

2. Тарасик, В. П. Технологии искусственного интеллекта в диагностировании автотранспортных средств / В. П. Тарасик, С. А. Рынкевич. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2007. – 280 с.  
УДК 629.3:005.584.1

Поступила 10.10.2011

## К СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОПЕРАТОРА НА ТРАКТОРАХ МАРКИ «БЕЛАРУС»

*Инж. МИКУЛИК Т. Н., докт. техн. наук РЕЙЗИНА Г. Н.*

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время существуют два направления повышения эффективности деятельности оператора (водителя) на транспорте: первый – учет физиологических характеристик водителя, связанный с эргономикой рабочего места, второй – повышение надежности оператора (водителя) как лица, принимающего решение и исполняющего алгоритм управления.

Выполнение непрогнозируемых алгоритмов деятельности требует от оператора эмоциональной устойчивости и готовности к экстренному действию. Не каждый водитель способен проводить корректную самооценку своего функционального состояния в реальном времени. Для нормализации функционального состояния используются методология биообратной связи, алгоритмы, автоматически управляющие электрооборудованием [1], а также система диспетчеризации с помощью спутниковой навигации [2].

На основе анализа факторов, влияющих на выполнение оператором алгоритмов деятельности, предлагается подход к созданию системы поддержки работоспособности водителя на основе мониторинга его функционального состояния на рабочем месте.

Базовый алгоритм состоит в определении физиологических характеристик оператора по следующим параметрам [3–5]:

- частоте сердечных сокращений (ЧСС), уд./мин;
- вариационному размаху пульса (ВР), с;
- амплитуде моды сердечного ритма (АМо);
- индексу напряжения регуляторных систем (ИН).

Вариационный размах – разность времени между максимальным и минимальным интервалами сердечных сокращений за исследуемый период времени (12–16 ударов сердца). Если ор-

ганизм не утомлен, то вариабельность составляет 0,15–0,25 с (у пожилых людей – 0,25–0,30 с).

Амплитуда моды сердечного ритма дает представление о состоянии автономной регуляции и взаимосвязи двух отделов вегетативной иннервации сердца: симпатической и парасимпатической. Рост АМо иллюстрирует повышение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, снижение парасимпатического.

Параметр индекса напряжения характеризует степень ответственности за реакцию организма в момент физических напряжений и стрессов.

Контроль функционального состояния проводился до работы, после четырех часов работы, в конце работы.

Сравнение полученных данных интерпретируется как развитие функционального состояния оператора в течение рабочего дня. Кроме того, они указывают на состояние эргономики испытываемых тракторов марки «Беларус», так как учитывались вертикальные ускорения на месте сиденья водителя на пахоте, грунте, а также шум (при загрузке двигателя 80 %).

Таким образом, введение контроля за деятельностью оператора является существенной мотивацией, способствующей принятию решений по дальнейшему управлению трактором.

В настоящее время информации о каких-либо физиологических исследованиях испытуемых (водителей), выполненных непосредственно в процессе их профессиональной работы, недостаточно; также не обсуждается вопрос об исследовании в этих целях биометрии или иных специальных методических подходов. Авторами предложено диагностировать состо-

яние водителя, регистрируя изменения характеристик его функционального состояния, их анализа и выдачи предупреждающих сигналов по комплексу физиологических показателей в результате проверки их выхода в заранее установленный диапазон. Если окажется, что они вышли за пределы этого диапазона, то состояние водителя считается опасным и система принимает соответствующее решение (на экране высвечиваются оценки «хорошо», «удовлетворительно», «плохо»), которое может быть использовано для останова трактора.

В Белорусском национальном техническом университете совместно с РУП «МТЗ» выполнены исследования функционального состояния оператора в процессе его профессиональной деятельности с учетом виброизоляции рабочего места на тракторах «Беларус-1221/2025/2025 ДВ», влияния на организм оператора сложного комплекса условий, связанных с его деятельным состоянием.

Данная система позволяет своевременно обнаружить предварительные ситуации, связанные с физиологическим состоянием оператора (водителя) в результате наличия шумов, влияния вибронегативности, обусловленной конструктивными решениями подрессоривания системы (кабины, сиденья, двигателя). Диагностика совмещена с процессом управления транспортным средством (ТС) и дополнительно не требует специальных тестов.

В настоящее время производители автотранспортных средств (АТС) начали разработку систем информирования работоспособности водителя во время длительных рейсов [1]. Лидером создания «систем бодрствования» является фирма «Нейрокон», которая с 1991 г. разрабатывает и выпускает телемеханическую систему, предназначенную для машинистов локомотивов, а в последнее время делает попытки внедрить ее и на АТС. Данная система измеряет так называемые кожногальванические реакции, т. е. электрическое сопротивление кожи операторов. В этом случае оператор, если он в «норме», должен отреагировать нажатием кнопки. Если нажатия нет, то для системы это означает, что функциональное состояние «не в норме», и она соответственно реагирует на сложившуюся ситуацию.

Австралийская фирма «Синг Машинз» создала систему слежения, предупреждающую

водителя о возможной аварийной ситуации. В качестве чувствительных элементов служат две телекамеры на панели приборов, которые следят за выражением лица водителя (одна – за частотой моргания глаз, вторая – за напряжением мышц лица), и на основании этого прогнозируют усталость.

Фирма «Хано» разработала систему, базирующуюся на инфракрасных камерах, также расположенных на панели приборов, которые отслеживают состояние водителя по направлению его взгляда.

В России создана система датчиков давления, предназначенная для использования АТС и размещенная в горизонтальной части и задней спинке сиденья водителя. Эти датчики подключены к блоку обработки измерения, сигналы с которого поступают на вход блока регистрации и анализа, а с него – в блок информации и команд.

Недостатки указанных выше способов: необходимость предварительной экспертной оценки контрольного времени срабатывания, тестового воздействия на объект, а также использования дополнительных встраиваемых датчиков для непрерывного съема и записи ответной реакции объекта (водителя) на возмущение.

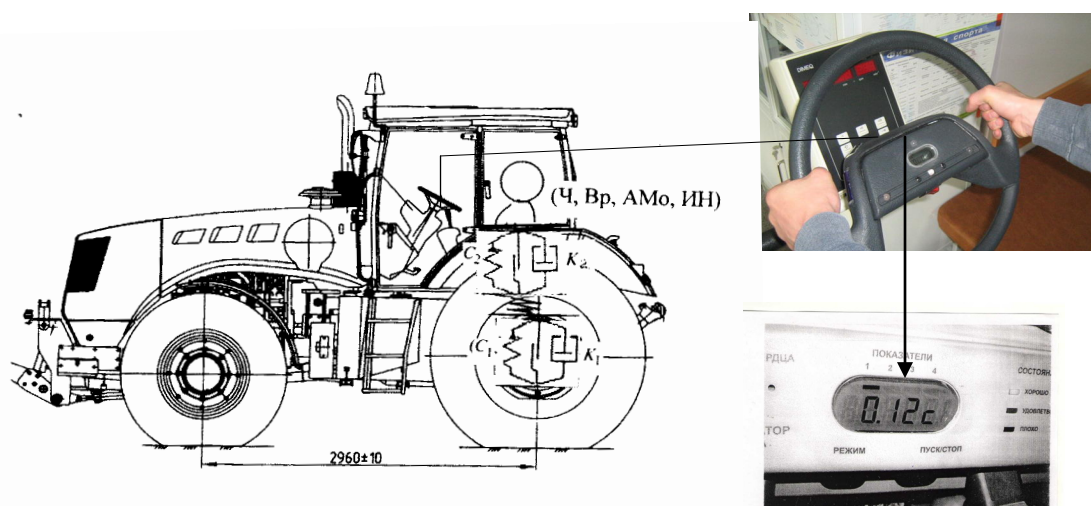
Цель предлагаемого исследования – оперативное функциональное (рабочее) диагностирование оператора (водителя), управляющего транспортным средством (рис. 1). Система работает на принципе регистрации изменения ЧСС, в результате чего на экране формируется светящийся курсор, который указывает на параметры физиологического состояния водителя. Если организм не утомлен, то ВР составляет 0,15–0,25 с, у молодых тренированных людей – 0,25–0,90 с, у детей, пожилых людей – 0,08–0,04 с [3].

Справа на мониторе высвечиваются зависимости (оценки):

зеленый цвет – «хорошо» (допустимое состояние оператора);

желтый – «удовлетворительно» (требуется принятие мер);

красный – «плохо» (недопустимое состояние).



Поставленная цель достигается тем, что система формирует сигналы с ладоней с учетом индивидуальных особенностей водителя.

Анализ параметров физиологического состояния оператора предложенным способом

диагностики позволяет обнаружить предварительные ситуации, связанные с вибрационной нагрузкой транспортного средства, шумами, временем их воздействия, причем диагностика совмещается с процессом рабочего управления.

Рис. 1. Функциональное диагностирование оператора, управляющего трактором

Считаем, что скоро при разработке конструкций транспортных средств с целью улучшения комфортабельности и условий труда, поддержки работоспособности испытателя (в<sup>ЧСС, Вр, АМо, ИН</sup> водителя) конструкторы будут подходить с точки зрения «водитель – ТС – внешняя среда», так как без учета влияния среды нельзя спроектировать адекватную конструкцию, спрогнозировать состояние водителя.

## ВЫВОДЫ

Создание систем поддержки работоспособности оператора (водителя) с функцией контроля его физиологических характеристик во время выполнения алгоритмов управления трактором позволит обоснованно и в нужный момент принять решение по дальнейшему управлению трактором: перейти на благоприятный режим функционирования, например снижение скорости либо подключение внешних элементов управления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Тарабакин, В. С.** МГТУ 2МАМИ. Системы оценки уровня «бодствования» водителей АТС / В. С. Тарабакин, А. В. Анимов // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 2. – С. 16–17.
2. **Савченко, В. В.** Методы и средства повышения эффективности функционирования операторов транспортных систем «человек–машина» / «хорошо» Весці НАН Беларусі. Сер. Фіз.-тэхн. «удовлетворительно» «плохо» № 2. – С. 9–37.
3. **Материалы VII Всероссийской конференции «Здоровье» / Академия управления при администрации Президента Российской Федерации.** – М., 2008. – 670 с.
4. **Ярмолинский, В. И.** Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года / В. И. Ярмолинский // Высокие технологии, инновации, инвестиции: материалы X юбилейной Междунар. выставки «НИ-ТЕСН». – СПб., 2005. – С. 503.
5. **Экспресс-анализатор частоты пульса:** ТУ РБ 28909783.004–98: сертификат Госстандарта Республики Беларусь № 2444 от 31.07.2003.

Поступила 07.09.2011