



Контроль состояния машиниста локомотива: настоящее и будущее

Валерий ДЕМЕНТИЕНКО,
генеральный директор
ЗАО «Нейроком»

Вот некоторые примеры мирового значения. В конце сентября 2016 года поезд Нью-Джерси Транзит врезался в станцию Хобокен (Hoboken). В аварии погиб один человек и получили ранения более 100. Менее чем через две недели спустя поезд Long Island Rail Road сошел с рельсов к востоку от Нью-Йорка. В итоге были покалечены десятки пассажиров.

В 2013 г. вследствие засыпания машиниста сошел с рельсов поезд Metro-North в Бронксе. 4 человека погибли и более 70 было ранено. Авария в 2014 году поезда Chicago Transit Authority в международном аэропорту О'Хара также произошла из-за усталости и сонливости машиниста. Как отмечают зарубежные источники, публикации об ава-

Проблема тяжелых поражений на зарубежных железных дорогах в связи с потерей бдительности и наступлением усталости машинистом хорошо известна. К сожалению, и на Российских железных дорогах эта проблема все ещё актуальна.

риях напоминают сводки военных действий.

Наиболее эффективным способом решения этой проблемы является мониторинг текущего состояния машиниста. Существует огромная библиотека патентов на устройства и приборы, контролирующих состояние машиниста, в том числе: обеспечивая слежение за головой и глазами, мышечной активностью, сопротивлением кожи, управлением локомотивом, взаимосвязи тепловых потерь тела и частоты сердечных сокращений и тысячи других предложений.

Анализ предлагаемых методов мониторинга, проведенный по зака-

зу железных дорог Великобритании в 2002 году, показал, что одним из наиболее перспективных и готовых к применению устройств уже в 2002 году был признан прибор ТСКБМ, разработанный российской фирмой «Нейроком». ТСКБМ применяется на Российских железных дорогах с 1996 года.

Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ) предназначена для непрерывного контроля и поддержания бодрствования и внимательности машиниста при ведении им подвижного состава. Контроль бодрствования машиниста производится непре-



рывно в процессе движения поезда независимо от поездной ситуации. В основу работы ТСКБМ положены результаты научных исследований сотрудников фирмы «Нейроком», согласно которым эпизодические изменения сопротивления кожи отражают уровень функции внешнего внимания и бодрствования. Прибор отслеживает динамику изменения частоты импульсов так называемой кожно-гальванической реакции (КГР) и, в соответствии с заложенным в него алгоритмом, оценивает степень бдительности и внимательности машиниста.

ТСКБМ состоит из двух частей – браслета и контроллера, установленного в кабине локомотива. Браслет в виде наручных часов (рис. 1) располагается на запястье руки машиниста. Он определяет изменение текущего значения сопротивления кожи; производит первичную обработку информации и передает её по радиоканалу в контроллер, который обеспечивает безопасную работу системы ТСКБМ-машинист.

В соответствии с российскими стандартами для ТСКБМ была разработана программа обеспечения безопасности, определяющая перечень работ и мероприятий, проводимых на протяжении всего его жизненного цикла. В соответствии с программой обеспечения безопасности было создано доказательство безопасности, удостоверяющее, что оно удовлетворяет требованиям безопасности. Доказательство безопасности явилось основанием для сертификации системы ТСКБМ на безопасность.

В соответствии с российскими стандартами показателем безопасности ТСКБМ была установлена предельная интенсивность опасного отказа (индикация нормального сос-



Рис. 1. Исполнения браслета: 02, 06, 28

тояния бодрствования машиниста при фактической потере им работоспособного состояния) – 6×10^{-8} ч⁻¹. Показано, что при выполнении этого требования в парке, состоящем из 20 000 локомотивов, в течение предполагаемого срока эксплуатации ТСКБМ 15 лет произойдет не более 1 случая аварии, связанной с дремотным состоянием машиниста. Согласно принятой в IEC 61508 классификации достигнутая в ТСКБМ предельная интенсивность опасного отказа соответствует уровню полноты безопасности SIL 3 (УПБ 3, ГОСТ Р МЭК 61508) при высоком уровне запросов. Вышесказанное подтверждает выполнение концепции обеспечения безопасности.

На сегодняшний день телемеханическая система контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ) установлена более чем на 12 тысячах локомотивов и эксплуатируется на протяжении 20 лет на сети железных дорог России и ряда других стран. Доказанное отсутствие аварий из-за засыпания машинистов с функционирующими ТСКБМ за все время эксплуатации даёт возможность оценить вероятность опасного отказа как величину меньшую, чем 6×10^{-8} ч⁻¹. Т.е. теоретическое доказательство безопасности подтвержде-

но результатами эксплуатации. Как функциональный модуль ТСКБМ используется в перспективных комплексах «БЛОК» (рис. 2), «БЛОК-М».

В 2013 году по распоряжению старшего вице-президента ОАО «РЖД» Валентина Гапановича в научно-клиническом центре «НКЦ ОАО «РЖД» проводилась независимая инструментальная проверка эффективности системы ТСКБМ и получены дополнительные объективные данные о правильности выбранного для ТСКБМ алгоритма работы.

В то же время, возросшие требования ОАО «РЖД» к качеству мониторинга состояния машиниста во всех видах движения требуют углубленной модернизации системы ТСКБМ.

В настоящее время на сети железных дорог применяется контроль здоровья локомотивных бри-



Рис. 2. Модуль ТСКБМ исп. «БЛОК»



гад, включающий в себя предрейсовый контроль, а также периодические медосмотры. Несмотря на достаточно высокую эффективность такого контроля, дополненного мерами профилактики и раннего диагностирования сердечно-сосудистых заболеваний, полностью избежать серьезных поражений для обеспечения безопасности движения по причине резких ухудшений здоровья, иногда заканчивающихся внезапной смертью, не удается.

В результате анализа было принято решение о проработке возможности создания системы мониторинга здоровья машиниста в поездке. Создание такой системы позволит значительно снизить риск внезапной

смерти в рейсе благодаря обеспечению врачей необходимой информацией о динамике здоровья машиниста для принятия своевременных профилактических мер, а также экстренных мер при возникновении тенденции к ухудшению здоровья в поездке.

Для реализации указанного дистанционного контроля необходимо было выработать системный подход к диагностике функциональных состояний машиниста и определить минимальный набор измеряемых параметров. Для этого был разработан перечень состояний машиниста, подлежащих непрерывному мониторингованию во время поездки (рис. 3).

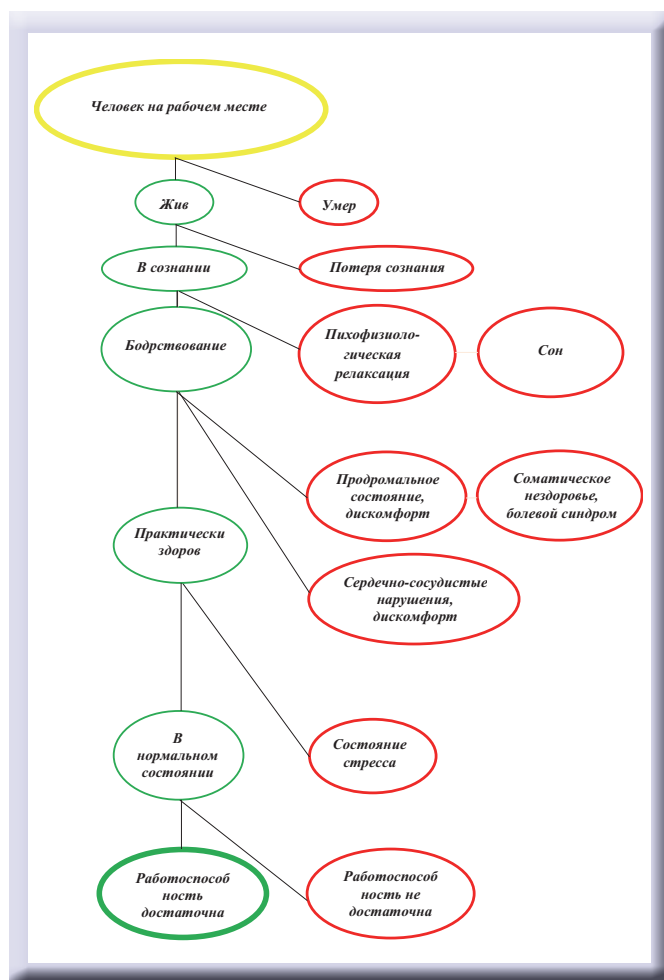


Рис. 3. Древо состояния и здоровья машиниста

её датчиками частоты сердечных сокращений (пульса), температуры, движений и другими. Важно использовать минимальное, но достаточное количество датчиков, удобно расположенных для машиниста, но информативно обеспечивающих диагностику опасных состояний, находящихся в правой части на рис. 3.

С борта локомотива данные, снятые датчиками, должны передаваться через оборудованный средствами криптографической защиты технологический канал передачи данных на медицинский сервер ОАО «РЖД». Сотрудники НУЗ «НКЦ ОАО «РЖД» обработают полученные данные, увяжут их с состоянием машинистов и смогут задать требования к качеству снимаемых параметров и надежности определения по ним состояния здоровья. Полученные критерии и уточненные параметры позволят приступить к созданию универсального датчика ТСКБМ, который обеспечит возможность реализации дистанционного контроля за состоянием здоровья машинистов в рейсе.

В настоящее время единственным широко эксплуатирующимся (более 55000 единиц на сети железных дорог России) датчиком, имеющим непосредственный контакт с машинистом, является носимая часть системы ТСКБМ. Но, следует учесть, что система ТСКБМ основана на анализе изменения сопротивления кожи запястья человека и не снимает других психофизиологических параметров. Поэтому необходимо доработать носимую часть системы и дополнить

Однако ограничиваться только анализом текущего состояния здоровья машиниста недостаточно. В этот анализ должны быть включены и данные машинистов, получаемые от систем предрейсового контроля и комплексов отбора машинистов по профессионально значимым психофизиологическим критериям. Только комплексный анализ всех данных о здоровье, психофизиологических возможностях машиниста и его текущем состоянии позволит объективно контролировать и поддерживать его здоровье и исключить случаи внезапной смерти в рейсе.