

МАШИНОСТРОЕНИЕ

DOI: 10.53078/20778481_2021_4_4

УДК 629.113-592.004.58

И. И. Бондаренко

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО OFFLINE-/ONLINE-КОНТРОЛЯ РАСХОДА ТОПЛИВА И МОНИТОРИНГА РЕЖИМОВ РАБОТЫ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

I. I. Bondarenko

MODERN SYSTEMS FOR INSTRUMENTAL OFFLINE-/ONLINE-CONTROL OF FUEL CONSUMPTION AND MONITORING OF AUTOMOTIVE EQUIPMENT OPERATING MODES

Аннотация

Рассмотрен состав типового оборудования современных систем инструментального offline-/online-контроля расхода топлива и мониторинга режимов работы автотракторной техники.

Ключевые слова:

контроль расхода топлива, расходомеры DFM, ресурс, мониторинг.

Для цитирования:

Бондаренко, И. И. Современные системы инструментального offline-/online-контроля расхода топлива и мониторинга режимов работы автотракторной техники / И. И. Бондаренко // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2021. – № 4 (73). – С. 4–14.

Abstract

The article discusses the composition of typical equipment of modern systems for instrumental offline-/online- fuel consumption control and monitoring of operating modes of automotive vehicles.

Keywords:

fuel consumption control, DFM flow meters, resource, monitoring.

For citation:

Bondarenko, I. I. Modern systems for instrumental offline-/online-control of fuel consumption and monitoring of automotive equipment operating modes / I. I. Bondarenko // The Belarusian-Russian university herald. – 2021. – № 4 (73). – P. 4–14.

Введение

Энергонасыщенная автотракторная техника, электроника, интернет, современные средства коммуникации – важнейшая часть научно-технического прогресса в сельскохозяйственном производстве. В то же время при эксплуатации автотракторной техники основ-

ные затраты связаны с расходами на топливо, смазочные материалы, техническое обслуживание и ремонт. Немаловажную роль играют также потери, связанные с простоями, неоптимальной загрузкой и прочими отрицательными факторами.

Мониторинг транспорта – главная задача сервиса. Инструментарий он-

лайн-сервиса позволяет осуществлять управление автопарками: магистральных и городских грузовых автомобилей, автобусов, дорожно-строительных машин, промышленных и сельскохозяйственных тракторов, технологического транспорта.

Мониторинг транспорта – удаленное слежение за местонахождением и параметрами эксплуатации машин в реальном времени, накопление информации в базе данных и подготовка аналитических отчетов по запросу пользователя. Сервис сочетает в себе мощную систему спутникового мониторинга транспорта и инновационный комплекс организационно-технических решений для осуществления полного контроля над автопарком.

Назначение – комплексный автоматизированный контроль работы парков ТС (транспортных средств) крупных компаний численностью до 100 автопарков с общим количеством до 20 000 бортов. ORF Corporate собирает данные как в режиме реального времени, так и в режиме постобработки. Аналитические отчеты могут готовиться по завершении каждого календарного часа, смены, суток, недели, месяца. Аналитические отчеты могут быть как первичные, так и уточненные, если приходит информация за период, уже «закрытый» отчетом. Сообщения о формировании аналитических отчетов автоматически рассылаются зарегистрированным пользователям. Сервер контролирует полноту и достоверность информации, стабильно работает в автоматическом режиме, позволяет интегрировать данные в бухгалтерские системы, SAP, АСУ предприятия. Доступ к информации осуществляется через клиентское приложение ORF Manager. Работает в локальной сети.

ORF – универсальный сервис мониторинга транспорта, не привязанный к какому-либо конкретному типу бортового оборудования. Простой, экономный и гибкий протокол позволяет подключать практически любые виды бор-

товых терминалов для мониторинга транспорта, работающих по каналам связи GPRS, CDMA, SMS, GSM, радиоканалам. Для использования всех возможностей сервиса GPS мониторинга транспорта бортовое оборудование машины должно иметь приемник GPS или ГЛОНАСС, датчик расхода топлива, датчик уровня топлива, датчик оборотов двигателя. Альтернатива датчикам – подключение к CAN-шине.

Сервис мониторинга транспорта ORF имеет три уровня управления: машина – группа машин – автопарк. По этим уровням организован доступ пользователей к контролю автопарка: просмотру онлайн-информации GPS мониторинга (спутникового мониторинга) и отчетов.

Данная научная статья позволит специалистам приобрести необходимые знания и навыки для решения практических задач, возникающих при эксплуатации машинотракторного парка сельскохозяйственных и других предприятий.

Основная часть

Состав типового оборудования современных систем инструментального offline-/online-контроля расхода топлива и мониторинга режимов работы автотракторной техники показан на рис. 1.

Согласно рис. 1 информация об уровне и запасе топлива в топливном баке поступает на соответствующие входы терминалов СКРТ-31 и СКРТ-45 [1] от емкостного датчика DUT-E, а о количестве пусков двигателя, времени его работы и расходе топлива при работе в режимах пуска, холостого хода, номинальной работы и перегрузки – с соответствующих счетчиков расходомера DFM-100СК [2].

Общая структурная схема микропроцессорной системы бортового диагностирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания показана на рис. 2. Она является составной частью (модулем) комплексной управ-

ляющей, диагностической и информационной системы колесных тракторов [1]. Такой концептуальный подход к общей структуре комплексной системы позволит при ее проектировании ис-

пользовать модульный принцип построения системы, что не является предметом рассмотрения в данной работе. Ядром системы (см. рис. 1) является микроЭВМ.

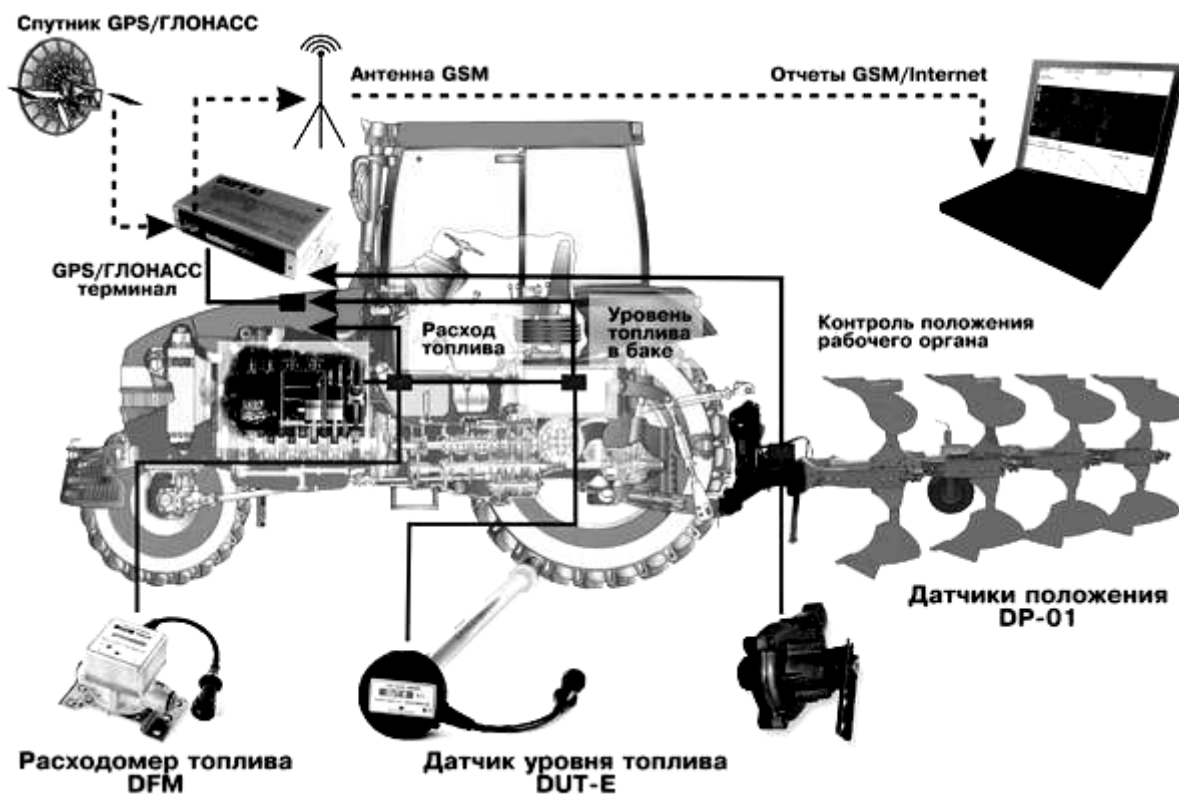


Рис. 1. Структурно-функциональная схема телематической системы контроля расхода топлива и режимов работы трактора

Терминал GPS/ГЛОНАСС – это устройство навигации и передачи информации на основе применения современных технологий спутникового мониторинга транспорта.

Практика показывает, что считывание информационных сигналов должно проводиться с частотой не менее 2 кГц, в противном случае диагностические параметры претерпевают значительные изменения, а это может привести к постановке ошибочного диагноза системой диагностирования [2].

Процедура бортового диагностирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания заключается в следующем.

В ходе диагностирования микропроцессорная система реализует некоторый алгоритм, представляющий собой опрос датчиков диагностирования и сравнение полученных значений информационных сигналов с константами технически исправного двигателя внутреннего сгорания, занесенными в память микроЭВМ, а также правил последовательности выполнения и анализа этих проверок. Если в результате обработки полученной информации K -й элемент оказывается неисправным, то признаку неисправности ПН m присваивается необходимое значение и формируется соответствующее диагностическое сообщение.

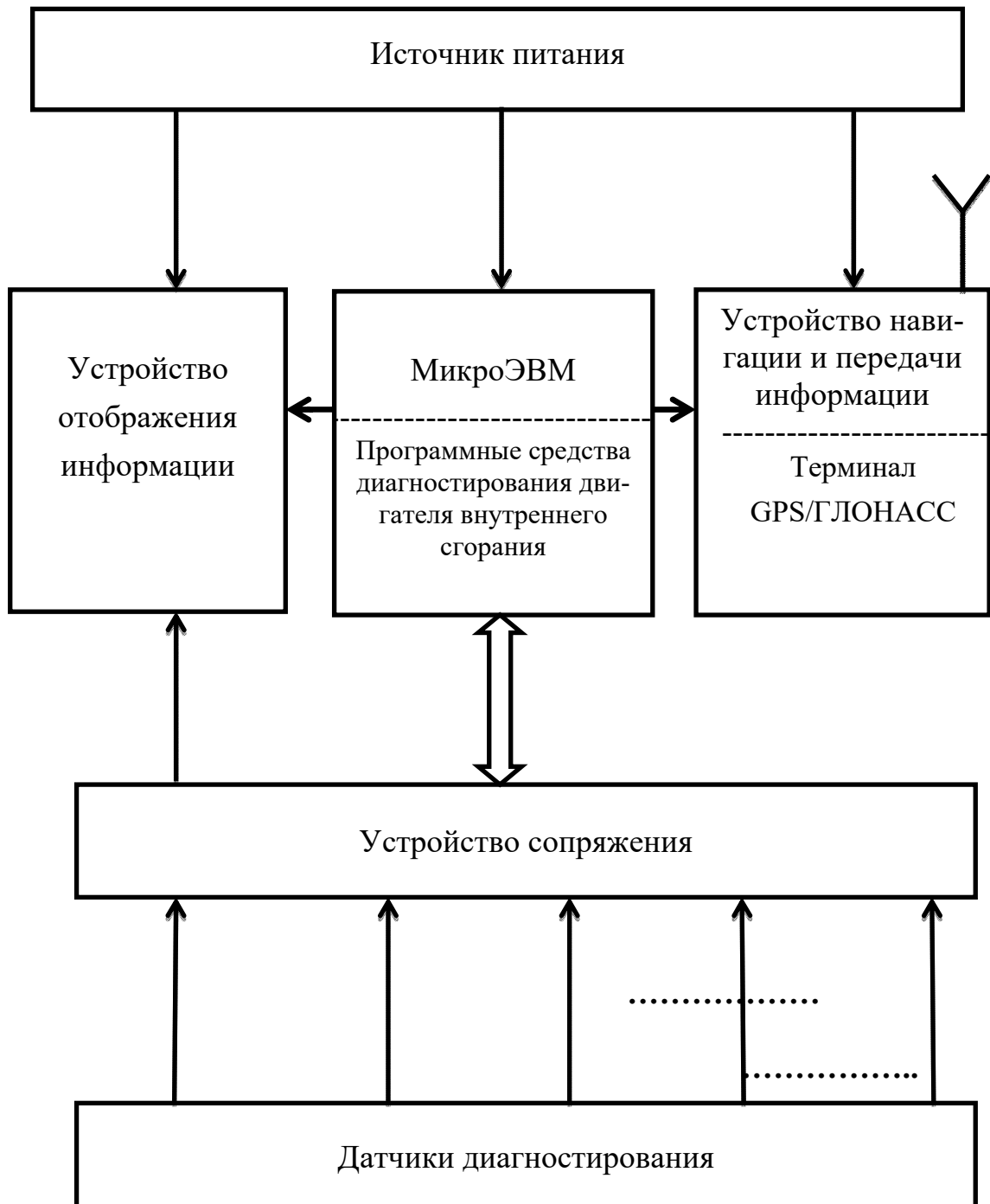


Рис. 2. Структурная схема микропроцессорной системы бортового диагностирования технического состояния двигателя внутреннего сгорания

Требования к повышению безопасности колесных тракторов посредством предупреждения отказов и устранения последствий этих отказов, радикальному уменьшению времени поиска неисправностей обуславливают необходимость применения в процессе бортового диагностирования двигателей внутреннего сгорания информационных технологий. Это позволит повысить показатели безопасности колесных тракторов, снизить продолжительность работ, трудовые и материальные затраты при техническом обслуживании и ремонте.

Диагностирование температурного режима двигателя начинается с проверки выражения

$$T_{дв} = T_{дв.ном}, \quad (1)$$

где $T_{дв}$ – текущее значение информационного сигнала температуры охлаждающей жидкости двигателя; $T_{дв.ном}$ – значение информационного сигнала, соответствующего номинальной температуре охлаждающей жидкости двигателя.

Если выражение (1) не выполняется, то проводится локализация неисправности, предусматривающая следующую проверку:

$$T_{дв} > T_{дв.ном}, \quad (2)$$

выполнение которой свидетельствует о неисправности типа «Перегрев двигателя».

Диагностирование уровня давления масла в системе смазки двигателя начинается с проверки выражения

$$P_{дв} = P_{дв.ном}, \quad (3)$$

где $P_{дв}$ – текущее значение информационного сигнала давления масла в системе смазки двигателя; $P_{дв.ном}$ – значение информационного сигнала, соответствующего номинальному давлению масла в системе смазки двигателя.

Информация о температуре и оборотах коленчатого вала ДВС поступает

на соответствующие входы терминала GPS/ГЛОНАСС СКРТ-45 от штатного датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания и клеммы W генератора.

Координаты местоположения и текущее время, по которым определяются скорость, маршрут и время работы исследуемого объекта в режиме движения, находятся по сигналам «видимых» навигационных спутников группировки GPS/ГЛОНАСС, принимаемым антенной GPS, подключенной к терминалу СКРТ-45.

Беспроводная передача телематической информации в виде сформированных терминалом СКРТ-45 GPRS-отчетов на удаленную точку доступа (сервер телематических услуг и/или персональный компьютер) потребителя/оператора-исследователя производится через вторую антенну и сеть GSM. Накопленная информация за квартал или любой произвольно выбранный период (час, день, неделю и т. д.) может быть считана с сервера телематических услуг зарегистрированным пользователем по специальному паролю через интернет [1].

Телематическая система контроля расхода топлива и режимов работы силового агрегата начинает свою работу при включении бортовой сети трактора и пуске двигателя.

Датчик уровня топлива DUT-E определяет и передает терминалам СКРТ-31 и GPS/ГЛОНАСС СКРТ-45 информацию о запасе, повышении или снижении уровня топлива в баке, при этом погрешность измерения составляет не более 1 %.

DUT-E устанавливают в бак транспортного средства. Датчик измеряет уровень топлива в баке и формирует выходной сигнал для передачи на терминал мониторинга транспорта.

Терминал осуществляет сбор, регистрацию, хранение полученных сигналов и их передачу на сервер телематических услуг. Установленное на сер-

вере программное обеспечение производит обработку и анализ полученных данных и формирует аналитические отчеты за выбранный период времени.

Отчеты позволяют пользователю анализировать данные объема топлива в баке транспортного средства.

Использование выходного протокола позволяет датчикам уровня топлива DUT-E CAN работать в составе телематической шины совместно с расходомерами топлива DFM CAN, другим штатным и дополнительным оборудованием.

С помощью DUT-E CAN в составе можно в режиме реального времени контролировать:

- уровень и объем топлива в баке;
- суммарный объем топлива от одного до восьми баков и отдельно в каждом баке;
- температуру топлива;
- паспортные данные датчика;
- наличие воды в топливе;
- неисправности датчика.

Терминал по одному интерфейсу CAN сможет получать информацию от одного до восьми датчиков DUT-E CAN и от одного до четырех расходомеров DFM CAN. Данная техническая возможность особенно актуальна для технологического транспорта, т. к. позволяет одновременно контролировать как сам автомобиль, так и его дополнительное оборудование.

Применение DUT-E в составе систем транспортной телематики позволяет владельцу транспорта получать достоверную информацию о текущем количестве топлива в баке машины; определять точный объем заправок автомобиля; выявлять факты воровства топлива из бака; контролировать расход топлива.

Принцип работы DUT-E основан на измерении электрической емкости конденсатора, в качестве обкладок которого используются трубки измерительной части датчика. Электрическая емкость изменяется в зависимости от

глубины погружения измерительной части в топливо, которое по своим свойствам является диэлектрической жидкостью. Электронная плата датчика анализирует текущее значение электрической емкости и формирует соответствующий выходной сигнал.

Пересчет уровня топлива в баке в объем топлива производится по тарифовочной таблице, для составления которой необходимо провести процедуру тарифовки бака. Данная процедура представляет собой последовательность заправок топлива фиксированными порциями в бак от пустого до полного состояния. В процессе тарифования устанавливается зависимость величины выходного сигнала DUT-E от объема топлива в конкретном топливном баке.

DUT-E может использоваться совместно с устройствами регистрации и отображения (в том числе с терминалами систем GPS/ГЛОНАСС мониторинга транспорта), характеристики входных интерфейсов которых совместимы с параметрами выходных сигналов DUT-E.

При использовании датчиков DUT-E AF/A5/A10/F/I вычисление объема топлива производится в устройстве регистрации (например, в терминале) либо на сервере услуг программным обеспечением системы мониторинга транспорта.

Датчики DUT-E 232/485/CAN могут самостоятельно рассчитывать текущий объем топлива в баке в соответствии с тарифовочной таблицей, вносимой во внутреннюю память датчика при помощи сервисного комплекта SK DUT-E.

Расходомер топлива DFM-100СК измеряет и передает параметры расхода топлива и времени работы дизельного двигателя на различных режимах терминалам СКРТ-31 и GPS/ГЛОНАСС СКРТ-45, а также данные отображаются на мониторе-индикаторе, при этом погрешность измерения составляет не более 1 %.

Терминал СКРТ-31 находился на

панели приборов трактора и отображал текущую информацию на встроенном дисплее СКРТ-31 для визуального контроля оператором-исследователем и/или водителем и одновременно регистрировал текущие параметры времени работы и расхода топлива в различных режимах для послерейсового контроля и анализа.

Терминал GPS/ГЛОНАСС СКРТ-45 обеспечивает регистрацию текущих параметров в режиме реального времени с привязкой к координатам местоположения, определяемых спутниковой системой и передачу информации в виде телематических отчетов через сеть GSM на сервер телематических услуг и далее, через интернет, на персональный компьютер оператора-исследователя.

Обработка информации и формирование необходимых отчетов на сервере телематических услуг производится с использованием специального серверного компьютера ORF – MONITOR 2.

Расходомер топлива DFM предназначен для контроля расхода дизельного топлива и учета времени работы двигателя транспортного средства: автотракторной техники, строительной и сельхозтехники, водного транспорта, железнодорожных машин. DFM также используется для измерения расхода топлива и времени работы дизель-генераторных установок, котлов, горелок и подобных стационарных агрегатов.

DFM – средство прямого измерения расхода топлива, которое применяется в составе систем GPS/ГЛОНАСС мониторинга транспорта либо в качестве автономного счетчика для учета расхода топлива.

Контроль расхода топлива транспортных средств и стационарных машин позволяет предприятию решить ряд задач:

- оптимальный режим эксплуатации техники;
- контроль времени работы;
- уточнение норм расхода топлива;
- исключение хищений топлива;
- прогнозирование необходимо-

сти техобслуживания.

Для достижения оптимального режима эксплуатации техники:

- водитель выбирает экономный режим работы двигателя, используя данные об оборотах двигателя и мгновенном расходе топлива;
- механик производит мониторинг показаний расхода топлива в системе телематики, удаленно следит за техническим состоянием двигателя и топливной системы, планирует проведение техобслуживания техники, исходя из реальных режимов эксплуатации.

Практически в каждой организации при эксплуатации техники происходит хищение топлива. Самый высокий процент хищений происходит на строительной, сельскохозяйственной и специальной технике, где списание топлива производится по часам. Сливы топлива, недоливы в бак, махинации с кассовыми чеками, топливными карточками – самые распространенные способы воровства топлива, которые устраняет внедрение контроля расхода топлива.

Система контроля расхода топлива позволяет исключить хищение топлива в автопарке и тем самым снизить общие затраты на эксплуатацию техники [3].

Кроме того, решается еще одна важная задача – контроль времени работы техники, что позволяет руководителю исключать нецелевое использование или простаивание техники. Решение этой задачи дает возможность наладить оплату водителя или оператора техники по фактическому времени работы.

Контроль расхода топлива на предприятии позволяет также уточнить нормы расхода топлива на каждую единицу техники. Практика показывает – парки техники, эксплуатирующие малораспространенные тракторы или специальные машины, имеют лишь общее представление о действительном расходе дизельного топлива. Утвержденные уполномоченными институтами нормы расхода в такой ситуации также не точные, поскольку не учитывают влияние

погодных условий и условий работы конкретной модели техники [4].

Таким образом, внедрение системы контроля расхода топлива на предприятии дает экономический эффект в нескольких направлениях:

- повышение производительности работы автопарка;
- экономия топлива и снижение затрат на горюче-смазочные материалы;
- организация оплаты труда по объему реально выполненной работы;

– увеличение срока службы машин, снижение затрат на ремонт и техобслуживание.

1. Контроль расхода топлива по изменению уровня в баке, контроль объемов заливок и сливов из бака. В данном способе, который представлен на рис. 3 и 4, используются данные от дополнительного датчика уровня топлива в баке, который измеряет текущий уровень топлива, объемы заливок и сливов топлива из бака.

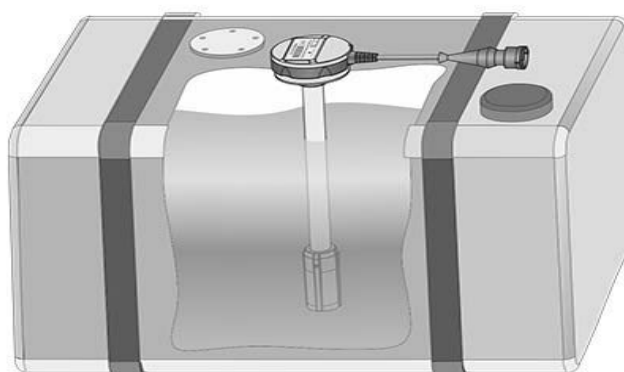


Рис. 3. Место расположения DFM-датчика

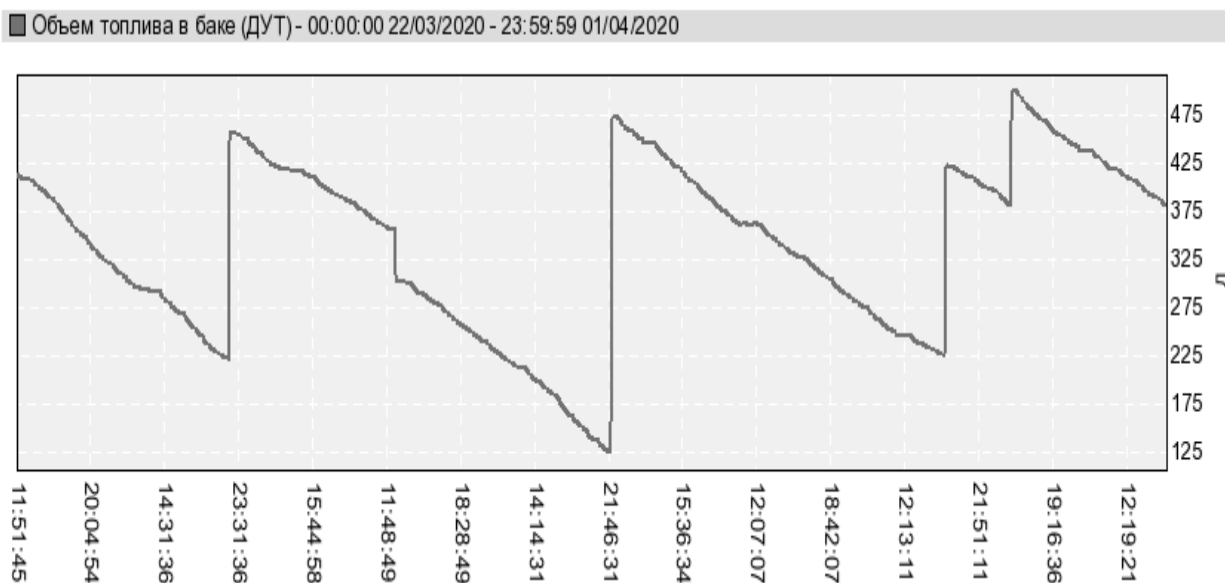


Рис. 4. Сводный отчет объема топлива в баке

2. Контроль расхода топлива по данным CAN-шины. В данном способе (см. рис. 4 и 5) используются данные блока управления двигателем, доступные в шине CAN или J1708. Данные в CAN-шине рассчитываются по зало-

женной производителем транспортного средства формуле, использующей известный объем впрыска топлива и продолжительность открытия форсунок. Представлен сводный отчет часового расхода топлива на рис. 6.

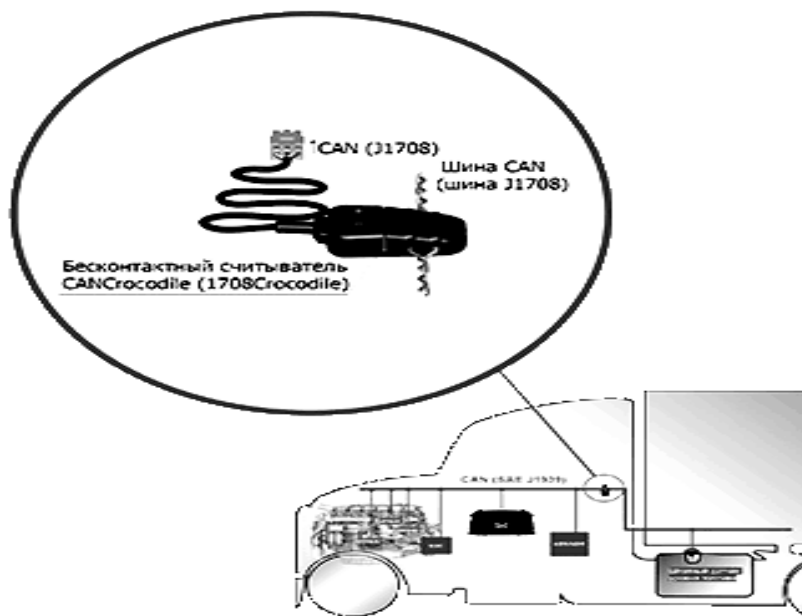


Рис. 5. Место расположения блока управления двигателем

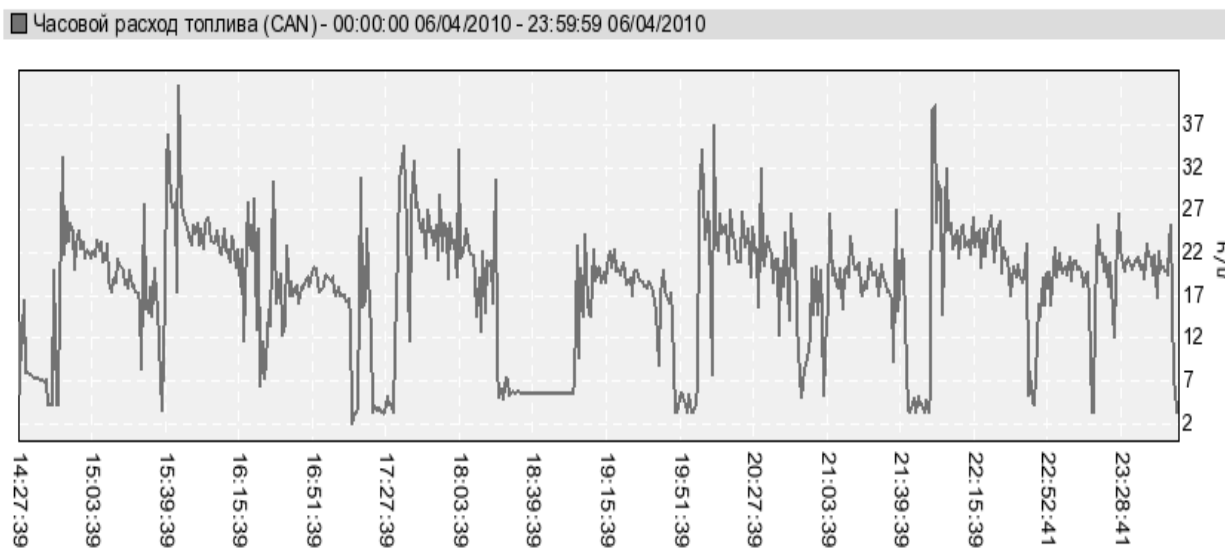


Рис. 6. Сводный отчет часового расхода топлива

3. Контроль расхода топлива по измерению объема, проходящего в топливной магистрали двигателя. Этот метод отличается от предыдущих

тем, что происходит контроль фактического потребления топлива двигателем, т. к. датчик расхода топлива устанавливается в топливную магистраль (рис. 7).

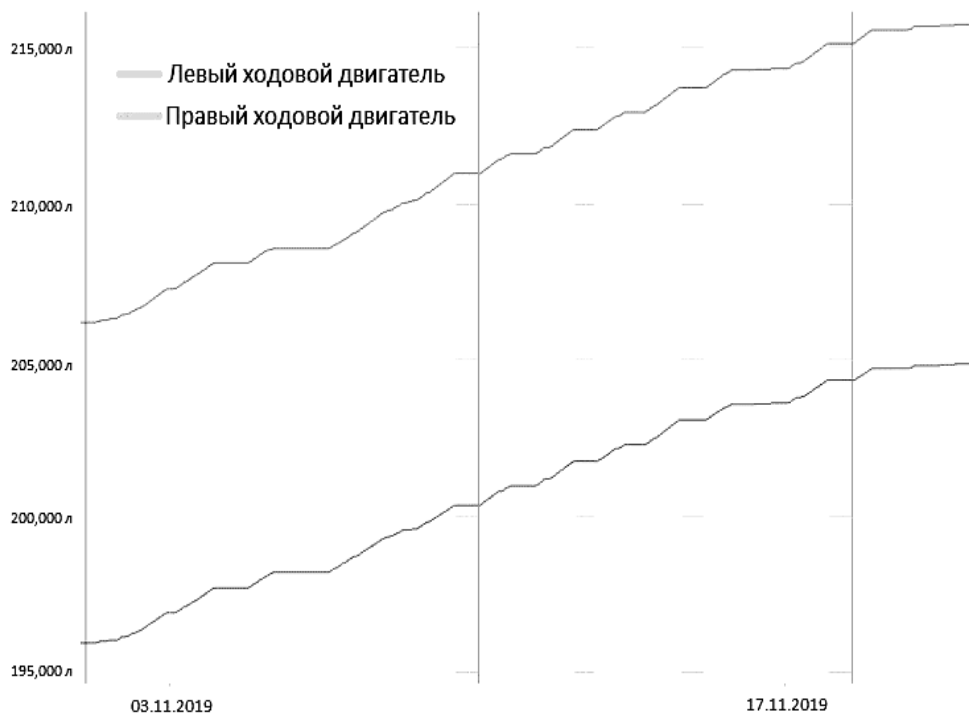


Рис. 7. График суммарного расхода топлива

Заключение

1. Рассмотрены методы контроля расхода топлива по изменению уровня в баке, контроль объемов заправок и сливов из бака по данным CAN-шины, измерению объема.

2. Рассмотрены принцип работы телематической системы и получение информации об уровне и запасе топлива в топливном баке, расположения датчика уровня топлива, методы измерения и передачи параметров расхода топлива, а также времени работы сельскохозяйственного агрегата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные технологии в учебном процессе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bsatu.by/ru/sovremennye-tehnologii-v-uchebnom-processe-0>. – Дата доступа: 01.10.2021.
2. Мальцев, Н. Г. Современные методы контроля расхода топлива и их применение для мониторинга режимов работы автотракторной техники / Н. Г. Мальцев, Ю. Д. Карпиевич // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. ведущим ученым БГАТУ, создателям научной школы по автотракторостроению Д. А. Чудакову и В. А. Скотникову. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 35–39.

3. **Таранцев, Б. И.** Встроенные системы контроля и диагностирования современных автомобилей: обзор / Б. И. Таранцев. – Рига: ЛатНИИИТИ, 1982. – 52 с.

4. **Карпиевич, Ю. Д.** Микропроцессорная система бортового диагностирования степени износа фрикционных накладок ведомого диска сцепления / Ю. Д. Карпиевич // Вестн. БНТУ. – 2007. – № 6. – С. 76–78.

Статья сдана в редакцию 4 октября 2021 года

Ирина Иосифовна Бондаренко, канд. техн. наук, доц., Белорусский государственный аграрный технический университет. Тел.: +375-29-110-59-42. E-mail: irina-mi-k@yandex.ru.

Irina Iosifovna Bondarenko, PhD (Engineering), Associate Prof., Belarusian State Agrarian Technical University. Tel.: +375-29-110-59-42. E-mail: irina-mi-k@yandex.ru.