвязанные качества, что дает

наиболее эффективный результат. Однако акцент в каждой из них имеет направленность на конкретное психологическое качество.

Тренажер позволяет:

- повышать все характеристики внимания, памяти и способности эффективно и быстро обрабатывать поступающую информацию,
- развивать устойчивость функционирования восприятия в сложных условиях (тренировка помехоустойчивости, стрессоустойчивости, монотонности, эмоциональной устойчивости),
- тренировать одновременно более двух профессионально важных психологических качеств, что делает тренировку более эффективной (комплексная направленность тренировочных методик),
- повысить эффективность обучения при подготовке водителей, машинистов, диспетчеров.

В тренажере предусмотрена регулировка степени сложности заданий, что дает возможность повышать уровень профессионально важных психологических качеств в широком диапазоне, с учетом требований профессии.

2.2.3. Автоматизированная система экспертного определения состояния здоровья

Хороший водитель, который имеет достаточные профессиональные навыки и удовлетворительные психофизиологические качества, может прийти на работу не готовым к ней. Т.е. перед началом работы он может не соответствовать тем результатам, которые показал в ходе тестирования при приеме на работу. Причины могут быть разные: болезнь, усталость, психологический дискомфорт и т.п. Поэтому необходимо контролировать текущее общее состояние здоровья водителя.

Нами разработана система, в которую входят общепринятые и оригинальные методики тестирования. Эта система в автоматическом режиме быстро и надежно определяет состояние водителя перед рейсом. Системой определяются как параметры состояния человека, для которых существуют медицинские нормы, так и не описанные в нормативах ВОЗ. В этом случае естественным критерием являться индивидуальная норма данного человека [9].

Алгоритм работы системы следующий:

В течение некоторого времени накапливается база данных, которая позволяет установить среднее, индивидуальное для этого человека, значение следующих физиологических параметров организма:

- артериального давления и пульса;
- треморометрической пробы;
- сложной зрительно-моторной реакции.

При каждом последующем обследовании измеренные параметры сравниваются с соответствующими средними значениями и, при наличии значительных отклонений, принимается решение о не готовности водителя к рейсу и о необхо-

димости более глубокого обследования. Кроме того, каждый раз контролируется присутствие в кардиопульсе опасных аритмических показателей, которые могут свидетельствовать о вероятной болезни сердца.

2.3. 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. Иногда сонливость нарастает постепенно, в других случаях отмечаются мгновенные «провалы» внимания, и транспортное средство на какое-то время оказывается фактически неуправляемым. Зачастую всевозможные средства борьбы с сонливостью, начиная от строгого соблюдения режима труда и отдыха и кончая физическими упражнениями, рекомендованными к использованию во время работы, оказываются недостаточно эффективными во время длительного рейса.

По этим причинам особое значение приобрела задача создания автоматической системы для постоянного контроля состояния водителя [9]. Очень часто исследователи ставят задачу разработки метода, надежно определяющего наступление сна у водителя. Это ошибочный подход, поскольку водитель становится опасным при управлении движущимся транспортным средством уже в состоянии глубокой релаксации. Отсюда следует, что необходимо разрабатывать методы, определяющие наличие предвестников сна и глубокой релаксации, либо методы поддержания работоспособного состояния водителя, которые с заданной достоверностью гарантируют, что водитель не окажется в опасном состоянии.

Нами была поставлена задача разработки такого метода и создания системы для водителей и машинистов. Наибольшую перспективу имели электродермальная активность, тонус мышц, скорость и продолжительность миганий и некоторые поведенческие реакции (например, почерк вождения). В результате наших исследований было установлено, что электродермальная активность существенно более легко интерпретируема и, в конечном итоге, является более надежным маркером физиологического состояния водителя.

Явление электродермальной активности (ЭДА) стало предметом изучения физиологов, начиная с 80-х годов 19-го века, когда Шарль Фере (Fere) показал, что электрическое сопротивление кожи человека пропускаемому току есть величина не постоянная, а подверженная изменениям. Быстрая компонента этого изменения получила название «кожно-гальваническая реакция» КГР. Электродермальная активность является коррелятом активного бодрствования и угасает уже на этапе снижения функции внешнего внимания [13,14], что особенно важно для целей контроля бодрствования водителя, поскольку для него переключение внимания является профессионально важным действием, совершаемым постоянно. Основные компоненты электродермальной активности адекватно отражают уровень активации организма и, при этом, достаточно легко поддаются объективной регистрации, что, разумеется, является немаловажным достоинством, поскольку речь идет о создании устройства для автоматического контроля.

Для практической реализации автоматизированного мониторинга с использованием регистрации ЭДА необходимо было проделать большой объем работы по верификации методики. Одним из самых главных вопросов был: как отличить действительную ЭДА от артефакта движения? Эта проблема была решена с помощью алгоритма распознавания образов.

Исследования проводились в течение 17 лет. В общей сложности проведено более 7 тысяч различных экспериментов на лицах обоего пола в возрасте от 20 до 60 лет. Часть исследований проводили в климатической камере при температурах окружающей среды $+40^{\circ}\text{C}$ и -14°C . При высоких температурах и повышенном потоотделении сопротивление кожи существенно снижается, а величины сигналов, и в частности регистрируемой КГР, возрастают. При охлаждении кистей рук общее сопротивление кожи возрастает, а величина КГР снижается и при охлаждении поверхности кисти руки ниже $+26^{\circ}\text{C}$ практически не регистрируется. Однако следует иметь в виду, что это - очень сильное охлаждение кистей рук, практически на уровне отмерзания.

Полученные данные исследований [15,16] показали, что по параметрам ЭДА возможно эффективно контролировать бодрствование субъекта и предупредить его засыпание. При этом надо помнить, что бодрствование может быть разным. Бодрствование водителя за рулем автомобиля, очевидно, отличается от бодрствования математика за рабочим столом. Поскольку ЭДА является коррелятом функции внешнего внимания, то прибор, построенный на ее основе, эффективно поддерживает те состояния, при которых человек часто переключает внимание между релевантными объектами. Водитель во время движения именно это и делает. Математик углублен в себя, его функция внешнего внимания сужена, и система на основе ЭДА будет стремиться перевести его в состояние, необходимое для водителя. Некоторые водители во время движения позволяют себе расслабиться и сузить функцию внешнего внимания, если, по их мнению, на дороге все спокойно. Такая система контроля будет «заставлять» водителя вернуться в состояние активного внимания, при этом такие водители говорят, что у системы много «ложных» срабатываний. Таким образом, система контроля на основе ЭДА поддерживает определенное состояние бодрствования у человека, считая все остальные состояния опасными. При таком контроле нами подтверждено, что вероятность пропуска человека в сон не превышает 10^{-4} .

На основе результатов этих исследований была разработана система контроля функционального состояния оператора. Такие системы под наименованием «Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста» используются уже более чем 7 тысячами машинистами уже в течение 11 лет на железных дорогах России. Общая наработка составляет 45 миллионов человеко-часов. За все время эксплуатации систем не зафиксировано ни одного случая аварии по причине засыпания машиниста.

В настоящее время появилась серийная система прибор для водителей автотранспорта, которая выпускается в модификациях для профессионалов и автолюбителей.

Основу системы составляют датчики измерения электрического сопротивления кожи, которые выполнены в виде перстня и браслета и располагаются соответственно на пальце и на запястье руки водителя. Сигнал, характеризующий

электродермальную активность вместе с мешающим сигналом, вызванным артефактами движения, предварительно обрабатывается микроконтроллером датчика и передается по радиоканалу в стационарную часть системы. В стационарной части происходит выделение полезного сигнала и его анализ.

Система предупреждает водителя звуковым и световым сигналом о приближении его физиологического состояния к аварийно-опасному уровню, для того чтобы вернуть его в состояние, необходимое для управления автомобилем. В случае, если водитель не предпринимает никаких действий, чтобы вернуться в состояние активного внимания, система оповещает других участников движения о том, что транспортное средство неуправляемо, включением внешних аварийных звуковых и световых сигналов. В зависимости от комплектации автомобиля системами активной безопасности, возможно предпринимать и другие предупредительные меры, например, инициировать легкое торможение.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Водительская деятельность, как и любая сложная деятельность в системах «человек-машина», предъявляет особые психологические требования к людям, садящимся за руль. Каждый работодатель и отдельный водитель должны это учитывать и принимать все необходимые меры для повышения безопасности дорожного движения.

В реальной практике необходимо применение автоматизированных систем, которые включают в себя все основные аспекты оценки уровня профессионально важных для водителя психологических качеств. Полученная информация позволяет также определить те качества у работников, которые требуют тренировки, чтобы предупредить совершение ДТП из-за снижения их уровня.

Дополнение медицинского предрейсового контроля, оценкой психофизиологического состояния водителя снижает вероятность совершения им ДТП из-за ухудшения его профессиональных качеств, произошедших в результате перенесенной болезни или по причинам не соответствующей подготовки к работе.

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.

4. ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная инспекция безопасности дорожного движения. Статистика ДТП. <http://www.gai.ru>
2. *Клебельсберг Дитер*. Транспортная психология. **Монография. Пер. с нем./ Под ред. В.Б. Мазуркевича. – М.: Транспорт, 1989.**
3. *Л.С.Нерсесян*. Железнодорожная психология. **Монография. М. ООО Фирма РЕИНФОР, 2005.**
4. *Кремез А.С., Чирков Б.П.* Снижение вероятности возникновения аварий и браков в работе локомотивных бригад, связанных с человеческим факто-

- ром. **Материалы сетевой научно-практической конференции «Человеческий фактор и безопасность движения поездов»**, Н-Новгород, 2-3 марта 2006, с.54.
5. *Атьков О.Ю., Вильк М.Ф., Капцов В.А.* Руководство по медицинской реабилитации работников железнодорожного транспорта при начальных стадиях и лёгких формах заболеваний, связанных с профессией. **Москва, ООО Фирма «РЕИНФО», 2006. с.99-106.**
 6. *Батищева Г.А.* Применение гипотензивных средств у лиц операторских профессий. Медицина труда и промышленная экология. №3, 2006г.
 7. *Власов В.Д., Рябова Т.Я., Шлапк В.Н.* Новые возможности обеспечения безопасности полётов при проведении предсменного контроля лётно-диспетчерского состава гражданской авиации. **Материалы V Международного научно-практического конгресса «Человек в экстремальных условиях: здоровье, надёжность и реабилитация»**, Москва 16-20 октября, с.20.
 8. *Кремез А.С., Чирков Б.П., Андреев В.Е.* Психологические аспекты профессиональной деятельности водителей. **Материалы Международного автотранспортного Форума (МАФ)**, Москва, 1-4 ноября 2005.
 9. *Шахнарович В.М.* Наши дороги станут безопаснее, если... **Отечественные и зарубежные автомобили. №3, 2004.**
 10. *Wierville, W.W.* Overview of research on driver drowsiness definition and driver drowsiness detection. **ESV, Munich. 1994**
 11. *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.**
 12. Anotation. Proximity array sensing system: head position monitor/metric. **Advanced Safety Concepts, Inc., Sante Fe, NM87504. 1998**
 13. *Williams LM, Brammer MJ, 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**
 14. *Gallo LC, Smith TW, Kircher JC.* Cardiovascular and electrodermal responses to support and provocation: interpersonal methods in the study of psychophysiological reactivity. **Psychophysiology 2000 May;37(3):289-301**
 15. *Дементиенко В.В., Дорохов В.Б., Коренева Л.Г., Марков А.Г., Шахнарович В.М.* Особенности электродермальной активности при изменениях уровня бодрствования человека. **Журнал высшей нервной деятельности т. 49 N6 с.926-935, 1999**
 16. *В.В. Дементиенко, А.Г. Марков, Л.Г. Коренева, В.М. Шахнарович* Автоматизированная система контроля бодрствования оператора по физиологическому показателю. **Биомедицинская электроника, 29/1, стр. 157-171, 2001**