

Поддержание работоспособности водителей в темное время суток с помощью технических средств – важный фактор в обеспечении безопасности дорожного движения.

П. Л. Лаврентьев

Проблема человеческого фактора в связи с безопасностью движения на всех видах транспорта настолько актуальна, что уже не требует какого либо специального обсуждения. На дорогах России по причине транспортных происшествий ежегодно гибнут и становятся инвалидами тысячи людей.

Мировая практика свидетельствует, что на транспорте более 40% всех происшествий происходит по вине человека. При высоких скоростях движения человек уже просто не успевает адекватно управлять транспортным средством. В таком случае адекватным направлением снижения аварийности является переложение функций безопасности при управлении автомобилем на технические средства.

В то же время, учитывая то обстоятельство, что человек более эффективен в нестандартных ситуациях, чем автоматика, его роль остается решающей, хотя он все больше и больше работает в режиме оперативного контроля, а не управления.

В таком случае, деятельность водителя протекает на фоне монотонии, оперативного ожидания, или по своей сути является жестко детерминированной. Частой причиной снижения надежности является засыпание или явления физиологически близкие к нему, особенно в ночное время. Существуют и другие виды ухудшения или внезапной потери работоспособности. Таким образом, актуальной оказывается задача предупреждения возникновения подобных состояний, а если такое опасное состояние все же возникло, диагностировать его и обеспечить своевременное автоматическое включение необходимых аварийных средств.

Особое место в обеспечении безопасности занимает движение автотранспорта в ночное время суток. Эта проблема, как может быть никакая иная, имеет отношение к физиологии и психологии водителя.

Как известно, все физиологические функции человека претерпевают суточные колебания. Причем, эти колебания мало зависят от того спит человек или бодрствует, если только он не переходит на исключительно ночной образ жизни. Даже в таких профессиях как путевые и тоннельные рабочие метрополитена, где люди всю жизнь работают исключительно в ночное время суток, суточные ритмы физиологических функций претерпевают незначительные изменения, поскольку человек только отсыпается утром, а далее в дневное время и по выходным дням в отпуске живет как все люди.

На графике (Рис. 1) представлены общие закономерности динамики базового уровня основного обмена, температуры тела, уровня электрического сопротивления кожи, общей работоспособности и порогов зрительного анализатора в зависимости от времени суток. Можно видеть, что в ночное время снижается уровень основного обмена и температуры тела, ухудшается работоспособность, понижается функция внешнего внимания и повышаются пороги зрительного анализатора.

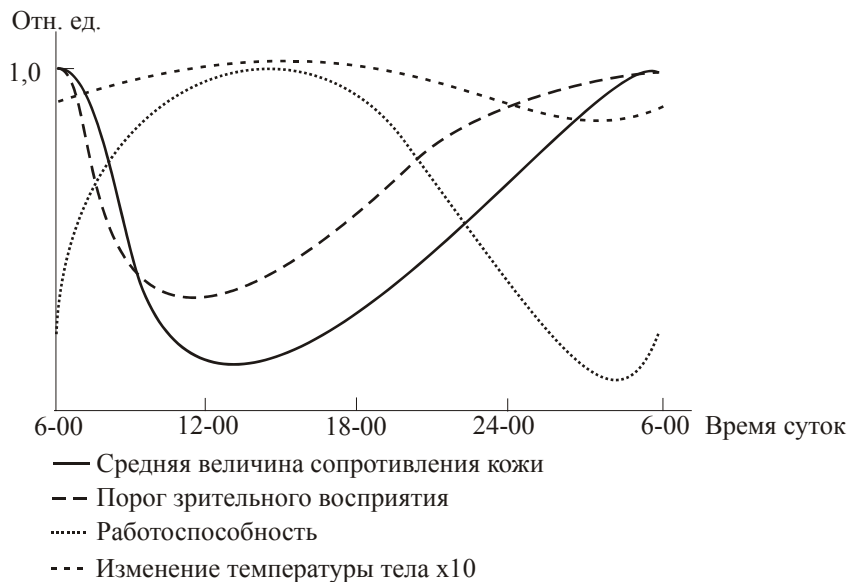


Рис. 1. Суточная динамика физиологических показателей человека.

Эти исследования проведены по заказу Министерства транспорта России сотрудниками предприятия «Нейроком» и ВНИИ железнодорожной гигиены.

Исходя из этих данных, становится понятно, что необходимо предпринять для повышения безопасности автодорожного движения в связи с человеческим фактором в ночное время суток.

По нашему мнению эта задача - комплексная, и для ее решения все предложения можно разделить на оперативные и стратегические.

Что касается оперативных мероприятий, то они сводятся к следующему.

Во-первых, необходимо исключить (по возможности!) условия, так или иначе способствующие «опасному поведению» водителей. К таким условиям относятся факторы, порождающие ненормальные состояния водителей: утомление, алкоголь, наркотические и некоторые лекарственные препараты, а также болезнь. В этом плане необходима повышенная бдительность работников ГИБДД и дорожной полиции к контролю за состоянием водителей и повышение ответственности водителей за вождение автомобиля в состоянии алкогольного опьянения.

Во-вторых, с учетом снижения работоспособности, скорости реакции и ухудшения функции зрения необходимы следующие мероприятия:

- в городах на перекрестках исключить перевод в ночное время светофоров в режим мигающего желтого;
- создать региональные программы установки светофоров на пересечении автодорог с интенсивным ночным движением;
- устанавливать дублирующие временные предупреждающие знаки при сужении полос движения и при ремонте дорожного полотна. При этом расстояние до опасного места должно рассчитываться не от нормативно установленной скорости движения, а в расчете на «умеренного лихача», т.е. – 120 км/час; это особенно касается знаков, работающих в отраженном фарами свете; оптимальное расстояние от препятствия до дублирующего знака – 300 -400 м;
- строгое нормирование продолжительности непрерывной работы профессиональных водителей (при наличии тахографа), особенно при дальних междугородных перевозках людей и грузов, а также при перевозке опасных грузов. Нор-

мирование должно исходить из абсолютного местного времени с учетом того обстоятельства, что самые неблагоприятные часы для водителя от 2 до 5 часов утра.

Стратегическое направление связано с совершенствованием отбора, подготовки водителей транспортных средств, контроля их состояния перед рейсом и обеспечением бодрствования во время ночной поездки.

Многолетний опыт исследования функциональной эффективности работы водителей и состояния здоровья показал наличие тесной связи между этими факторами. При этом медицинский отбор при приеме на работу играет решающую роль, поскольку уже на предварительном этапе не допускает в профессию лиц страдающих заболеваниями или врожденными дефектами, не позволяющими им эффективно работать в данной профессии. Следует отметить, что практику работы медицинских комиссий в России никак нельзя считать удовлетворительной. Настало время осуществить переаттестацию этих комиссий, возможно необходимо сделать эту работу лицензируемой и повысить ответственность комиссий за выдачу разрешения лицам по состоянию здоровья непригодным к профессиональной деятельности водителя. Это, прежде всего, касается вышеуказанных контингентов т.е. водителей занятых на дальних междугородных перевозках людей и грузов, а также при перевозке опасных грузов. При переходе на такую работу необходимо внеочередное медицинское освидетельствование.

Дополнение медицинского отбора психофизиологическим профессиональным отбором существенно повышает надежность работы водителей автотранспортных средств. При этом сам подход к отбору на массовые профессии принципиально отличается от отбора в элитные профессии. В элитных профессиях, в связи с их престижностью, имеется возможность отбирать по критериям «лучших». В массовых профессиях необходимо выбраковывать «худших» - вообще непригодных к такого рода деятельности. Водитель автомобиля - это массовая профессия. Как показывает статистика, профессионально непригодные лица оставляют от 8 до 12 % всего контингента профессиональных водителей. При этом они регулярно попадают то в мелкие, то в крупные транспортные происшествия и кочуют из одного предприятия в другое.

В настоящее время имеются автоматизированные технические средства, с помощью которых возможно организовать профотбор при приеме на работу в наши автотранспортные предприятия по психофизиологическим свойствам, определяющими профессиональную успешность водителей и их безопасную работу. В частности по: монотоностойчивости, объему и переключению внимания, эмоциональной устойчивости, склонности к риску. Эти психофизиологические функции малотренируемы и формируются в раннем детском возрасте. Необходимо издать рекомендации по методическому обеспечению профессионального отбора и обеспечить его техническими средствами на базе современных микропроцессорных систем.

Примером такого технического комплекса является система УПДК-МК (Рис. 2), предназначенная именно для этих целей. Эта система сертифицирована и лицензирована.



Рис. 2. Система профессионального отбора УПДК-МК.

Профессиональный отбор рассматривается лишь как часть более общего подхода к совершенствованию производственной подготовки персонала, где на первый план выдвигаются методы профессионального обучения и специальной тренировки. Прежде всего, вождение в усложненных условиях. Необходимо оснастить автотранспортные предприятия соответствующими тренажерами.

Для обеспечения соответствия текущего функционального состояния водителя требованиям профессиональной деятельности необходимо осуществлять предсменный контроль готовности к работе. Это позволит не допустить в рейс неработоспособного водителя.

В настоящее время издано методическое руководство по предрейсовому контролю, утвержденное Министерством транспорта и Министерством здравоохранения России. При этом предрейсовый контроль должен быть обеспечен соответствующей аппаратурой. Автоматический контроль резко уменьшает влияние личных взаимоотношений медработника и водителя на решение о допуске к работе. Врач или фельдшер при наличии неблагоприятного результата, полученного аппаратурой, будет вынужден не допустить водителя к рейсу даже, если он - его друг или родственник.

Многочисленное измерение ряда значимых медицинских и психологических показателей во время предсменного обследования позволяет накапливать данные о состоянии адаптационных механизмов и принимать решения о необходимости применения методов реабилитации на наиболее ранних (так называемых донологических) стадиях неблагоприятных изменений функционального статуса работников. Тем самым будут снижаться затраты предприятий, связанных с болезнью сотрудников.

Отдельной проблемой обеспечения безопасности движения, является контроль состояния водителей во время поездки. В этой проблеме есть очень важная и трудно разрешимая задача – предотвращение засыпания водителя транспортного средства. Как показывают проведенные исследования, в крупнейших странах мира по причине потери бодрствования происходит от 5 до 10% всех аварий. Но, если рассматривать аварии, в которых пострадали люди, то эти цифры возрастают до 20%. По данным ГИБДД России в структуре аварий, квалифицируемых как «не справился с управлением», от 10 до 15% составляют связанные со снижением уровня бодрствования, особенно в ночное время суток.

Во время длительных рейсов, особенно ночных, существует реальная опасность снижения уровня бодрствования у водителя транспортного средства, вплоть до засыпания в

процессе вождения [1]. Сказывается монотонность условий деятельности при постоянном напряжении внимания, однообразии (малоподвижность) рабочей позы, усыпляющая низкочастотная равномерная вибрация и другие факторы. Иногда сонливость нарастает постепенно, в других случаях отмечаются мгновенные «провалы» внимания, и транспортное средство на какое-то время оказывается фактически неуправляемым.

Сами водители осознают острую необходимость поиска способов борьбы с наступлением дремоты и утраты бдительности во время движения. 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 [2]. 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. Необходимо разрабатывать методы, определяющие наличие предвестников сна и глубокой релаксации.

Проблема создания технологии контроля состояния человека в упрощенном виде может быть сведена к:

- определению эффективных и неэффективных состояний человека с точки зрения его деятельности,
- определению психофизиологических функциональных показателей человека, адекватно диагностирующих эти состояния,
- созданию систем автоматического мониторинга этих состояний.

Имеется ряд дополнительных специфических задач в решении этой проблемы, которые будут рассмотрены ниже.

Функциональные состояния человека в целях практического применения могут быть рассмотрены в виде дерева состояний (Рис. 3). Из рисунка видно, что любая технология контроля состояния водителя должна отсекалть правые ветви дерева функциональных состояний водителя.

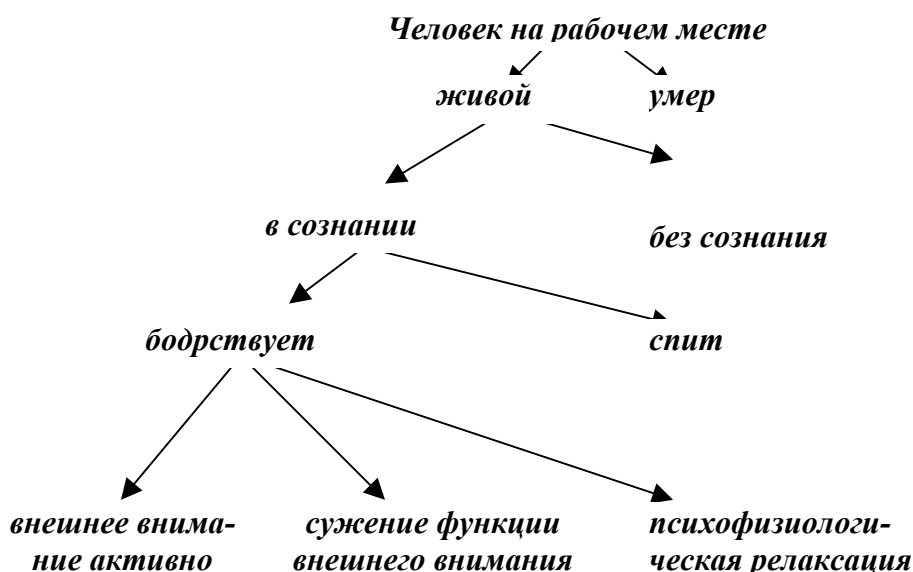


Рис 3. *Дерево состояний человека.*

Поскольку для разработчиков автоматизированных систем контроля основной задачей является борьба со сном водителя транспортного средства, то решение этой задачи сосредотачивается на поисках наиболее раннего, но и наиболее точного репера для диагностики. Задача эта достаточно сложная и, как хорошо известно специалистам по физиологии сна, трудновыполнимая. Однако, если рассмотреть выше представленное «древо состояний», то можно видеть, что у сна имеются, с точки зрения безопасности, «предшественники», которые не менее опасны, но их выявление, по крайней мере позволяет отказаться от поисков репера засыпания, поскольку и психофизиологическая релаксация и сужение функции внешнего внимания, обнаруженные с высокой степенью достоверности, в любом случае **предотвратят** засыпание.

Другим аспектом практического решения выше поставленной задачи является гипердиагностика предшественников засыпания. Она приводит к избыточным проверочным сигналам, что делает проектируемое устройство «назойливым» и может раздражать водителя. Но с точки зрения безопасности движения в избыточной проверке состояния водителя просматривается лишь запас диагностической надежности. Тем более, что состояние релаксации, как хорошо известно психофизиологам, у большинства людей плохо поддаются адекватной самооценке.

В настоящее время в мире активно разрабатываются как технологии контроля состояния водителя, так и собственно приборы. В обзоре Бристольского Университета (Великобритания), выполненного в 2002 году, рассматриваются, по крайней мере, 13 таких технологий [2].

Одна из них разработана в России. В обзоре сделан вывод, что российская технология наиболее перспективна.

При создании этой технологии, разработанной предприятием «Нейроком» были сформулированы общие медико-технические требования к разрабатываемой системе. Принципиальные позиции этих требований следующие:

1. Система должна обнаруживать психофизиологические состояния, предшествующие сну или состояния перехода от релаксации к дремотной стадии сна с вероятностью не хуже 10^{-4} и вырабатывать предупредительную команду водителю о необходимости мобилизации. Уровень достоверности ниже 10^{-3} может привести не к снижению количества аварий, а к их увеличению.

2. Возможное избыточное количество предупредительных команд на фоне ранних этапов релаксации водителя с точки зрения обеспечения безопасности движения не является опасным, хотя может раздражать водителя.

В качестве наиболее эффективного показателя релаксации и засыпания оказалась электродермальная активность. Этот показатель обеспечивал заданную достоверность работы системы.

Наиболее близким по надежности контроля оказались показатели скорости и частоты мигания, но достоверность оказалась не лучше 10^{-2} .

По заказу Министерства Транспорта РФ предприятием «Нейроком» разработана «телеметрическая система контроля бодрствования водителя». Система успешно прошла эксплуатационные испытания, сертифицирована и принята межведомственной приемочной комиссией к серийному производству.



Рис. 5. Система контроля бодрствования водителя.

Система состоит из нескольких частей.

- Главная часть - измерительная - выполнена в виде наручного устройства, в большинстве случаев – часов или браслета и перстня. Эта часть содержит электроды, схему предварительной цифровой обработки, передатчик ближней телеметрии, сменные элементы питания.

- Вторая часть системы это радиоприемник и центральный процессор, в котором алгоритм завершает процесс обработки.

- Третья часть системы - это блок сбора информации о действиях водителя по управлению автомобилем и реле управления аварийной звуковой и световой сигнализацией автомобиля и выдачи команды на остановку, если это допускается заазчиком.

Каждый прибор снабжен индикатором бодрствования. Обычно это - светящаяся линейка переменной длины. Чем короче линейка, тем ниже уровень бодрствования в условных единицах. С помощью индикатора человек осуществляет самоконтроль и может тренировать себя для достижения наилучшей кондиции.

Если индикатор бодрствования указывает на опасное состояние, то прибор подвергнет водителя проверке, заставляя его нажать на кнопку подтверждения бодрствования. Если подтверждение бодрствования не происходит в течение заданного промежутка времени (обычно 7 секунд), то подается сигнал на систему безопасности и включается режим аварийной сигнализации, чтобы окружающие водители видели, что автомобиль возможно неуправляем. На железнодорожном поезде включается автостоп, на автомобилях заказчики задают разные режимы, в связи с тем, что резко тормозить автомобиль чрезвычайно опасно.

По заказу Минского автомобильного завода для автомобилей семейства МАЗ система работает следующим образом. Если не будет сигнала подтверждения бодрствования водителя, прибор автоматически подает сигнал тревоги на центральный процессор, после чего через заданные промежутки времени происходят следующие события:

- включается аварийная световая сигнализация и звуковой сигнал автомобиля;
- уменьшается мощность двигателя в два раза;
- включается система опускания пневматической подвески;
- выключается двигатель;
- включаются тормоза.

Эта система разработана с использованием принципов fail-safe конструирования. Т.е. она является не только помощником водителя, но и устройством безопасности. Такое устройство никогда не допустит попадания водителя в состояние сна. Оно за несколько десятков секунд до этого либо заставит водителя активизироваться, либо остановит транспортное средство. Причем уровень бодрствования, при котором прибор включает тревогу, выбран

таким, что водитель еще вполне способен управлять транспортным средством. Но время его реакции и качество управляющих действий ухудшаются.

Таким образом, можно утверждать, что комплексный, системный подход к обеспечению безопасности движения, в том числе и в ночное время суток наиболее эффективен и позволит существенно повысить эффективность работы водителей и снизить аварийность в транспортном хозяйстве, что обеспечит сохранность грузов и жизнь и здоровье работников, пассажиров и пешеходов.