

## СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ GPS МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА

**И. И. БОНДАРЕНКО, А. Ф. БЕЗРУЧКО, В. Г. КОСТЕНИЧ,  
А. В. ЗАХАРОВ, Н. В. ПАВЛЮЧУК**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, 220023, e-mail: irina-mi-k@yandex.ru*

**М. Л. ПЕТРЕНКО**

*УО «Белорусско-Российский университет»,  
г. Могилев, Республика Беларусь, 203455, e-mail: petrenkoamf@gmail.com*

**В. А. БЕЛОУСОВ**

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: ktrauto@tut.by*

*(Поступила в редакцию 17.05.2023)*

*В статье рассматриваются вопросы применения системы контроля и управления распределенными в пространстве объектами с использованием проводных и беспроводных каналов связи. Рассмотрены структура и алгоритм работы предлагаемой системы дистанционного контроля и управления с использованием проводных и беспроводных каналов связи. Изучение данного вопроса, анализ эксплуатации, технического обслуживания и проведенных ранее ремонтных воздействий привели к углубленному исследованию и разработке бортовых систем на современной автотракторной технике.*

*Сложившийся в прошлом столетии и получивший наибольшее распространение регламентный характер контрольно – диагностических работ не может обеспечить поддержания требуемого уровня технического состояния колесных тракторов, так как не учитывает индивидуальные особенности каждого трактора, условия его эксплуатации, технического обслуживания и проведенные ранее ремонтные воздействия. Внешние средства диагностирования при их эпизодическом использовании также не позволяют своевременно выявлять постепенные и внезапные отказы. Именно стремление снять указанные ограничения стимулировало разработку бортовых систем диагностирования колесных тракторов. Наиболее перспективным направлением электронизации трактора является его бортовое диагностирование, обеспечивающее высокую безопасность эксплуатации, упрощение процедуры и уменьшение затрат на техническое обслуживание и ремонт. Предполагается, что внедрение бортовых диагностических систем позволит снизить стоимость технического обслуживания и ремонта трактора в несколько раз. Сложность задачи контроля технического состояния привода управления сцеплением заключается в разработке методов диагностирования.*

*Данная статья посвящена контролю технического состояния привода управления сцеплением трактора «Беларус», что делает исследование востребованным и актуальным. В статье рассмотрены процессы определения и контроля оперативного мониторинга в процессе диагностики машинно-тракторного парка в период эксплуатации оснащенной системой диагностирования сервисом мониторинга транспорта ORF Monitor фирмы СП «Технотон».*

**Ключевые слова:** трактор, контроль топлива, оперативный мониторинг транспорта, транспорт, диагностика.

*The article deals with the application of the control and management system for space-distributed objects using wired and wireless communication channels. The structure and operation algorithm of the proposed system of remote monitoring and control using wired and wireless communication channels are considered. The study of this issue, the analysis of operation, maintenance and previous repair actions led to an in-depth study and development of on-board systems on modern automotive and tractor equipment.*

*The routine nature of control and diagnostic work that developed in the last century and has become most widespread cannot ensure the maintenance of the required level of technical condition of wheeled tractors, since it does not take into account the individual characteristics of each tractor, the conditions of its operation, maintenance and previous repair effects. External diagnostic tools, when used occasionally, also do not allow timely detection of gradual and sudden failures. It was the desire to remove these restrictions that stimulated the development of onboard systems for diagnosing wheeled tractors. The most promising direction for the electronization of a tractor is its on-board diagnostics, which ensures high operational safety, simplifies the procedure and reduces the cost of maintenance and repair. It is assumed that the introduction of on-board diagnostic systems will reduce the cost of maintenance and repair of the tractor by several times. The complexity of the task of monitoring the technical condition of the clutch control drive lies in the development of diagnostic methods.*

*This article is devoted to monitoring the technical condition of the clutch control drive of the Belarus tractor, which makes the study in demand and relevant. The article discusses the processes of determining and controlling operational monitoring in the process of diagnosing a machine and tractor fleet during the operation of a diagnostic system equipped with the ORF Monitor transport monitoring service from JV Technoton.*

**Key words:** tractor, fuel control, operational monitoring of transport, transport, diagnostics.

### **Введение**

Системы дистанционного контроля и управления находят широкое применение в различных областях промышленности и в быту. В некоторых случаях применение дистанционного контроля и управления является необходимым, например, при расположении объектов на большой территории.

Широкому применению таких систем способствовало появление аппаратных и программных средств дистанционного контроля и управления техническими объектами, в их числе и с использованием технологий Internet.

Развитие программно-аппаратных средств дистанционного контроля и управления привело к их применению в таких областях деятельности человека, в которых они традиционно широко не использовались, например, в системах умного дома, охранных системах, системах отопления, полива, системах управления парниками, инкубаторами, управлению климатом и т.д. При этом общей тенденцией развития таких систем является их рассредоточенность в пространстве. Распределенные в пространстве системы, как правило, требуют для своего функционирования наличие аппаратных средств организации доступа к контролю и управлению, а также каналов связи, в качестве которых чаще всего используются проводные линии связи. Однако в некоторых случаях применение проводных каналов связи не только сдерживает развитие систем дистанционного контроля и управления, но и делает их применение невозможным. В таких случаях используются беспроводные каналы, технической основой реализации которых могут служить радиочастотные модули, работающие в разных частотных диапазонах, GSM модули или ГЛОНАСС, т.е. мобильные технологии управления.

К таким устройствам, обладающим набором необходимых технических средств, позволяющих организовать беспроводные каналы связи, можно отнести современные устройства сотовой связи, в частности, смартфоны. Вместе с тем стоит обратить внимание и на развитие другие программно-технические средства организации беспроводных каналов связи с удаленными объектами, таких как радиотрансиверы, а также устройства организации и управления такими каналами.

В основе системы дистанционного управления объектами с применением беспроводных каналов связи могут быть использованы клиент-серверные технологии организации работы, получившие широкое распространение в системах Internet. Применительно к системам дистанционного контроля и управления такая технология будет состоять из клиента (диспетчерской станции) и сервера (устройства управления), а также интерфейса и канала связи между клиентом и сервером.

При разработке таких систем обычно производится анализ возможных и необходимых функций, выполняемых устройством управления такой системы. Обычно к таким функциям можно отнести следующее: отображение отслеживаемых параметров объектов контроля и управления; передача параметров контроля и управления; хранение данных в базе данных устройства управления, либо в базе данных удаленного сервера; визуализация данных; организация и поддержание интерфейса и канала передачи информации. С учётом необходимых функций были рассмотрены несколько структурных схем построения дистанционной системы контроля и управления.

Исходя из анализа функций, выполняемых каждым элементом Предложенной структуры системы дистанционного управления, были определены задачи, решаемые при проектировании каждого уровня системы дистанционного контроля и управления. К таким задачам относятся: подбор внешних датчиков; выбор или разработка схмотехники и изготовление модуля управления; разработка схмотехники и изготовление модуля основного и резервного питания; разработка схмотехники и изготовление модуля исключения внешних устройств; разработка схмотехники внутреннего сервера; разработка программно-обеспечения для организации работы системы дистанционного контроля и управления.

При проектировании и исследовании работоспособности предлагаемой системы дистанционного контроля и управления в качестве периферийных датчиков были использованы типовые Arduino – ориентированные модули (шилды) [3]. В качестве модуля управления было использовано устройство, разработанное и изготовленное по рекомендациям [2] и представляющее собой клон платы Arduino, выполненный с использованием микроконтроллера. В схеме пилотного образца устройства дистанционного контроля и управления предусмотрена визуализация происходящих событий и действий. Для управляющего устройства было разработано прикладное программное обеспечение, позволяющее решать задачи по обслуживанию модулей управления объектами, используя при этом как готовые библиотеки программ, так и нестандартное программное обеспечение. Для модулей управления объектами с проводными и беспроводными каналами связи был разработан комплекс программно-технического обеспечения, решающий задачи как управления модулями по заданным алгоритмам и внешним командам, так и организующий беспроводной канал связи с портативным устройством, входящим в структуру управления.

Мониторинг транспорта – удалённое 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.

Цель данной работы – контроль технического состояния привода управления сцеплением трактора в период эксплуатации.

### Основная часть

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

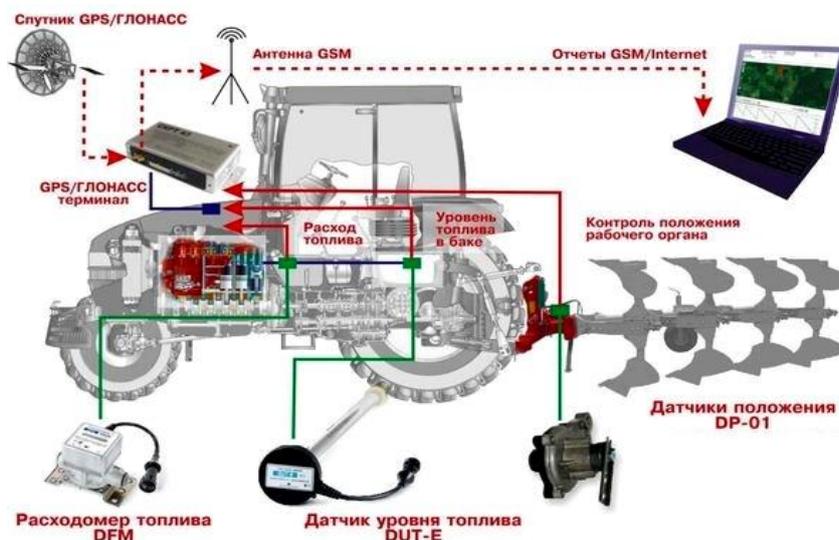


Рис. 1. Структурно-функциональная схема телематической системы контроля расхода топлива и режимов работы трактора

Согласно рис. 1 информация об уровне и запасе топлива в топливном баке поступает на соответствующие входы терминалов СКРТ 31 и СКРТ 45 от ёмкостного 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 счётчиков расходомера DFM 100СК [1].

Координаты местоположения и текущее время, по которым определяются скорость, маршрут и время работы исследуемого объекта в режиме движения, определяются по сигналам «видимых» спутников GPS/ГЛОНАСС, принимаемых антенной GPS, подключённой к терминалу СКРТ 45.

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 необходимости техобслуживания.

Для достижения оптимального режима эксплуатации техники: водитель выбирает экономный режим работы двигателя, используя данные о частоте вращения коленчатого вала 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 техобслуживание техники исходя из реальных режимов эксплуатации.

Система контроля расхода топлива позволяет исключить хищение топлива в автопарке и тем самым снизить общие затраты на эксплуатацию техники [3]. Контроль расхода топлива на предприятии позволяет также уточнить нормы расхода топлива на каждую единицу 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 объёму реально выполненной работы; увеличение срока службы машин, снижение затрат на ремонт и техобслуживание. Рассмотрим типовую структуру системы мониторинга транспорта. Система GPS-Pilot основана на принципе позиционирования машинно-тракторного парка относительно спутников GPS (рис. 2). Принцип работы основан на том, что измеряется время отправления сигнала со спутника до приема GPS приемником (GHz), системное время спутника сверяется также с GPS приемником и определяются координаты x, y, z, при этом необходим прием минимум 3-х спутников. Для уточнения местонахождения используют дополнительный спутник, корректирующий свои данные с учётом метеорологических условий, при этом используя стационарные станции.

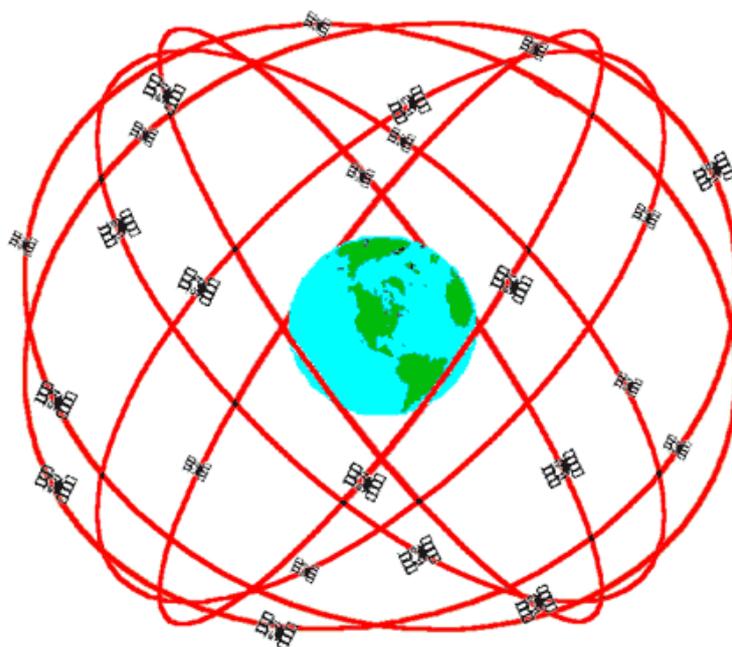


Рис. 2. Система спутников GPS, включающая 24 спутника в 6 орбитальных плоскостях, равноудаленных друг от друга на 60 градусов (по 4 спутника в каждой плоскости)

Мобильный GPS терминал предназначен для определения координат и параметров работы контролируемого объекта, промежуточного хранения и передачи данных в точку доступа (рис. 3). Точка доступа принимает данные от GPS терминала, преобразует их в форму, удобную для хранения в базе данных и складывает их в базу данных. В системе мониторинга транспорта может существовать несколько точек доступа – основная и резервная, а также специализированных на обработке того или иного типа мобильных терминалов [4]. База данных обеспечивает хранение и выдачу данных. В масштабных СМТ может быть несколько баз данных, каждая из которых «специализирована» для хранения данных о группе терминалов или приближена в web-пространстве к месту эксплуатации остальных элементов системы. Модуль аналитики готовит аналитические отчеты за выбранный период времени по запросу клиентского ПО – рассчитывает величину параметров и счетчики пройденного пути, расхода топлива, определяет события заправка/слив и т.д. Модуль картографии хранит и выдает по запросу клиентского ПО изображение карт. Клиентское ПО обеспечивает диалог с пользователем системы GPS мониторинга и наглядно отображает отчеты. В конкретных реализациях систем GPS мониторинга отдельные элементы представленной схемы могут быть совмещены друг с другом, например, клиентское ПО и модуль аналитики (рис. 4).

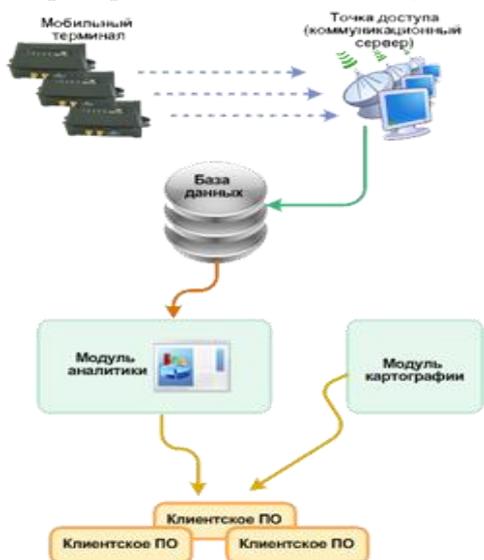


Рис. 3. Типовая структура системы GPS мониторинга транспорта

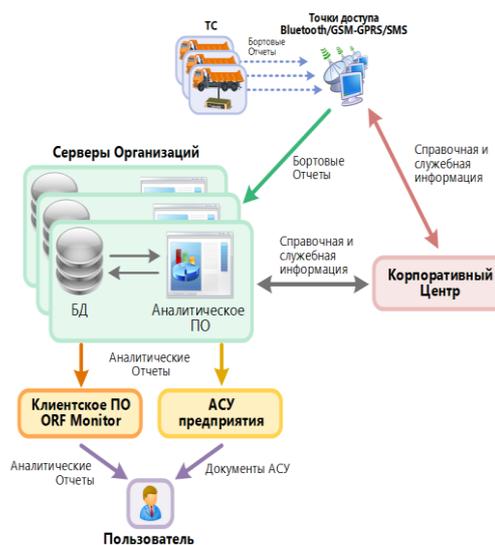


Рис. 4. Корпоративный сервер контроля транспорта системы GPS мониторинга

Все элементы системы GPS мониторинга транспорта, кроме мобильных терминалов, могут быть размещены либо на локальном компьютере, либо в сети Интернет. На ранних стадиях развития СМТ все элементы находились на локальном компьютере – это наиболее простое и наименее гибкое решение. По мере развития, отдельные элементы начали перемещаться в виртуальное пространство, и современные системы мониторинга транспорта находятся там целиком, а в качестве клиентского ПО используется стандартный интернет-браузер. Именно такое построение и принято называть web-решением системы GPS мониторинга транспорта.

Назначение Сервера контроля транспорта ORF Corporate – комплексный автоматизированный контроль работы парков машинно-тракторных парков крупных компаний с численностью до 100 автопарков с общим количеством до 20 000 тракторов и машин.

ORF Corporate – решение для контроля транспорта в холдингах, крупных компаниях, отраслевых, муниципальных или общественных службах. Основные контролируемые параметры: расход топлива, объём топлива в баке, температура топлива в баке и топливных магистралях, нагрузка на ось тягача и полуприцепа, время и режимы работы двигателя, продолжительность и параметры работы навесного оборудования.

### **Заключение**

Для крупных организаций, имеющих возможность эксплуатировать сложный программно-аппаратный комплекс, можно рекомендовать организацию системы GPS мониторинга в локальной сети. В этом случае экономится стоимость аренды серверов, минимизируется интернет-трафик, повышается защищенность данных от несанкционированного доступа. С точки зрения количества мобильных терминалов, можно провести условную границу в 1000 штук – в этом случае целесообразно строить свою корпоративную систему GPS мониторинга.

Установка системы GPS мониторинга транспорта позволяет радикально снизить издержки на эксплуатацию и техобслуживание техники, повысить эффективность работы парка машин.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. 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., посвященной ведущим ученым БГАТУ, создателям научной школы по автотракторостроению Д. А. Чудакову и В. А. Скотникову. – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 35–39.
2. Материалы к новому учебному году: БГАТУ и Техногон / Современные технологии в учебном процессе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bsatu.by/ru/sovremennye-tehnologii-v-uchebnom-processe-0>. – Дата доступа: 03.04.2023.
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 // Вестник БНТУ. – 2007. – № 6. – С. 76–78.