

УДК 631.3.018.2:004.32

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Таркивский Виталий Евгеньевич**

доктор технических наук

[Tarkivskiy@yandex.ru](mailto:Tarkivskiy@yandex.ru)

**Трубицын Николай Владимирович**

кандидат технических наук

[trubicin@yandex.ru](mailto:trubicin@yandex.ru)

Новокубанский филиал ФГБНУ Росинформагротех (КубНИИТиМ),

г. Новокубанск, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрены методы и технические средства для энергетической оценки сельскохозяйственной техники. Применение современных средств получения и обработки информации в реальном времени позволит ускорить процесс испытаний, повысить точность и достоверность получаемой информации.

**Ключевые слова:** испытания, сельскохозяйственная машина, трактор, датчик, цифровой фильтр, импульсные помехи, тензометрический силоизмеритель.

При проведении энергетической оценки сельскохозяйственной техники важным показателем является величина тягового сопротивления машины. Величина тягового сопротивления определяется по ГОСТ 34631 [1] и ГОСТ 30745 [2] и требует проведения исследований на почвенном фоне.

Почва на участке испытаний может иметь различную степень уплотнённости, комковатость, и физический состав, что может привести к резким скачкам показателей тягового усилия. При использовании метода усреднения значений эти скачки могут оказать существенное влияние на результат. Для исключения искажения результирующей величины тягового усилия исходные данные необходимо подвергать дополнительной цифровой обработке.

Цель исследований – разработка устройства для обработки сигнала тензометрического силоизмерителя во время испытаний сельскохозяйственной техники.

В процессе определения показателей сельскохозяйственных машин или тракторов возникает необходимость контролировать текущие показатели МТА. Эту функцию выполняет инженер-испытатель, который следит за текущими показателями через измерительную информационную систему (ИИС).

Структура классической измерительной информационной системы выглядит следующим образом (рисунок 1) [3]:

- первичные преобразователи;
- нормализаторы;
- устройство обработки.

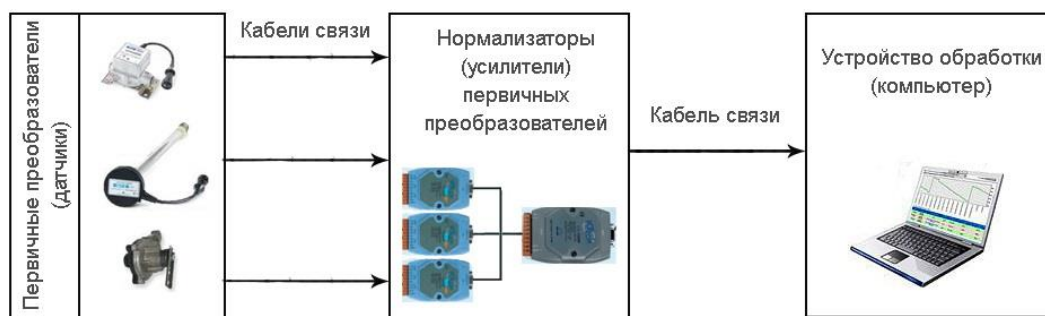


Рисунок 1 – Структура измерительной информационной системы

Разработано устройство для определения значений тягового усилия сельскохозяйственного агрегата в виде нормализатора аналогового ввода (рисунок 2). В качестве процессора используется микроконтроллер STM32F405. Для обеспечения связи модуля с управляющим компьютером используется промышленная шина RS485 и поддерживаются защищённые протоколы MODBUS и DCON.



Рисунок 2 – Нормализатор аналоговых входов

Встроенная программа нормализатора реализует адаптивный медианный фильтр с переменным окном и обрабатывает цифровой поток от аналогово-цифрового преобразователя, формируемый с частотой  $1000 \text{ с}^{-1}$  по двум входным каналам одновременно. Медианный фильтр обладает идеальными характеристиками для обработки сигналов датчиков тягового усилия. Он способен эффективно удалять значения, резко выделяющиеся на фоне основного массива данных. По сравнению с широко известными алгоритмами для цифровой обработки сигналов на основе фильтра Калмана, медианный фильтр не требует больших вычислительных ресурсов и может эффективно работать на низких частотах входных значений [4].

Разработанный нормализатор может устанавливаться в любую измерительную систему [5]. Отличительными особенностями разработки являются:

- 2-х канальный вход;
- встроенная буферная память;
- возможность выбора алгоритма цифровой обработки данных;

- высокая скорость преобразования сигнала;
- поддержка стандартных протоколов обмена MODBUS и DCON.

Для подключения нормализаторов сигналов и расчёта показателей энергетической оценки разработано программное обеспечение «Исследователь» [6]. В программе имеется режим для простого сбора данных с возможностью последующего анализа процессов по аналоговым и дискретным каналам, а также режим энергетической оценки и тяговых испытаний с расчётом и демонстрацией показателей в реальном времени. Благодаря отдельному драйверу для подключения к модулям сбора данных появляется возможность организовать Web-сервер, позволяющий организовать удалённый доступ к программе «Исследователь» через Web-интерфейс.

Применение современных цифровых информационных технологий способно значительно повысить качество проведения энергетической оценки сельскохозяйственной техники.

Разработанные решения на базе высокоскоростных микроконтроллеров позволяют организовать обработку данных в реальном времени, повысить точность получения показателей и снизить затраты труда на проведение испытаний. Предложенный модуль аналогового ввода со встроенным цифровым фильтром обработки сигнала датчика тягового усилия и программное обеспечение «Исследователь» позволяют повысить точность измерения тягового усилия не зависимо от скорости движения агрегата и почвенного фона, а также сократить время испытаний с.-х. тракторов и машин за счёт возможности контроля режима работы агрегата в реальном времени.

#### **Список литературы:**

1. ГОСТ Р 52777–2007 Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. – М.: Стандартинформ, 2008. – 7 с.
2. ГОСТ 30745–2001 Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 12 с.

3. Рубичев Н.А. Измерительные информационные системы. М.: Дрофа, 2010. 334 с.

4. Федоренко В.Ф., Таркинский В.Е. Метод цифровой фильтрации при определении тягового усилия сельскохозяйственных тракторов // Техника и оборудование для села. 2019. № 1. С.8-10.

5. Федоренко В.Ф., Трубицын Н.В., Таркинский В.Е., Сазонов М.В. Уникальная система // Информационный бюллетень – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – № 8. – С. 45-47.

6. Таркинский В.Е., Трубицын Н.В., Воронин Е.С. Программное обеспечение измерительных информационных систем для испытаний сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2019. № 9. С. 12-15.

UDC 631.3.018.2:004.32

**TECHNICAL EQUIPMENT FOR ENERGY ASSESSMENT OF  
AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

**Tarkivsky Vitaly Evgenievich**

Doctor of Technical Sciences

[Tarkivskiy@yandex.ru](mailto:Tarkivskiy@yandex.ru)

**Trubitsyn Nikolay Vladimirovich**

Candidate of Technical Sciences

[trubicin@yandex.ru](mailto:trubicin@yandex.ru)

Novokubansk branch FGBNU "Rosinformagrotekh" (KubNIITiM),  
Novokubansk, Russia

**Annotation.** The article discusses methods and technical means for the energy assessment of agricultural machinery. The use of modern means of receiving and processing information in real time will speed up the testing process, increase the accuracy and reliability of the information received.

**Key words:** tests, agricultural machine, tractor, sensor, digital filter, impulse noise, strain gauge force meter.