

УДК 621.43: 621.44.3: 629.113

**В.П. Волков, профессор, д-р техн. наук,  
О.Я. Никонов, профессор, д-р техн. наук,  
Е.А. Комов, ассистент**

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет  
ул. Петровского, 25, г. Харьков, 61002  
oj\_nikonov@mail.ru, komolov3002@yandex.ru*

**И.В. Грицук, доцент, канд. техн. наук**

*Донецкий институт железнодорожного транспорта УкрГАЗТ  
ул. Артема 184, г. Донецк, Украина, 83018  
gritsuk\_iv@ukr.net*

## **МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

*В статье приведены результаты создания интеллектуального диагностического комплекса по мониторингу параметров технологических процессов энергосиловых агрегатов транспортного средства.*

**Ключевые слова:** *автотранспортное средство, диагностика, мониторинг, параметр*

**Постановка проблемы.** Мониторинг параметров рабочих процессов и технического состояния энергосиловых агрегатов (РП ТС ЭСА) транспортных средств (ТС) направлен на контроль за изменением основных параметров узлов, агрегатов и систем ТС, их фиксацию, а также дистанционное получение необходимых параметров для работы интеллектуальных программных комплексов (ИПК) [2]. Диагностирование ТС направлено на определение технического состояния их узлов, агрегатов и систем, на поиск и локализацию места отказа или неисправности, прогнозирование остаточного ресурса или вероятности безотказной работы [1]. Интенсивное развитие интеллектуальных транспортных систем (*Intelligent Transport Systems - ITS*), основанных на широком использовании возможностей спутникового позиционирования, средств телематики, является основной особенностью развития современного транспорта, где формируется новое научное направление по созданию виртуальных систем мониторинга и диагностирования РП ТС ЭСА.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Исследования проведены в ХНАДУ и ДонИЖТ УкрГАЗТ, где совместными усилиями разработано программное обеспечение (ПО) в виде ИПК «Виртуальный механик «HADI-12»» [3, 2]. Его экспериментальное внедрение на автомобильном транспорте (АТ) в составе интеллектуального диагностического комплекса (ИДК) открывает для отрасли возможность исследования параметров РП ТС ЭСА современных АТС, функционирующих в условиях *ITS*.

**Постановка задачи.** Целью работы является обеспечения возможностей виртуального мониторинга и диагностирования параметров рабочих процессов энергосиловых агрегатов ТС с использованием возможностей современных *ITS*.

**Материалы и результаты исследования.** Параметры РП ТС ЭСА получают, как правило, при работе со стационарным технологическим оборудованием, где возникают сложности, определяемые особенностями оборудования для диагностирования ТС. Как правило, оборудование характеризуется высокой ценой, узкой специализацией или специфическими особенностями применения. Это приводит к тому, что выполнить конкретные действия, согласно технологии проведения диагностирования АТС, удается далеко не во всем объеме. В создавшейся ситуации наиболее эффективным решением является совместное использование технологий позиционирования и интеллектуальных компьютерных систем диагностирования ТС. Существующие в структуре *ITS* современные системы мониторинга и диагностирования РП ТС ЭСА состоят на АТ из двух основных составляющих: бортовое оборудование (БО), расположенное в кабине водителя и программное обеспечение (ПО), устанавливаемое как на диагностическое оборудование, так и на принимающий информацию сервер и (или) компьютер. При этом БО, в свою очередь, распределяется на пять групп: диагностическое, сканирующее, информационное, передающее и смешанное, а ПО, в свою очередь - на три группы (типы): клиентское, *web*-интерфейс, смешанное.

Для виртуального мониторинга и диагностирования РП ТС ЭСА было предложено для ТС использовать разработанный ИДК [3, 4], который может быть интегрирован в любую *ITS*. То есть, он способен решать кроме традиционных задач современной *ITS*, другие задачи – контроль и диагностирование РП ТС ЭСА. Разработанный ИДК позволяет при проведении диагностирования выполнить весь алгоритм планируемых работ, индивидуально работая в удаленном доступе с

результатами регистрируемых параметров ТС в условиях эксплуатации. Разработанный ИДК является достаточно эффективным диагностическим средством, позволяющим замерять в условиях эксплуатации большое количество параметров РП ТС ЭСА в различных программных модулях, использование которых при проведении диагностирования обеспечивает не только получение, но и регистрацию на удаленном компьютере результатов измерений с использованием возможностей *ITS* через удаленный сервер [4]. При создании ИДК было использовано общедоступное диагностическое оборудование, ПО и проведена его адаптация для работы в условиях *ITS* [5, 6], обусловленных категорией пользователей, условиями эксплуатации и особенностями ТС.

Существующие аппаратные комплексы диагностического оборудования в структурах *ITS*, представляют собой в основном реализацию по состоянию дорожного движения (ДД). Это телекоммуникационные, навигационные и информационные технологии, связанные с ТС. В созданном ИДК осуществлено объединение в единый комплекс всех необходимых задач, которые ставятся в подобных комплексах и приборам, как относительно инфраструктуры транспорта, так и требований и особенностей самого ТС, что позволяет осуществить все необходимые действия, выполняемые диагностом при исследовании РП ТС ЭСА и оценке технического состояния ТС. К задачам относятся: эксплуатация и управление ТС, информатизация водителя и помощь ему при эксплуатации ТС, идентификация и регистрация состояния ТС, безопасность, навигация, видео регистрация ДД, взаимодействие ПО в ИДК. Все задачи обеспечиваются удобными интерфейсами, датчиками, передачей данных на сервер контроля и на компьютер удаленного доступа, где осуществляется обработка данных, взаимодействие с имеющимися базами данных и программными приложениями. Техническими средствами ИДК являются: диагностический сканер; планшет (мобильный телефон (смартфон)), устанавливаемый в кабине водителя; удаленный сервер; удаленный компьютер; необходимое программное обеспечение; сеть *Internet*, *GPS* и *GPRS*; информационные программные продукты «Виртуальный механик «*HADI-12*»» [2, 8] (рисунок 2).

*Виртуальный мониторинг параметров с использованием ИДК.* Разработанный ИДК, в качестве одного из направлений своей деятельности, с использованием технических возможностей серверов (например, ХНАДУ ТЕСА, М2М, *Orange* и др.) способен в составе ИПК [2] обеспечить получение необходимых ответов на запросы по координатам ТС (с выделением геозон): уровню и расходу топлива; скорости; времени, на протяжении которого объект находится в движении или в состоянии остановки, в виде отчетов в формате *.xls*. (рисунок 1).

*Виртуальный мониторинг и диагностирование параметров РП ТС ЭСА с использованием ИДК.* ИДК позволяет, во-первых, идентифицировать ТС и, во-вторых, передать от ТС полученную информацию в облако *Internet* [7] или через *Internet*, *GPS* и (или) *GPRS* непосредственно специалистам-диагностам на удаленный компьютер [9]. Это специфические задачи, которые распределены программным *Android*-обеспечением в рамках одного технического устройства ИДК, где при его помощи успешно решается ряд локальных задач в объеме диагностирования. Работа планшета (смартфона), как составляющего ИДК, организована в структуре комплекса для одновременного выполнения функций: навигатора, видеорегистратора или монитора ИДК и др.

Основой формирования и работы ИДК является бортовой диагностический сканер, который требует от ТС обязательного наличия диагностического разъема (например *OBD2*). После его подключения информация от электронных блоков управления ТС через *bluetooth* поступает на планшет (монитор) диагностического комплекса, а затем (рисунок 2) через *Internet* с использованием технических возможностей различных серверов к удаленному компьютеру инженера-диагноста (диспетчера виртуального предприятия). Основные технические средства ИДК: диагностический сканер и планшет (смартфон), устанавливаемые в кабине водителя ТС показаны на рисунке 3.

В результате диагностика ТС получает возможность иметь широкий спектр диагностической и контрольной информации о техническом состоянии ТС (рисунок 4, 5). Кроме количественной оценки измеряемых параметров, программа воспроизводит осциллограммы пульсаций параметров РП ТС ЭСА (рисунок 4). ИДК при возникновении неисправностей в системе электронных блоков управления ТС позволяет снять возникшую «ошибку» неисправности элементов диагностирования и мониторинга. Согласно технологии диагностирования ТС, при выполнении действий с ИДК в памяти программы сервера запоминаются значения диагностических параметров, которые затем можно распечатать, используя меню ИПК.

В пределах возможностей работы ИПК «Виртуальный механик «*HADI-12*»» [2, 8], кроме основных технологических измерений параметров необходимых для работы ИПК [2, 9] в режиме одновременной работы, были определены параметры тепловых процессов ДВС, оснащенного системой комбинированного прогрева (рисунок 6) [4, 10]. При исследовании с помощью ИДК в режиме онлайн от ТС одновременно были получены в режиме реального времени 32 осциллограммы изменения диагностических параметров, которые позволили проследить основные процессы энергосилового агрегата ТС.



Рисунок 1 – Интерфейс сервиса мониторинга транспорта и подвижных объектов

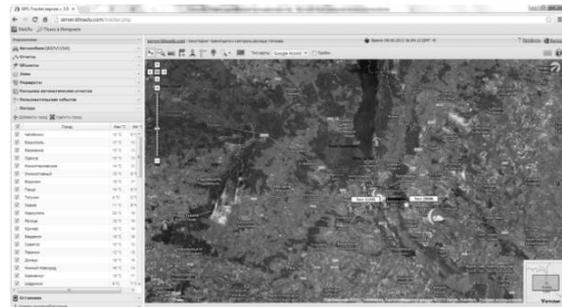


Рисунок 2 – Функциональная схема виртуального диагностирования параметров РП ТС ЭСА с использованием ИДК



а)



б)

Рисунок 3 – Размещение технических средств ИДК в салоне ТС: а) диагностический OBD сканер; б) планшет – монитор диагностического комплекса

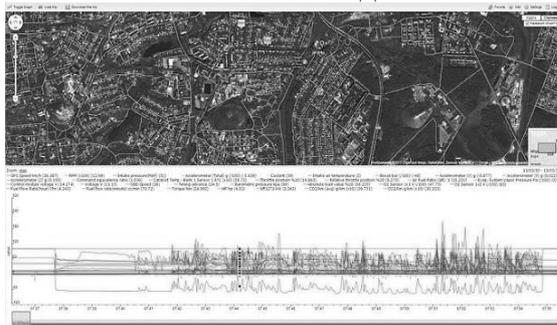


Рисунок 4 – Интерфейс программы обработки и вывода в режиме онлайн информации об основных координатах ТС и о результатах измерений основных параметров РП ТС ЭСА с использованием ИДК (на примере 32 параметров)



Рисунок 5 – Интерфейс программы обработки и вывода в режиме онлайн информации о результатах измерений траектории перемещений ТС за соответствующий период времени

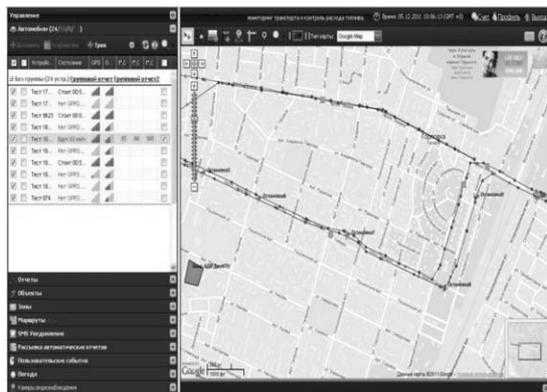


Рисунок 6 – Интерфейс серверной программы обработки и вывода в режиме онлайн информации ТС о текущих тепловых параметрах ДВС, оборудованного системой комбинированного прогрева

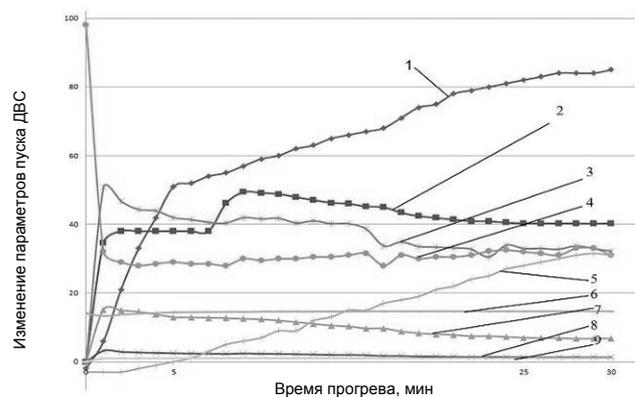


Рисунок 7 – Изменения основных диагностических параметров ДВС, в процессах пуска и прогрева (прогрев только на х.х.): 1 – температура охлаждающей жидкости, t, °C; 2 – температура катализатора (x10), T, K; 3 – абсолютное значение нагрузки; 4 – давление во впускном коллекторе; 5 – температура воздуха на впуске, t, °C; 6 – Air Fuel Ratio (alt) :1; 7 – частота вращения (x100), мин<sup>-1</sup>; 8 – Fuel Flow Rate (hour) l/hr; 9 – Command equivalence ratio

В результате анализа из этих параметров были выделены параметры процессов пуска и прогрева ДВС (рисунок 7). Результат обработки экспериментальных данных, полученных от ТС на основе разработанного ИДК, показал наличие на современном автомобильном транспорте реальной возможности использования диагностического комплекса в структуре *ITS*.

**Выводы.** Разработано и адаптировано к условиям *ITS* программное и аппаратное обеспечение ИДК, позволяющее в режиме реального времени проводить контроль и регистрацию параметров энергосиловых агрегатов ТС. Созданный виртуальный ИДК воспроизводит практически все действия, выполняемые инженером-диагностом при определении технического состояния ТС. Установлено, что развитие компьютерного диагностического оборудования в направлении его интеграции в структуру *ITS* позволяет существенно ускорить процессы диагностирования, уменьшить затраты времени и средств.

#### **Бibliографический список использованной литературы**

1. Иванов А.С. Виртуальный комплекс автодиагностики / Иванов А.С. и др. // Мир транспорта и технологических машин. – Орел, 2012. – № 1. – С. 19–25.
2. Технічний регламент програмного продукту «Віртуальний механік «HADI-12»» при реєстрації в ньому нового транспортного засобу / Волков В. П. [та ін. ] // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 47233 от 15.01.2013. Заявка від 15.11.2012 №47525.
3. Волков В.П. Организация ежедневного контроля безопасности транспортных машин в автохозяйствах автомобильного транспорта / В.П. Волков [и др. ] // Сб. научн. раб ДониЖТ. – 2010. – № 21. – С. 5–22.
4. Контроль тепловых процессов в системе оперативной готовности ДВС с использованием информационных технологий позиционирования / И. В. Грицук и др. // Вестник Национального транспортного университета. – К.: НТУ, 2012. – №25. – С. 80–83.
5. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В. М. Власов [и др. ]; под ред. Приходько В.М. – М.: Наука, 2006. – 283 с.
6. Кабашкин И.В. Интеллектуальные транспортные системы: интеграция глобальных технологий будущего [Электронный ресурс] / И. В. Кабашкин. – Режим доступа: <http://rostransport.com/transportrf/pdf/27/34-38.pdf>.
7. Хаханов В.И. Зеленая волна – облако мониторинга и управления дорожным движением / В.И. Хаханов [и др. ]. // АСУ и приборы автоматики. – Харьков: ХНУРЭ, 2012. – №3. – С. 4 – 21.
8. Матейчик В.П. Інформаційні основи формування та оцінки сучасних виробництв технічного обслуговування і ремонту автомобілів / В.П.Матейчик [та ін. ] // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2013. – Випуск 27. – С. 63–70.
9. Грицук І.В. Результати розрахунку паливної економічності та екологічних показників двигуна внутрішнього згорання за циклом передпускового прогріву і пуску при застосуванні системи комбінованого прогріву / І.В.Грицук [та ін. ] // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2013. – Випуск 27. – С. 225–232.
10. Грицук И.В. Системное формирование и анализ структуры комплексных систем комбинированного прогрева двигателей строительных и дорожных машин / И.В. Грицук // Енергоощадні машини і технології. Тези доповіді Міжнар. наук.-техн. конф. (28-30 травня 2013р.) – К.: КНУБА, 2013. – С. 87-88.

*Поступила в редакцию 15.05.2013 г.*

#### **Волков В.П., Ніконов О.Я., Грицук І.В., Комов Є.О. Моніторинг і діагностування параметрів робочих процесів і технічного стану енергосилові агрегатів транспортного засобу**

У статті наведені результати створення інтелектуального діагностичного комплексу з моніторингу параметрів технологічних процесів енергосилових агрегатів транспортного засобу.

**Ключові слова:** автотранспортний засіб, діагностика, моніторинг, параметр.

#### **Volkov V.P., Nikonov O.J., Gritsuk I.V., Komov E.O. Monitoring and diagnosis of parameters of technological processes of energy-power units of the vehicle**

The article contains results creating intelligent diagnostic system for monitoring process parameters of energy-power units of the vehicle.

**Keywords:** motor vehicle diagnostics, monitoring, setting.