

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРАХ

ЛАВРОВ Александр Владимирович, Федеральный научный агрономический центр ВИМ
ЗУБИНА Валерия Александровна, Федеральный научный агрономический центр ВИМ

В статье рассмотрены марки зарубежных сельскохозяйственных тракторов, используемые современные системы автоматизации. Рассмотрены основные вопросы целесообразности применения и способов создания средств автоматического контроля и управления для сельскохозяйственных тракторов. Приведены характеристики категорий применения элементов автоматизации.

94

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Введение. При соответствующей квалификации водителя и при ожидаемом действии средств автоматизации будет обеспечено такое управление машинно-тракторным агрегатом, которое в данных условиях работы даст наилучшие результаты с точки зрения всех или некоторых качеств его работы, по которым оценивается эффективность использования.

Автоматизация – это выполнение всех или части управлений операций с помощью аппаратных (инструментальных) средств. Состав операций, входящих в данный процесс, для сельскохозяйственных тракторов представлен на рис. 1.

Основная цель автоматизации – максимальное снижение потерь и перерасходов ресурсов (горючесмазочные и другие эксплуатационные материалы, семена, химикаты, запасные части и материалы для

обслуживания и ремонта) за счет применения соответствующих аппаратных средств, уменьшающих или совсем ликвидирующих перерасходы ресурсов [5].

Применение элементов автоматизации получило широкое распространение в марках наиболее современных систем зарубежных сельскохозяйственных тракторов, представленных на рис. 2.

Методика исследований. Оценку элементов автоматизации проводили путем анализа и синтеза современных систем автоматизации сельскохозяйственных тракторов по основным критериям оценки эффективности использования машинно-тракторных агрегатов [1, 2, 5]. Критерии оценки эффективности использования машинно-тракторного агрегата представлены в табл. 1.

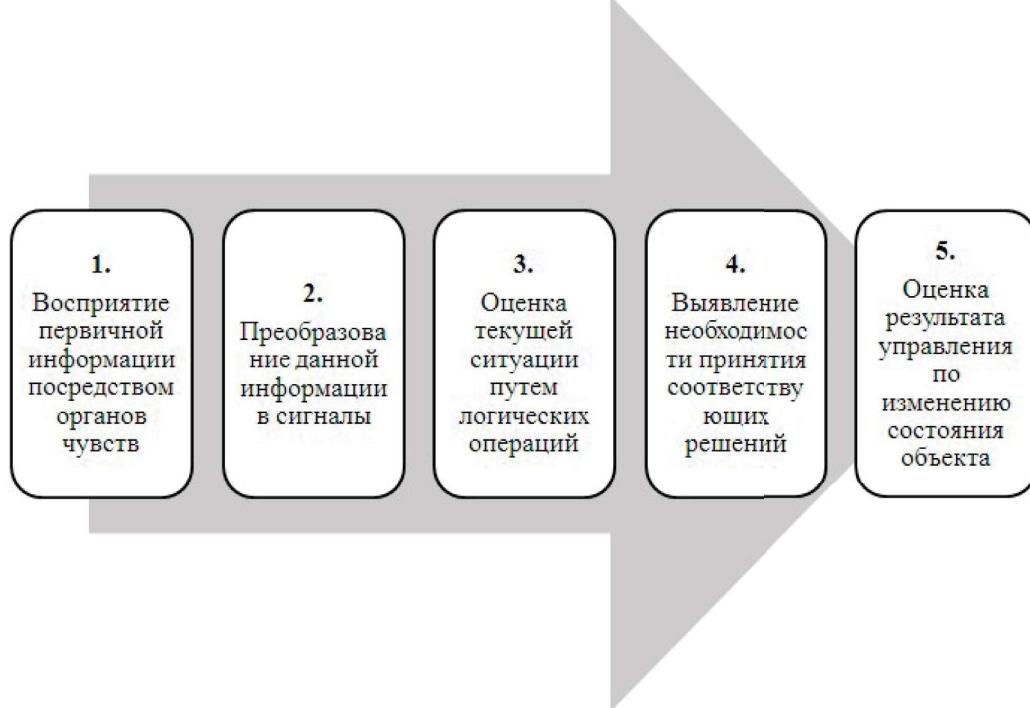


Рис. 1. Последовательность операций, входящих в процесс автоматизации в сельскохозяйственных тракторах

4
2021

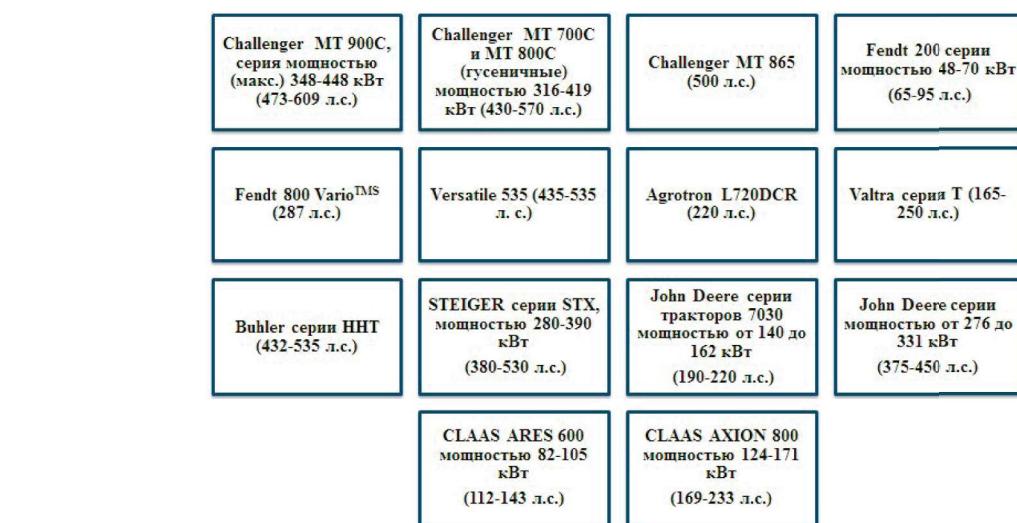


Рис. 2. Марки зарубежных сельскохозяйственных тракторов, применяемые современные системы автоматизации

Таблица 1

Критерии оценки эффективности использования машинно-тракторного агрегата

| Название критерия | Производительность | Экономичность | Агротехнические свойства | Универсальность |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Характеристика критерия | Как объем выполняемой работы за единицу времени (час, смена, сезон) | Как количество израсходованных ресурсов (горюче-смазочные и другие эксплуатационные материалы, семена, химикаты, запасные части и материалы для обслуживания и ремонта) на единицу работы или количество продукта | Уровень вредных воздействий на окружающую среду (почва, атмосфера, грунтовые воды, урожай) | Наибольший набор сельскохозяйственных операций из общего их количества |

Результаты исследований. В результате исследований [3, 4, 6–9] было выявлено, что современные сельскохозяйственные тракторы насыщены большим количеством элементов автоматизации: электронное управление двигателем, трансмиссия и гидронавесная система трактора, навесная система с заданной скоростью опускания навешенного орудия, автоматическая система управления мощностью двигателя для обеспечения режима максимальной производительности, электронный

автоматический контроль микроклимата в кабине, мониторинг и контроль параметров работы узлов и механизмов с наглядным представлением для оператора и др. (табл. 2).

Кроме того, систематизация особенностей элементов автоматизации, применяемых в сельскохозяйственных тракторах, различается по категориям [10]. Характеристика категорий применения элементов автоматизации представлена на рис. 3.

| Категория | Наличие элементов автоматизации |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | Комплексная автоматизация управлением двигателя, трансмиссии, гидронавесной системы, ходовой части и вождения трактора при прямолинейном ходе и на повороте с возможностью программирования циклов технических процессов с применением 2-х и более бортовых компьютеров, работа в системе GPS |
| B | Автоматизация отдельных режимов работы двигателя, трансмиссии, навесной системы, мониторинга и контроля параметров работы узлов и механизмов с наглядным представлением для оператора, работа в системе GPS с применением одного бортового компьютера |
| C | Автоматизация с реализацией отдельных технологических функций трансмиссии, навесной системы и ходовой части без применения бортового компьютера |
| D | Без применения элементов автоматизации |

Рис. 3. Характеристика категорий применения элементов автоматизации



Элементы автоматизации, используемые в современных зарубежных сельскохозяйственных тракторах

| Марка трактора | Элементы автоматизации |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agrotron L720DCR | Навесная система с заданной скоростью опускания навешенного орудия; гидронавесная электрогидравлическая система с электронным управлением обеспечивает силовое, позиционное, сплошное и высотное регулирование; автоматическое включение переднего ведущего моста, блокировка дифференциала; оптимальное регулирование пневмонавески переднего моста независимо от нагрузки на передний мост; электронное управление двигателем, трансмиссией и гидронавесной системой трактора с возможностью программирования циклов технологического процесса; работа в системе GPS |
| Challenger MT 865 | Система автоматического вождения при прямолинейном ходе; автоматическое повторение действий на повороте; цепной брус с автоматической компенсацией боковых усилий на склонах; автоматическая система управления мощностью двигателя для обеспечения режима максимальной производительности путем поддержания работы двигателя на пике мощности G; мониторинг и контроль параметров работы узлов и механизмов с наглядным представлением для оператора; программирование последовательности команд для агрегатов и механизмов; система независимой от нагрузки подачи масла ко всем потребителям; полуавтоматическая КП; наличие 4 бортовых компьютеров; работа в системе GPS |
| Fendt 800 Vario ^{TMS} | Автоматический ход всех необходимых действий на разворотной полосе (до 13 функций); электронное управление двигателем и коробкой передач; автоматическая рулевая система управления |
| Valtra, серия T | Электронное управление трансмиссией, гидросистемой, механизмом навески, автоматическим включением полного привода и блокировкой дифференциалов; электронная система управления двигателем (круиз-контроль) с возможностью программирования циклов повседневно выполняемых работ |
| Buhler, серия ННТ | Автоматическое переключение передач в зависимости от нагрузки и скорости; кнопочная электрогидравлическая система управления с возможностью программированного обеспечения эффективной работы многофункционального навесного оборудования; электронный автоматический контроль микроклимата в кабине; монитор считывания и показа оператору информации о работе систем трактора |
| Тракторы STEIGER серии STX, мощностью 280–390 кВт (380–530 л.с.) | Автоматическое переключение передач посредством простого нажатия кнопки на джойстике – ручном манипуляторе скоростей в зависимости от выполняемой функции; функция «конец ряда» – запрограммированная последовательность выполнения функций на разворотной полосе (снижение скорости, изменение оборотов двигателя, управление гидросистемой, подъем навески и т.д.); автоматическая гидравлическая блокировка дифференциалов переднего и заднего мостов |
| John Deere, серия тракторов 7030 мощностью от 140 до 162 кВт (190–220 л.с.) | Автоматическое электронное управление двигателем и трансмиссией при переключении передач; электронный реверс для изменения направления движения на любой скорости; программирование последовательности выполнения операций нажатием одной лишь кнопки (до 20 операций в последовательности) |
| John Deere, серия мощностью от 276 до 331 кВт (375–450 л.с.): Серия тракторов фирмы CLAAS ARES 600 мощностью 82–105 кВт (112–143 л.с.) | Электронная система управления двигателем (впрыском топлива); электронное автоматическое управление переключением передач; гидравлическая система управления навеской |
| Серия тракторов фирмы CLAAS AXION 800 мощностью 124–171 кВт (169–233 л.с.) | Электронное управление переключением передач (автоматическая трансмиссия); электрогидравлическая блокировка дифференциалов задней оси; электронная регулировка оборотов ВОМ |
| Challenger MT700C и MT 800C (гусеничные) мощностью 316–419 кВт (430–570 л.с.): | Электронное управление топливным насосом двигателя; электронное управление включением передач; автоматическое включение блокировки дифференциала заднего моста; электрогидравлическое автоматическое включение привода на все колеса; автоматическая система управления на разворотных колесах; электромагнитное дистанционное управление передней и задней навеской и ВОМ |
| Challenger MT900C, серия мощностью (макс.) 348–448 кВт (473–609 л.с.) | Электронная система автоматического регулирования частотой вращения вала двигателя; электронная система управления до 35 последовательностей (функций) выполнения разворота для шести различных орудий; электронное управление гидравлической системой при одновременном использовании шести гидрораспределителей |
| Fendt 200, серия мощностью 48–70 кВт (65–95 л.с.) | Автоматическое управление полным приводом и блокировкой дифференциала; гидравлическое регулирование положением навесных орудий с места водителя (без выхода из кабины) |
| Versatile 535 | Система жидкокристаллического дисплея показывает оператору необходимую информацию о работе всех систем трактора: двигателя (давление в системе смазки, температура охлаждающей жидкости, частота вращения коленчатого вала), трансмиссии (какая передача, скорость движения, буксование), предупреждения о сбоях в системах трактора, при этом звучит сигнал тревоги; автоматическое управление выключением двигателя в течение 30 секунд: низкое давление масла в двигателе или трансмиссии, критически высокая температура охлаждающей жидкости двигателя, низкое напряжение электрической зарядной системы; выдача информации о часовом расходе топлива, пройденном расстоянии, обработанной площади, расходе топлива на гектар, температуре воздуха в кабине и др.; автоматическое переключение передач в зависимости от нагрузки и скорости движения; кнопочная электрогидравлическая система управления функциями подъема и опускания навесного устройства |



Заключение. Применение средств автоматического контроля и управления обеспечивает достижение роста производительности тракторов, сокращения расхода топлива, уменьшения трудоемкости ремонта и обслуживания. Однако максимальный возможный эффект автоматизации может быть получен тогда, когда на тракторе имеются и работают все возможные средства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование давления колесного движителя на почву с учетом характеристики шины / З.А. Годжаев [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2016. – № 1. – С. 5–10.

2. Концепция модернизации парка сельскохозяйственных тракторов России на период до 2020 года / А.Ю. Измайлов [и др.]. – М.: ФГБНУ ВИМ, 2013. – 87 с.

3. Лавров А.В., Шевцов В.Г., Зубина В.А. Оценка влияния показателей технического уровня на производительность сельскохозяйственных тракторов // Сборник трудов по итогам II Междунар. науч.-практ. конф. «Горячекинские чтения», посвящ. 150-летию со дня рождения академика В.П. Горячкина. – М., 2019. – С. 333–337.

4. Методика оценки эффективности сельскохозяйственного производства при нарушенном воспроизведстве тракторного парка / В.Г. Шевцов [и др.] // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2017. – С. 520–523.

5. О выборе технологического направления развития системы сельскохозяйственных мобильных энергосредств / З.А. Годжаев [и др.] // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2020. – № 1 (43). – С. 35–41.

6. Проблемы создания электронных моделей мобильных энергетических средств и их парковых образований и их роль в цифровой трансформации растениеводства / А.В. Лавров [и др.] // Сборник научных трудов XII Междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXII Агропромышленно-

го форума юга России и выставки «Интерагромаш». – М., 2019. – С. 21–25.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018664682. Российская Федерация. Программа для оценки часовой и сменной производительности МТА с учётом влияния показателей технического уровня трактора / Зубина В.А., Лавров А.В., Шевцов В.Г., Годжаев З.А. от 24.10.2018.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019618430 Российской Федерации. Согласование результатов тяговых испытаний отечественных и зарубежных тракторов по системам OECD и ISO при их гармонизации / Лавров А.В., Шевцов В.Г., Крюковская Н.С., Зубина В.А. от 01.07.2019.

9. Тенденции развития рынка сельскохозяйственных тракторов России по мощностной структуре и объему реализации с 2008 по 2013 годы / В.М. Кряжков [и др.] // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2014. – № 3 (15). – С. 54–57.

10. Izmailov A., Shevtsov V., Lavrov A., Godzhaev Z., Zubina V. "Evaluation of the Technical Level of Modern Agricultural Tractors Represented in the Russian Market" SAE Technical Paper 2018-01-0657, 2018, doi: 10.4271/2018-01-0657.

Лавров Александр Владимирович, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный агрогенерный центр ВИМ. Россия.

Зубина Валерия Александровна, канд. техн. наук, младший научный сотрудник, Федеральный научный агрогенерный центр ВИМ. Россия.

109428, г. Москва, 1-й Институтский пр-д, 5.

Тел.: (499) 171-62-30; e-mail: lera_zubina@mail.ru.

Ключевые слова: сельскохозяйственный трактор; элементы автоматизации; электронная система управления; контроль параметров работы; последовательность выполнения функций.

SYSTEMATIZATION OF AUTOMATION ELEMENTS USED IN AGRICULTURAL TRACTORS

Lavrov Alexander Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Chief Researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM. Russia.

Zubina Valeriya Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, Junior Researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM. Russia.

Keywords: agricultural tractor; automation elements; electronic control system; control of work parameters; sequence of functions

The article discusses the brands of foreign agricultural tractors used by modern automation systems. The main questions of the expediency application and methods of creating means automatic control and management for agricultural tractors are considered. The characteristics of the categories of application of automation elements are given.

