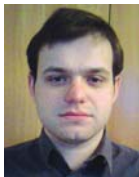


Автоматизированная система контроля функционального состояния водителя транспортного средства

Н. В. ПОНАМАРЕВ, инженер специализированного конструкторского бюро «Энергия», аспирант кафедры «Информационные и вычислительные системы» ПГУПС, победитель гранта ОАО «РЖД»



Приводится описание разрабатываемой автоматизированной системы контроля функционального состояния водителя транспортного средства на основе анализа видеоинформации о водителе.

Короткие интервалы интенсивной активности водителя сменяются длительными периодами монотонной работы. Нерегулярное расписание работы и отдыха оператора влечет за собой недостаточную продолжительность и низкое качество сна. Существует множество методов и устройств мониторинга уровня бдительности и предупреждения оператора о снижении внимания во время работы.

Первые серийные приборы, призванные разбудить уснувшего машиниста поезда, увидели свет сравнительно недавно. В 30-х годах прошлого века в кабинах американских локомотивов появился рычаг, который машинист во время движения должен был сжимать в руке. Если машинист засыпал и отпускал рычаг, то срабатывала сирена. Этот способ был крайне неудобен, и довольно скоро на смену ему пришли устройства, работающие по другим принципам.

Именно на железных дорогах широко используются наиболее отработанные средства контроля бодрствования и бдительности водителей транспортных средств. Сегодня, сравнивая отечественные и зарубежные технические средства обеспечения безопасности движения поездов, можно отметить, что в зарубежных системах вопросы контроля уровня бодрствования и бдительности машиниста проработаны в меньшей степени. Уровень бодрствования характеризует состояние человека (сон, дремота и т. д.) и его работоспособность, в то время как бдительность — способность индивида реагировать на недлительные и нечастые события. Бдительность — основной фактор, определяющий безопасность движения.

В настоящее время известны сотни запатентованных методов и устройств контроля функционального состояния водителя транспортного средства. Они большей частью не опробованы в реальных условиях либо доведены лишь до макетных и опытных образцов. Однако существуют устройства, реально опробованные, внедренные и используемые в работе не один год.

Методы принято делить на две основные группы: контактные и бесконтактные. Первые включают использование технических средств контроля, непосредственно соприкасающихся с объектом наблюдения (человеком). В бесконтактных методах контроля оценка состояния выполняется дистанционно, т. е. без соприкосновения средств контроля с человеком.

Средства контактного контроля представляют собой датчики, закрепляемые в головных уборах, в очках, на мочках ушей, на пальцах рук и запястьях и т. д. Основной недостаток таких систем — их постоянный контакт с человеком, что зачастую служит раздражающим фактором. К тому же водитель может снять средство контроля и продолжать управлять транспортным средством.

В бесконтактных методах и системах указанный недостаток исключается. Обычно это компьютерные системы, анализирующие изображения от телевизионных камер слежения. Как правило, слежение осуществляется либо за глазами наблюдаемого объекта, либо за положением головы, либо одновременно за глазами и за головой. К недостаткам бесконтактных способов можно отнести недостаточную информативность. Так, в информации о положении

головы не содержится достаточных сведений о функциональном состоянии водителя. При слежении за глазами встает проблема бликов на линзах очков, так как в поле зрения водителя имеются источники освещения, входящие в систему контроля или независимые от нее (искусственные или естественные). Блики затрудняют анализ информации о глазах объекта наблюдения. В тех случаях, когда водитель использует темные солнцезащитные очки, анализ видеоинформации о глазах практически невозможен.

Разрабатываемая автоматизированная система контроля функционального состояния водителя транспортного средства представляет собой комплекс телевизионных и компьютерных средств анализа и обработки информации. В данной системе оценка функционального состояния человека осуществляется при помощи комплексного анализа нескольких параметрических характеристик водителя.

Контроль положения головы оказывается недостаточным для принятия решения о потере бдительности водителем, поэтому в предлагаемой системе вводятся несколько дополнительных характеристик: активность головы, положение тела и общее поведение водителя в процессе управления транспортным средством. При этом решение о потере бдительности принимается только в тех случаях, когда норме не соответствуют значения нескольких параметров в определенном сочетании.

Значения указанных параметров анализируются статистически и параллельно. Решение о неработоспособности водителя принимается только в тех случаях, когда значения этих параметров не соответствуют норме на протяжении определенного интервала времени — порогового времени анализа. Таким образом, если водитель ненадолго покинул рабочее место (или из контролируемой области временно исчезли

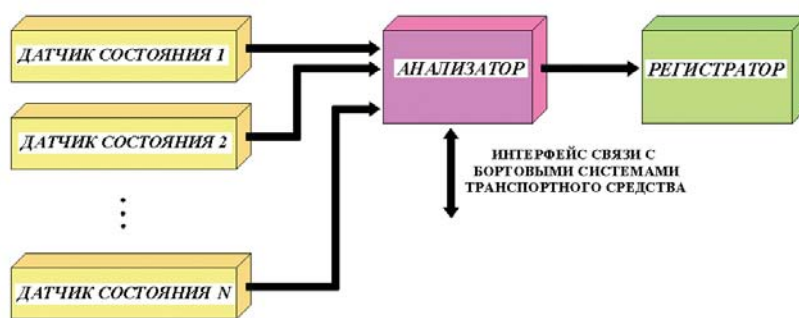
определенные части его тела), система продолжает работу в штатном режиме. В тех случаях, когда время отсутствия водителя на рабочем месте (или в контролируемой области) превышает пороговое время анализа, система принимает решение о неработоспособности водителя.

Информация о водителе формируется в датчиках состояния (рисунок), выполненных на базе телевизионных камер. Количество датчиков зависит от кабины транспортного средства, в котором устанавливается система. Однако для обеспечения высокой достоверности принимаемых решений необходимо устанавливать не менее трех датчиков. Информация с датчиков передается в виде телевизионных изображений на анализатор.

Принятая информация анализируется. Если обнаружено ухудшение работоспособности водителя, то формируется сигнал тревоги. Сигнализация может быть встроенной, либо сигналы или команды могут передаваться по интерфейсу связи на сопрягаемые бортовые системы по заданному протоколу. Тип интерфейса зависит от сопрягаемого оборудования. В общем случае сигнализация (световая и/или звуковая) встраивается в анализатор (рисунок). В тех случаях, когда конструкция кабины не позволяет установить анализатор в зоне видимости и слышимости водителя, используют дополнительную компактную панель световой и/или звуковой сигнализации. В качестве сопрягаемых систем могут применяться системы безопасности транспортного средства, системы оповещения, автоматического торможения и др. Формирование вторичных напряжений питания функциональных узлов анализатора, телевизионных датчиков состояния, регистратора осуществляется в анализаторе.

Информация от датчиков сохраняется в регистраторе (рисунок). Кроме того, в регистратор записываются служебные сообщения, информация о случаях обнаружения неработоспособности водителя, информация о выданных сигналах тревоги и другая информация от сопрягаемых систем.

Датчики выполнены на основе черно-белых телевизионных камер с сенсором высокого разрешения формата 1/3 дюйма. Необходимо контролировать работоспособность водителя во всем диапазоне рабочей освещенности кабины, а изображения, формируемые датчиками, должны содержать информацию, обеспечивающую непрерывный анализ. В темное время суток при выключенных



Структурная схема системы

источниках искусственного освещения величина освещенности в кабине может быть много меньше 1 люкса. Следовательно, возникает необходимость введения в датчики дополнительных источников освещения. Чтобы не вызывать ощущения дискомфорта у водителя, логично использовать источники дополнительного освещения, работающие в диапазоне длин волн, невидимых человеческим глазом, в частности источники инфракрасного излучения. Источники, встраиваемые в датчики состояния, маломощны и обеспечивают энергетическую освещенность объекта не менее 0,1 Вт/м². Такой освещенности достаточно для получения изображения, пригодного для анализа.

Следует учитывать и максимально возможные значения освещенности в кабине. Максимальная освещенность на объекте будет определяться прежде всего количеством солнечного света, проникающего в кабину. В России летом энергетическая освещенность может достигать значения 1600 Вт/м². Для адаптации ко всем возможным освещенностям датчики состояния оснащаются объективами с автоматической регулировкой диафрагмы.

Сенсоры изображения, используемые в датчиках состояния, имеют увеличенную чувствительность в ближнем инфракрасном диапазоне, поэтому излучение видимого диапазона оказывается излишним. Для отсека волн видимого диапазона перед сенсорами датчиков устанавливаются оптические светофильтры.

Анализатор, предназначенный для анализа и обработки изображений, сформированных телевизионными датчиками, выполняется на базе компьютера промышленного исполнения, обладающего повышенной надежностью.

Выходные сигналы датчиков представляют собой стандартные телевизионные сигналы, соответствующие ГОСТ 7845-92. В анализаторе осущес-

твляется преобразование аналоговых сигналов в цифровую форму. Для этого анализатор оснащается платами видеозахвата, содержащими аналогово-цифровые преобразователи.

Регистратор выполняется в виде съемного носителя информации либо в виде отдельного устройства, конструкция которого обеспечивает сохранность информации при возникновении аварий. В первом случае регистратор является съемной частью анализатора. Во втором случае регистратор размещается так, чтобы обеспечить его удобный монтаж и не затруднять процесс управления транспортным средством. Запись видеoinформации осуществляется со скоростью не более пяти кадров в секунду.

Таким образом, применение описанной автоматизированной системы особенно эффективно в транспорте, предназначенном для перевозок на большие расстояния в течение длительного времени. В частности, данная система может устанавливаться в локомотивах поездов с целью контроля функционального состояния машиниста. Система позволяет выдавать управляющие сигналы на существующие системы безопасности локомотивов АЛСН (автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа) и КЛУБ (комплексное локомотивное устройство безопасности). При работе с АЛСН в случае обнаружения неработоспособности машиниста разрывается цепь подачи напряжения на электропневматический клапан. При работе с КЛУБ сигнал о необходимости выполнить проверку работоспособности машиниста передается в устройства системы КЛУБ.

Автоматизированная система контроля обеспечивает непрерывный бесконтактный контроль работоспособности водителя транспортного средства, для повышения безопасности движения ее можно использовать вместе с существующими альтернативными системами.