

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

УДК 629.3.06

*На правах рукописи*

**КАПЛИН**  
**Николай Викторович**

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ  
УСТАЛОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЬНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени  
магистра техники и технологий

по специальности 1-39 81 01 – Компьютерные технологии  
проектирования электронных систем

Минск 2019

Работа выполнена на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **ПОДДУБКО Сергей Николаевич**,  
кандидат технических наук, доцент, генеральный директор государственного научного учреждения «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси»

Рецензент: **ПОЛУБОК Владислав Анатольевич**,  
кандидат технических наук, доцент, ведущий инженер-программист Республиканского унитарного предприятия «Центр информационных технологий Национального статистического комитета Республики Беларусь»

Защита диссертации состоится «05» февраля 2019 г. года в 9<sup>00</sup> часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. П.Бровки, 6, копр. 1, ауд. 415, тел. 293-20-80, e-mail: kafpiks@bsuir.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## **ВВЕДЕНИЕ**

Аварийность на автомобильном транспорте – одна из наиболее острых социально-экономических проблем. Мировая практика свидетельствует, что на транспорте около 80% всех происшествий происходит по вине человека. При этом 20% дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с тяжелыми последствиями могут быть отнесены на счет низкого уровня бодрствования, а именно: снижения бдительности, дремоты, сна. Недопустимые уровни стресса, усталости и отвлечение внимания на дороге негативно влияют на функциональное состояние водителя и могут привести к временной потере концентрации, способности оценить риски и потери управления автомобилем. В связи с этим, важным направлением снижения аварийности является переложение функций обеспечения безопасности при управлении автомобилем на технические средства, такие как активные и пассивные системы 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 грузов. Именно поэтому, повышение надежности управляющей деятельности человека является одним из основных направлений в работе по снижению количества дорожно-транспортных происшествий. Деятельность водителя практически не требует значимых физических затрат, сопровождается высокой эмоциональной напряженностью при выполнении ряда алгоритмов, провоцирует состояние монотонии при «комфортных» условиях движения, приводящее к снижению концентрации внимания и уровня бодрствования, т.е. фактически характеризуется однозначной зависимостью эффективности от его психофизиологических особенностей.

В настоящее время известны сотни запатентованных методов и устройств контроля функционального состояния водителя. 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. Эти системы основаны на анализе одного или нескольких психофизиологических и (или) поведенческих параметров.

Крупные автопроизводители активно трудятся над проектированием и созданием различных систем контроля функционального состояния водителя, призванных, как минимум, оповестить о наступлении опасного состояния человека и, как максимум, вмешаться в управление транспортным средством и предупредить происшествие.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

Актуальность исследования методов и алгоритмов построения систем

контроля за состоянием водителя обусловлена статистикой дорожно-транспортных происшествий показывающей, что причиной значительного количества аварий является функциональное состояние водителя, например, усталость, засыпание или перевозбуждение.

В связи с этим, важным направлением снижения аварийности является переложение функций обеспечения безопасности при управлении автомобилем на технические средства, такие как активные и пассивные системы безопасности, технические средства транспортной инфраструктуры.

### **Степень разработанности проблемы**

Теоретической базой при изучении методов и алгоритмов построения систем контроля за состоянием водителя стали работы российских и белорусских ученых: В.В. Савченко, В.В. Дементенко, С. В. Герус, В.Б. Дорохов, а так же зарубежных авторов: *Peter J. Sherman, Fabian Friedrichs, Laurence Hartley* и исследования и разработки лидеров мировой автомобильной промышленности.

Известны проблемы не в полной мере решенные в современной технической литературе – это проблемы функциональной безопасности и необходимость принятия во внимание психологических факторов, которые зачастую почти невозможно формализовать.

### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертации является исследование и сравнительный анализ методов и алгоритмов для построения систем контроля усталости водителей грузового автомобильного транспорта, а также интеграция выбранного прототипа системы в перспективные системы управления верхнего уровня тягача МАЗ.

Поставленная цель работы определяет **следующие основные задачи:**

1. Провести сравнительный анализ существующих методов, алгоритмов и систем мониторинга за усталостью водителя.
2. Обосновать и разработать алгоритмы интеграции выбранного прототипа системы мониторинга за усталостью водителя в перспективные системы управления верхнего уровня тягача МАЗ.
3. Разработать и исследовать интерфейсы взаимодействия системы контроля усталости водителя и блоков внутренней сети автомобиля.

### **Область исследования**

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-38 81 01 «Компьютерные технологии проектирования электронных систем».

### **Теоретическая и методологическая основа исследования**

В основу диссертации легли работы белорусских и зарубежных ученых в области машиностроения.

*Информационная база* исследования сформирована на основе литературы, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

### **Научная новизна**

*Научная новизна* представляет собой обоснование актуальности мониторинга функционального состояния водителя, до достижения транспортными средствами полной автономности движения. Интегрирование в структуру электрооборудования тягача МАЗ системы поддержания работоспособности водителей позволит расширить функциональные возможности систем безопасности и повысить их эффективность.

*Теоретическая значимость* работы заключается в детальном анализе методов и алгоритмов для построения систем контроля усталости водителей грузового автомобильного транспорта.

*Практическая значимость* диссертации состоит в адаптации выбранного прототипа системы поддержания работоспособности водителя (СПРВ) под перспективные системы управления верхнего уровня тягача МАЗ.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Известные методы, используемые при построении систем контроля усталости. Анализ и классификация по критерию «вероятность опасного отказа». Определение наиболее надежного метода для автоматической интерпретации текущей динамики уровня релаксации водителя (анализ параметров ЭДА).
2. Процесс интеграции выбранного прототипа системы мониторинга функционального состояния водителя в перспективные системы управления верхнего уровня тягача МАЗ.
3. Взаимодействие локальной автомобильной системы управления электрооборудованием с бортовым модулем определения опасных состояний водителя. Перспективные требования по функциональным возможностям к новому поколению систем контроля усталости водителя.

### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на 54-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, Беларусь, 2018 г.); на IV Международной научно-практической конференции молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук» (Тольятти, Российская федерация, 2018 г.); на III Международной открытой конференции «Современные проблемы анализа динамических систем. Приложения в технике и технологиях» (Воронеж, Российская федерация, 2018 г.); на международной научно-технической конференции «Инновации в машиностроении-2018» (Минск, Беларусь, 2018 г.); на IX

Международной молодежной научно-практической конференции «Научные стремления» (Минск, Беларусь, 2018 г.) и XVIII Международной научно-практической телеконференции «*Advances in Science and Technology*» (Москва, Российская федерация, 2019 г.).

### **Публикации**

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в 6 печатных работах. В их числе 1 статья в рецензируемом журнале, рекомендованных ВАК Республики Беларусь для опубликования результатов исследований, 3 статьи в сборниках материалов научных конференций и 2 тезиса докладов на научных конференциях.

Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 12 страниц.

### **Структура и объем работы**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

**В первой главе** рассмотрены системы помощи водителю. Особое внимание уделено системам контроля усталости, методом и алгоритмам их построения и функционирования.

**Во второй главе** проанализированы структура бортовых систем тягача МАЗ и встраиваемой системы контроля усталости водителя.

**В третьей главе** рассмотрено взаимодействие электрооборудования тягача МАЗ и СПРВ, а также сформулированы требования к новому поколению систем мониторинга усталости водителя.

**В приложении** представлены публикации автора и акт внедрения.

Общий объем диссертационной работы составляет 95 страниц. Из них 50 страниц основного текста, 20 иллюстраций на 10 страницах, 3 таблицы на 2 страницах, библиографический список из 44 наименований на 4 страницах, список собственных публикаций соискателя из 6 наименований на 1 странице, 4 приложений на 30 страницах.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы мониторинга функционального состояния водителей, указаны основные направления исследований, проводимых по данной тематике, а также описано обоснование актуальности темы.

В **общей характеристике работы** показана актуальность проводимых исследований, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертации, обозначена область исследований, научная (теоретическая и практическая) значимость исследований, а также апробация работы.

**В первой главе** приведен обзор систем помощи водителю, которые находятся на пике своего развития и уже активно применяются ведущими

ми мировыми автопроизводителями как эффективный инструмент повышения безопасности движения (сокращение аварийности ТС) и являются промежуточным этапом при переходе к беспилотному движению.

Анализ текущего состояния исследований в области автоматизации автомобилей позволяет говорить о том, что автопроизводители взяли чёткий курс на разработку ТС с автономным управлением, в будущем это определит конкурентоспособность продукции на мировой арене. С этой целью ведутся работы по созданию стандартов и их расширению. Из описанных классификаций наиболее адаптированной и исчерпывающей можно назвать классификацию SAE. Были проанализированы общие понятия, соответствующие тому или иному классу автоматизации управления ТС. Требования к безопасности функций роботизированного автомобиля следует формировать из наработанных рекомендаций со стороны зарубежных исследователей, приближая их к потребностям продукции отечественного производства, а также учитывая особенности условий эксплуатации.

В рамках главы рассмотрены системы контроля функционального состояния водителя по типу предотвращаемого состояния, по контролируемым параметрам и по характеру воздействия на автотранспортное средство.

Проведен сравнительный анализ решений, применяемых ведущими автопроизводителями мира, в области мониторинга и контроля состояния водителя. Исходя из чего, можно сказать, что системы мониторинга усталости водителя, на методологическом уровне и по функциональному назначению активно развиваются и обозначили тренд, в том числе, перехода по ряду функций из категории систем-ассистентов в категорию систем активной безопасности, работающих в автоматическом режиме.

Рассмотрены принципы построения СПРВ с использованием физиологических и нефизиологических методик. Выявлен наиболее эффективный, имеющий наименьшую вероятность опасного отказа, метод автоматической интерпретации функционального состояния водителя в части усталости водителя, основывающийся на мониторинге и анализе параметров ЭДА.

Описана характеристика непроизвольных отклонений движения автомобиля от идеальной траектории движения. Рассмотрено влияние сонливости и отвлечения внимания водителя на характеристику непроизвольных отклонений.

Показана актуальность мониторинга функционального состояния водителя, до достижения транспортными средствами полной автономности движения. Методы автоматической интерпретации функционального состояния водителя позволяют расширить функциональные возможности систем безопасности и повысить их эффективность.

**Во второй главе** детально рассмотрены алгоритмы работы систем поддержания работоспособности водителя, пути их развития, в частности предложено взаимодействие с диспетчерскими системами и системами

тахографии, на основании чего сформулирован порядок функционирования современных СПРВ (рисунок 1):



**Рисунок 1 – Порядок функционирования СПРВ**

Описан сложный комплекс электрооборудования автомобиля МАЗ, представляющий собой взаимосвязанные электротехнические и электронные системы, приборы и устройства, обеспечивающие надежное функционирование двигателя, трансмиссии и ходовой части, безопасность движения, автоматизацию рабочих процессов автомобиля и комфортные условия для водителя и пассажиров.

С целью дальнейшего развития представлена перспективная базовая структура бортовой информационно-аналитической системы (БИАС) и архитектура базового программного обеспечения по созданию бортовой платформы для коммерческого транспорта, реализующей следующий основной функционал: определение местоположения транспортного средства с сантиметровой точностью, прежде всего для поддержки *ADAS* по контролю движения в полосе, когда полоса и обочина «не распознаются» оптическими методами, поддержка коммуникаций с диспетчерскими и службами экстренной помощи, передача, в том числе в автоматическом режиме, информации о динамике системы «человек-машина» (текущее состояние основных систем, узлов и агрегатов, состояния водителя, информирование об аварийной ситуации, вызов экстренных служб в случае аварии или потери сознания, смерти водителя), коммуникаций между пассивными *ADAS* и системами активной безопасности или их интеграции с целью координации их совместной работы в динамике по предотвращению аварии или минимизации последствий (рисунок 2).



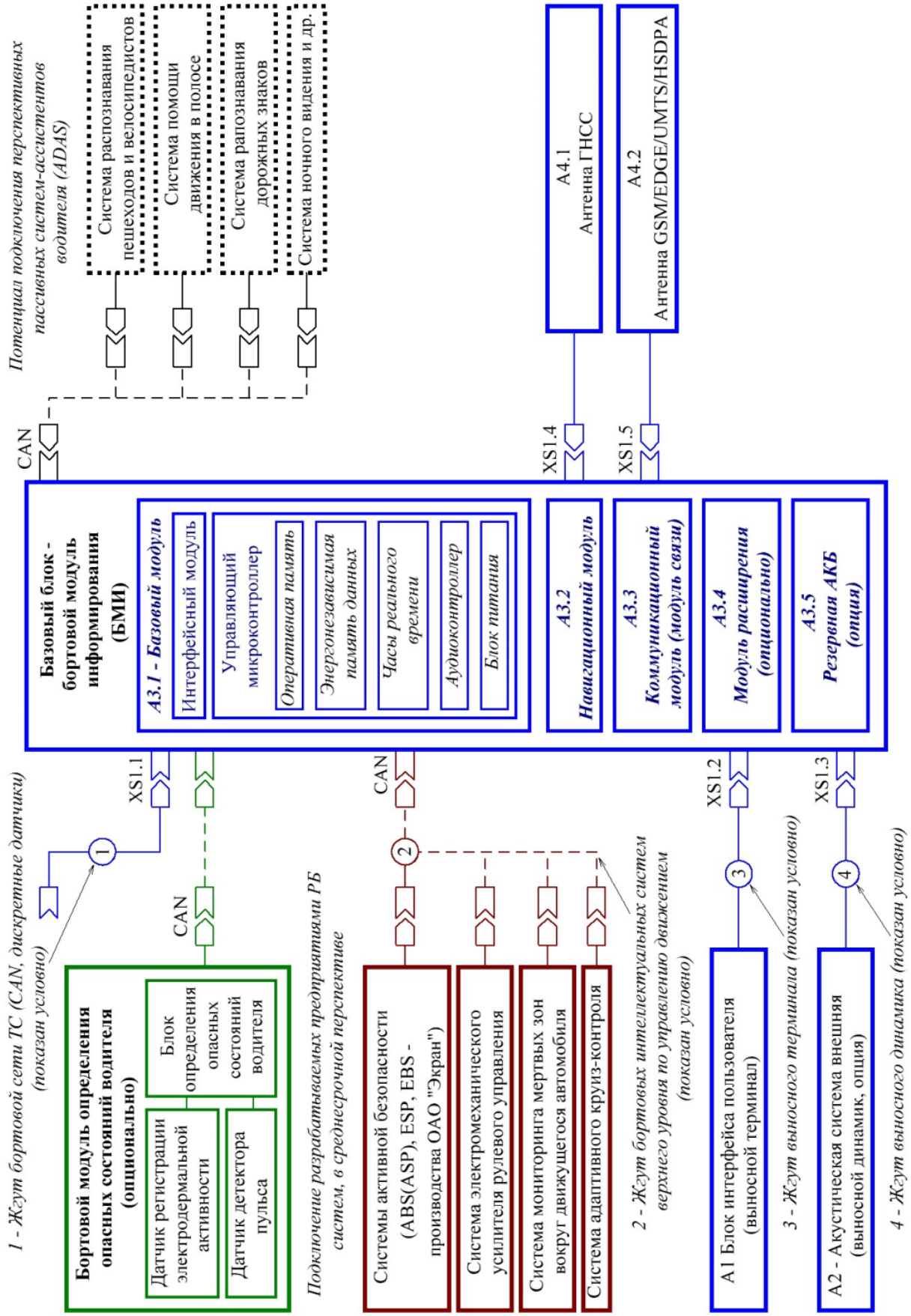


Рисунок 2 – Структура БИАС и ее подключение на борту ТС

Рассмотрена структура и принципы построения и функционирования выбранного прототипа системы поддержания работоспособности водителей (разработка ЗАО «Нейроком») для разрабатываемого бортового модуля определения опасных состояний, который может быть интегрирован в нынешнюю структуру электрооборудования тягача МАЗ. Описаны каналы приема и обработки сигналов, обеспечивающих контроль функции внешнего внимания водителя.

**В третьей главе** рассмотрена история интеграции прототипов системы поддержания работоспособности водителя и седельных тягачей МАЗ, представлены ссылки на квалификационные испытания СПРВ на технике МАЗ (рисунок 3.2). В процессе проведения испытаний выполнены экспериментальные исследования динамики изменения электродермальной активности у водителей, непосредственно во время выполнения алгоритмов деятельности. Получено подтверждение, что методология, заложенная в основу СПРВ, позволяет не только упреждать развитие глубокой релаксации и/или «засыпание», но и поддерживать водителя в состоянии готовности к экстренному действию (сокращает время реакции на складывающуюся дорожную обстановку).



**Рисунок 3 – СПРВ установленная на борту седельного тягача МАЗ 544069 320 во время квалификационных испытаний и документирования результатов**

Межведомственная комиссия, в составе специалистов Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь и его подведомственных организаций, Управления государственной автомобильной инспекции Мини-

стерства внутренних дел Республики Беларусь, Белорусской ассоциации международных автомобильных перевозчиков, ОИМ НАН Беларуси рекомендовали осуществить внедрение СПРВ в автотранспортных организациях, осуществляющих перевозки пассажиров и грузов в междугороднем и международном сообщении.

Представлено взаимодействие локальной автомобильной системы управления электрооборудованием МАЗ с бортовым модулем определения опасных состояний водителя, а именно: описана схема подключения и аппаратный и программный протоколы, обеспечивающие взаимодействие блоков внутренней сети автомобиля между собой.

Интегрирование в структуру электрооборудования тягача МАЗ системы поддержания работоспособности водителей позволит расширить функциональные возможности систем безопасности и повысить их эффективность.

Помимо прочего произведена выработка перспективных требований по функциональным возможностям к новому поколению систем контроля усталости водителя. Важнейшее из которых – необходимо обнаруживать предвестники опасных состояний, интерпретировать в реальном масштабе времени функциональные состояния, которые несовместимы с выполняемой работой (смерть, потеря сознания, сон и т.п.). Определение предвестников опасных состояний позволяет принять превентивные меры, в автоматическом или автоматизированном режиме, а констатация наличия таких функциональных состояний почти неизбежно приводит к развитию аварийной обстановки.

Одним из перспективных направлений исследований по развитию эффективности функционирования алгоритмов, на основе которых работают системы активной безопасности (превентивные системы безопасности и системы-ассистенты водителя) является использования закономерностей, получаемых методами мониторинга и поддержания работоспособности водителей в реальном масштабе времени. Фактическое текущее функциональное состояние водителя является дополнительной информацией для повышения адаптивности базовых алгоритмов систем активной безопасности. Образовалась устойчивая тенденция использования как в исследовательских, так и прикладных работах, потенциала синергии динамики фактического состояния антропогенных систем и функциональных систем операторов, как взаимодополняющих методов и способов, направленных на повышение эффективности функционирования систем «человек-машина» в целом. Эти методы реализуются бортовыми электронными системами и информационно-аналитическими комплексами с использованием адаптивных алгоритмов. Обнаружение тренда к релаксации водителя фактически является командой к превентивной активизации активных систем безопасности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

1. Предложена классификация и анализ по критерию «вероятность опасного отказа» известных методов, используемых при построении систем

контроля усталости. Определен наиболее надежный метод для автоматической интерпретации текущей динамики уровня релаксации водителя (анализ параметров электродермальной активности).

2. Для системы управления верхнего уровня тягача МАЗ разработан проект бортового модуля определения опасных состояний, позволяющий предотвратить наступление события аварии по причине релаксации, потери сознания или смерти водителя.

3. Разработаны интерфейсы взаимодействия локальной автомобильной системы управления электрооборудованием с бортовым модулем определения опасных состояний водителя. Сформулированы перспективные требования по функциональным возможностям к новому поколению систем контроля усталости водителя.

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Указанные результаты представляют интерес для ОАО «МАЗ» и могут быть использованы в дальнейшем в рамках внедрения локальной автомобильной системы управления электрооборудованием и наращивания количества интеллектуальных систем на седельных тягачах МАЗ. Научно-технические результаты по проблеме мониторинга функционального состояния водителей позволяют расширить функциональные возможности систем безопасности и повысить их эффективность.

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ**

### *Статьи в рецензируемых журналах*

1. Мониторинг функционального состояния водителя во взаимосвязи с выполняемыми алгоритмами деятельности / Н.В. Каплин, А.Г. Савчиц // Актуальные вопросы машиноведения. – 2018. – № 7-2018. – С. 40-44.

### *Статьи в сборниках научных трудов*

2. Каплин, Н.В. Эволюция систем автоматического управления автомобилем / Н.В. Каплин // материалы IV международной научно-практической конференции молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук», Тольятти, Российская федерация, 23-25 апреля 2018 г. / ФГБОУ ВО «ТГУ». – Тольятти, 2018. – С. 135–138.

3. Каплин, Н.В. Электродермальная активность как основной метод определения предвестников опасных состояний водителей / Н.В. Каплин // материалы III международной открытой конференции «Современные проблемы анализа динамических систем. Приложения в технике и технологиях», Воронеж, Российская федерация, 17-19 сентября 2018 г. / ФГБОУ ВО «ВГЛУ». – Воронеж, 2018. – С. 169–170.

4. Каплин, Н.В. Выработка перспективных требований по функциональным возможностям к новому поколению систем контроля усталости водителя / Н.В. Каплин // материалы IX международной

молодежной научно-практической конференции «Научные стремления», Минск, Республика Беларусь, 04-05 декабря 2018 г. / «Лаборатория интеллекта». – Минск, 2018. – С. 72–73.

*Тезисы конференций*

5. Каплин, Н.В. Методы и алгоритмы построения систем контроля усталости водителей грузового автомобильного транспорта / Н.В. Каплин // материалы 54-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Проектирование информационно-компьютерных систем», Минск, Республика Беларусь, 23-27 апреля 2018 г. / УО «БГУИР». – Минск, 2018. – С. 68–69.

6. Каплин, Н.В. Бортовой модуль определения опасных состояний водителя / Н.В. Каплин // материалы XVIII Международной научно-практической телеконференции «Advances in Science and Technology», Москва, Российская федерация, 31 января 2019 г. / «Актуальность. РФ». – Москва, 2019. – Принято в печать.

## РЭЗІЮМЭ

Каплін Мікалай Віктаравіч

### Метады і алгарытмы пабудовы сістэм кантролю стомленасці кіроўцаў грузавога аўтамабільнага транспарту

**Ключавыя словы:** узровень няспання, метады і прылады кантролю функцыянальнага стану кіроўцы транспартнага сродку, электродермальнае актыўнасць.

**Мэта працы:** даследаванне і параўнальны аналіз метадаў і алгарытмаў для пабудовы сістэм кантролю стомленасці кіроўцаў грузавога аўтамабільнага транспарту. Інтэграцыя абранага прататыпа сістэмы ў перспектыўныя сістэмы кіравання верхняга ўзроўню цягача МАЗ.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** выкананы аналіз існуючых метадаў, якія выкарыстоўваюцца пры пабудове сістэм кантролю стомленасці. Вызначаны найбольш надзейны метады для аўтаматычнай інтэрпрэтацыі бягучай дынамікі ўзроўню рэлаксацыі вадзіцеля (аналіз параметраў электродермальнае актыўнасці); для сістэмы кіравання верхняга ўзроўню цягача МАЗ распрацаваны праект бартавога модуля вызначэння небяспечных станаў, які дазваляе прадухіліць наступ падзеі аварыі па прычыне рэлаксацыі, страты прытомнасці або смерці вадзіцеля; сфармуляваны перспектыўныя патрабаванні па функцыянальных магчымасцях да новага пакалення сістэм кантролю стомленасці.

**Ступень выкарыстання:** названыя вынікі ўяўляюць цікавасць для ААТ "МАЗ" і могуць быць выкарыстаны ў далейшым у рамках ўкаранення лакальнай аўтамабільнай сістэмы кіравання электраабсталяваннем і нарошчвання колькасці інтэлектуальных сістэм на седлавых цягачах МАЗ. Навукова-тэхнічныя вынікі па праблеме маніторынгу функцыянальнага стану кіроўцаў дазваляюць пашырыць функцыянальныя магчымасці сістэм бяспекі і павысіць іх эфектыўнасць.

**Вобласць ужывання:** машынабудаванне, сістэмы дапамогі кіроўцу.

## РЕЗЮМЕ

Каплин Николай Викторович

### Методы и алгоритмы построения систем контроля усталости водителей грузового автомобильного транспорта

**Ключевые слова:** уровень бодрствования, методы и устройства контроля функционального состояния водителя транспортного средства, электродермальная активность.

**Цель работы:** исследование и сравнительный анализ методов и алгоритмов для построения систем контроля усталости водителей грузового автомобильного транспорта. Интеграция выбранного прототипа системы в перспективные системы управления верхнего уровня тягача МАЗ.

**Полученные результаты и их новизна:** выполнен анализ существующих методов, используемых при построении систем контроля усталости. Определен наиболее надежный метод для автоматической интерпретации текущей динамики уровня релаксации водителя (анализ параметров электродермальной активности); для системы управления верхнего уровня тягача МАЗ разработан проект бортового модуля определения опасных состояний, позволяющий предотвратить наступление события аварии по причине релаксации, потери сознания или смерти водителя; сформулированы перспективные требования по функциональным возможностям к новому поколению систем контроля усталости.

**Степень использования:** указанные результаты представляют интерес для ОАО «МАЗ» и могут быть использованы в дальнейшем в рамках внедрения локальной автомобильной системы управления электрооборудованием и наращивания количества интеллектуальных систем на седельных тягачах МАЗ. Научно-технические результаты по проблеме мониторинга функционального состояния водителей позволяют расширить функциональные возможности систем безопасности и повысить их эффективность.

**Область применения:** машиностроение, системы помощи водителю.

## SUMMARY

**Kaplin Nikolai Viktorovich**

### **Methods and algorithms for building systems for monitoring fatigue of truckers**

**Key words:** level of wakefulness, methods and devices for monitoring the functional state of a vehicle driver, electrodermal activity.

**The object of study:** research and comparative analysis of methods and algorithms for building systems for monitoring fatigue of truckers. Integration of the selected prototype system into promising top-level control systems of the MAZ trucks.

**The results and novelty:** the analysis of existing methods used in the construction of fatigue monitoring systems. The most reliable method was determined for automatic interpretation of the current dynamics of the driver's relaxation level (analysis of the parameters of electrodermal activity); for the control system of the upper level of the MAZ, a project has been developed for the onboard module for determining hazardous conditions, which allows to prevent the occurrence of an accident event due to relaxation, loss of consciousness or death of the driver; formulated promising functional requirements for the new generation of fatigue monitoring systems.

**Degree of use:** these results are of interest for JSC MAZ and can be used in the future as part of the implementation of a local automotive electrical control system and increasing the number of intelligent systems on MAZ trucks. Scientific and technical results on the problem of monitoring the functional state of drivers allow us to expand the functionality of safety systems and increase their efficiency.

**Sphere of application:** mechanical engineering, driver assistance systems.