

## **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Ю. В. Катаев, В. С. Герасимов, И. А. Тишанинов, Е. А. Градов**  
*Федеральный научный агроинженерный центр «ВИМ», г. Москва, Россий-  
ская Федерация*

*Аннотация. Для современной диагностики разрабатываются методы и средства определения технического состояния узлов агрегатов энергонасыщенной сельскохозяйственной техники. Результатом диагностирования является заключение о техническом состоянии объекта с указанием места, вида и причин отказов. В связи с этим использование цифровых технологий при диагностировании сельскохозяйственной техники является актуальной проблемой для инженерного корпуса АПК. Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, двигатель, диагностика, техническое состояние, CAN-шина.*

## **DIAGNOSTICS OF THE TECHNICAL CONDITION OF EN- ERGY-SATURATED AGRICULTURAL MACHINERY USING DIGITAL TECHNOLOGIES**

**Yu. V. Kataev, V. S. Gerasimov, I. A. Tishaninov, E. A. Gradov**  
*Federal Scientific Agroengineering Center «VIM», Moscow, Russian Federation*

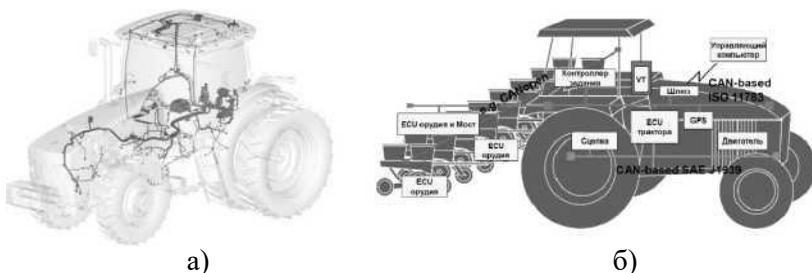
*Abstract. Modern diagnostics develops methods and means for determining the technical condition of units of energy-saturated agricultural machinery. The result of the diagnosis is a conclusion on the technical condition of the object indicating the location, type and causes of failures. In this regard, the use of digital technologies in the diagnosis of agricultural machinery is an urgent problem for the engineering corps of the agro-industrial complex. Keywords: agricultural machinery, engine, diagnostics, technical condition, CAN-bus.*

Использование интеллектуальных цифровых технологий диагностирования представлено на примере трактора John Deere 7830, принадлежащего к классу универсально-пропашных машин.

Трактор John Deere 7830 оснащен цифровыми интеллектуальными системами, обеспечивающими высокую эффективность машины при выполнении работ. Одним из таких решений является система IPM, которая отвечает за работу двигателя путем управления его мощностью. Двигатель самостоятельно подбирает требуемую мощность в зависимости от степени нагрузок, благодаря чему повышается экономия топлива [1-4].

Следует отметить, что бортовой компьютер трактора обладает диагностической функцией. Электронная контрольно-измерительная панель, расположенная в кабине трактора, соединена с блоком управления двигателем John Deere, что позволяет оператору своевременно осуществлять мониторинг характеристик двигателя, а также диагностировать любые проблемы, которые возникают во время работы.

Некоторое программное обеспечение позволяет получить доступ к CAN-шине, а соответственно и к более широкому спектру информации о техническом состоянии машины [5-10]. В машинах John Deere данный интерфейс носит название CANBUS и представляет собой локальную сеть контроллеров (рисунок 1).



**Рисунок 1 - а) Локальная сеть контроллеров трактора; б) Структура CAN-сети трактора**

CANBUS представляет собой систему, состоящую из четырех проводов: CAN high (желтый), CAN low (зеленый), CAN power (красный) и CAN ground (черный) (рисунок 2).

При отправке сообщения и во время передачи бита напряжение на проводе CAN high возрастает на 1 вольт, а на проводе CAN low - снижается на 1 вольт.

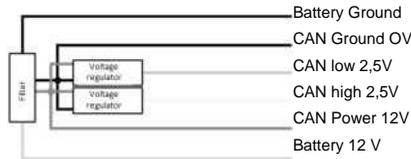
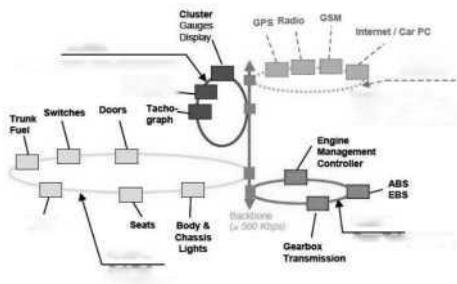


Рисунок 2 - Система CANBUS

Благодаря применению технологии электронного управления в тракторе большой мощности, технология шины CAN широко используется в передаче сообщений и диагностике неисправностей тракторного двигателя, шасси, коробки передач, а также других систем.

Стандарт сети предоставляет широкие возможности для практически безошибочной передачи данных между узлами (рисунок 3), оставляя разработчику возможность вложить в этот стандарт всё, что туда сможет поместиться. Известны примеры передачи звука и изображения по шине CAN (Россия). Известен случай создания системы аварийной связи вдоль автодороги длиной несколько десятков километров (Германия). (В первом случае нужна



была большая скорость передачи и небольшая длина линии, во втором случае - наоборот).

CAN-шина информационно-командной системы (медленная



шина) позволяет передавать информацию со скоростью до 100 кбит/с. Она служит для связи между различными обслуживающими

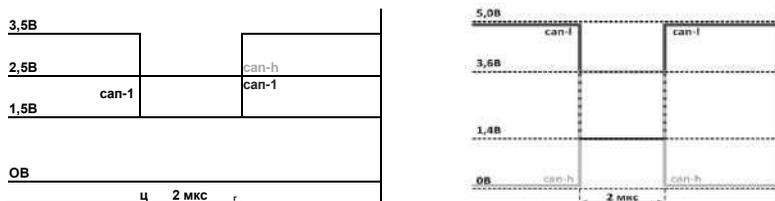
Climat  
HVAC

CLASS C  
Power Train (250  
Kbps)

Рисунок 3 - Децентрализованная архитектура бортовой сети

системами. Может находиться в доминантном состоянии при выключенном зажигании.

Передача сообщений в шине CAN представляет собой электрические сигналы, поступающие с CAN-шины силового агрегата (рисунок 4а), которые отличаются от сигналов, поступающих с



CAN-шины и информационно-командной системы (рисунок 4б):  
**лового агрегата**

Функцию передачи сообщений между шинами разных типов



**Рисунок 4 - Форма сигнала, проходящего по проводам CAN-шины си**

выполняет межсетевой интерфейс (рисунок 5):

**Выводы.** Данные в CAN передаются короткими сообщениями-кадрами стандартного формата. В CAN существуют четыре типа сообщений: Data Frame; Remote Frame; Error Frame; Overload Frame. Таким образом, оператор имеет полную картину, характеризующую техническое состояние силового агрегата трактора John Deere 7830.

**Рисунок 5 - CAN-шина силового агрегата и CAN-шина информационно-командной системы**

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе, О. Н. Тенденции развития цифровых технологий диагностирования технического состояния тракторов / О. Н. Дидманидзе, А. С. Дорохов, Ю. В. Катаев // Техника и оборудование для села. - 2020. - № 11(281).-С. 39-43.

2. «John Deere» : сайт компании [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.deere.ru/ru>.

3. Дидманидзе, О. Н. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра / О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, Е. П. Парлюк // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2020. - Т. 21, № 1. - С. 74-85. - DOI 10.30766/2072-9081.2020.21.1.74-85.

4. Янченков, А. П. О перспективах применения альтернативного топлива в мобильных энергетических средствах / А. П. Янченков, Н. Н. Пуляев // Тепловые двигатели, автомобили и тракторы : Материалы Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича. Сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2021 года. - Киров: ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», 2021. - С. 9-12.

5. Семейкин, В. А. Теоретические предпосылки организации процесса входного контроля качества машиностроительной продукции / В. А. Семейкин, А. С. Дорохов // Вестник ФГОУ ВПО имени В.П. Горячкина. - 2007. - № 2(22). - С. 92-94.

6. Катаев Ю. В. Контроль технического состояния сельскохозяйственной техники через онлайн мониторинг параметров / Ю. В. Катаев, Е. А. Градов, И. А. Тишанинов // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. - 2022.-№ 1.-С. 14-19.

7. Катаев Ю. В. Использование цифровых технологий в инженерной структуре АПК / Ю. В. Катаев, В. С. Герасимов, И. А. Тишанинов // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : материалы XIV Международной научно-практической Интернет-конференции, Московская обл., Пушкинский р-н, рп. Правдинский, 07-09 июня 2022 года. - 2022,-С. 381-387.

8. Современные проблемы и направления технической эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин / А. Ю. Измайлов, О. Н. Дидманидзе, Г. Е. Митягин, А. М. Карев. - М. : ООО «Триада», 2015. - 109 с.

9. Дорохов А. С. Роль датчиков в системе онлайн-мониторинга тракторов / А. С. Дорохов, Ю. В. Катаев // В сб.: Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар. -2021. - С. 162-168.

10. Дидманидзе, О. Н. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, А. М. Карев // Доклады ТСХА, Москва, 02-04 декабря 2014 года. Том 1.- М. : Российский

государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева, 2016.-С. 180-182.

*Об авторах:*

**Катаев Юрий Владимирович**, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (109428, Российская Федерация, Москва, 1-й Институтский проезд, 5), кандидат технических наук, доцент, [ykataev@rgau-msha.ru](mailto:ykataev@rgau-msha.ru).

**Герасимов Валерий Сергеевич**, ведущий специалист, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (109428, Российская Федерация, Москва, 1-й Институтский проезд, 5).

**Тишанинов Игорь Александрович**, младший научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (109428, Российская Федерация, Москва, 1-й Институтский проезд, 5).

**Градов Евгений Анатольевич**, младший научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (109428, Российская Федерация, Москва, 1-й Институтский проезд, 5).

*About the authors:*

**Yury V. Kataev**, leading researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutional Project, 5), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, [ykataev@rgau-msha.ru](mailto:ykataev@rgau-msha.ru).

**Valery S. Gerasimov**, leading specialist, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutional Project, 5).

**Igor' A. Tishaninov, junior** research assistant, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutional Project, 5).

**Evgeniy A. Gradov**, junior research assistant, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutional Project, 5).