

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 621.45.018.7

Концептуальная разработка системы автовождения на круговом треке полигона для проведения ускоренных испытаний техники производства ООО «КЗ» Ростсельмаш»

И.Д. Ершова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

В статье описывается разработка системы автовождения и управления (САиУ) для автономных ресурсных испытаний сельскохозяйственной техники (тракторов, комбайнов) ООО «КЗ» Ростсельмаш» на круговом треке. Система минимизирует участие человека, обеспечивает курсовую устойчивость и безопасность без доработок оборудования. Ключевые требования: дистанционный контроль скорости, аварийная остановка, работа в любых погодных условиях, соответствие ГОСТ и ТК РФ. Включает подсистемы предохранителя (СП) с балкой, СУИиК, сервоприводы. Обеспечивает круглосуточную эксплуатацию ≥ 5 лет, экономию за счет сокращения времени/затрат и исключения вредных условий. Универсальна для продукции завода, реализуема своими силами или на стороне.

Ключевые слова: система автовождения, испытания, испытываемая техника

Для цитирования. Ершова И.Д. Концептуальная разработка системы автовождения на круговом треке полигона для проведения ускоренных испытаний техники производства ООО «КЗ» Ростсельмаш». *Молодой исследователь Дона*. 2026;11(2):25–29.

A Conceptual Engineering Development of an Automated Steering System for a Circular Test Track Aimed to Accelerate Testing of Equipment Manufactured at “Rostselmash “Combine Harvester Plant”, LLC

Irina D. Ershova

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article presents the development of an automated steering and control system (ASCS) designed for conducting autonomous durability tests of agricultural machinery (tractors, combine harvesters) manufactured at “Rostselmash “Combine Harvester Plant”, LLC, on a circular track. The system minimizes intervention of a human and ensures directional stability and safety without requiring any modification to the equipment. Key requirements include remote speed control, emergency stop, operation in all weather conditions, and compliance with GOST and the Labor Code of the Russian Federation. A developed system includes the following subsystems: a special fuse (SF) with a beam structure, a measuring, control and supervising system, and servo drives. It ensures 24 hours a day operation for not less than 5 years and savings due to time/costs reduction and elimination of hazardous conditions. It is universally applicable to all the products manufactured at the plant and can be manufactured in-house or outsourced.

Keywords: automatic steering system, tests, tested equipment

For Citation. Ershova ID. A Conceptual Engineering Development of an Automated Steering System for a Circular Test Track Aimed to Accelerate Testing of Equipment Manufactured at “Rostselmash “Combine Harvester Plant”, LLC. *Young Researcher of Don*. 2026;11(2):25–29.

Введение. Каждый серийный и разрабатываемый образец техники должен подвергаться испытаниям, направленным на определение качественных и количественных характеристик, а также на проверку соответствия требованиям нормативной документации во время ее функционирования [1]. Производитель обязан проводить тестирование продукции в соответствии с предписаниями ГОСТ, ОСТ и иной нормативной документацией, применимой к данному виду машин, одновременно обеспечивая соблюдение условий труда, установленных Трудовым кодексом Российской Федерации (учитывая, что обкатку техники выполняет человек).

В настоящее время производственные предприятия испытывают значительный отток квалифицированных кадров [2]. В результате дефицита опытных рабочих персонал может проводить некорректные испытания продукции и/или расходовать чрезмерное время на их реализацию. В связи с обозначенной проблемой требуется снизить зависимость предприятия от потери сотрудников, сохранив при этом качество тестовых процедур. Исходя из вышеизложенного, необходимо обеспечить автономность процесса тестирования. С этой целью в статье разрабатывается система автовождения и управления (САиУ) для испытаний техники производства ООО «КЗ» Ростсельмаш» на круговом треке полигона. При этом внедрение системы не должно вносить конструктивные изменения в испытываемую машину.

Для обоснованной разработки стенда формулируются следующие требования:

- минимальное участие человека;
- система должна обладать высокой совместимостью с оборудованием производителя, исключая необходимость в конструктивных доработках серийной техники;
- соответствие техническому заданию (далее ТЗ, см. в основной части);
- поэтапный ввод системы в эксплуатацию:
 1. тест без подключения техники;
 2. испытания с техникой. Приемосдаточные испытания машины не должны уступать по результатам обкатке с водителем-механизатором;
- САиУ обязана обеспечивать положительный экономический эффект для КЗ;
- система должна автоматически останавливать технику в критических ситуациях и при отклонении от технологического тракта без вмешательства оператора и без необходимости выхода человека на поле трека испытаний (ТКИ).

Основная часть. Внешний вид и размеры кругового трека, предназначенного для эксплуатации САиУ, представлены на рис. 1.

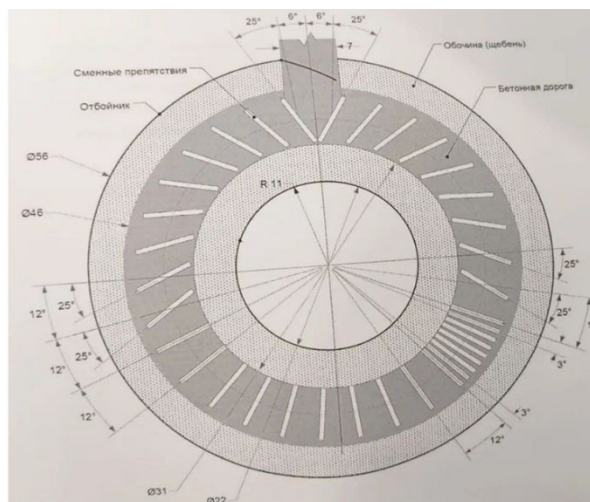


Рис. 1. Круговой трек с препятствиями

Поскольку продукция тестируется на территории завода, система автоматического управления и испытаниями (САиУ) должна соответствовать следующим требованиям (предоставленным ООО «КЗ» Ростсельмаш»):

- должна быть комбинация системы автовождения (СА) с предохранительной системой, обеспечивающей сохранение курсовой устойчивости испытываемых машин на круговом треке (далее — СП);
- СА должна включать подсистему обеспечения режимов испытания (ОРИ) и безопасность автовождения (ОБА);
- ОРИ должна: обеспечивать требуемые скоростные режимы движения испытываемого образца; управляться дистанционно с поста управления.
- подсистема ОБА должна выполнять аварийную остановку при потере связи с ОРИ. Аварийная остановка предусматривается путём выключения электрического питания гидронасоса ГСТ (гидростатической трансмиссии) и срабатывания тормозной системы;
- аварийная остановка должна выполняться вручную с поста управления (ПУ) при внезапном отклонении испытываемого образца техники от траектории (например, внезапном расцеплении соединительной тяги и машины);
- подсистема ОБА должна выполнять аварийную остановку путём включения электрического питания гидронасоса ГСТ и срабатывания тормозной системы;

- СА должна быть рассчитана на круглосуточную эксплуатацию с прерыванием на обслуживание и осмотр испытуемого образца;
- срок службы СА от начала эксплуатации до капитального ремонта и (или) модернизации устанавливается не менее 5 лет;
- погодные характеристики эксплуатации системы предустановлены в следующих диапазонах:
 - температура воздуха — от -10 до $+45$ °С;
 - относительная влажность воздуха — до 98 %;
 - скорость ветра — до 15 м/с;
 - выпадение атмосферных осадков.

Указанные требования выдвигаются заводом для обеспечения безопасности, создания условий, максимально приближенных к реальным, а также проверки новых и/или улучшенных подсистем выпускаемой техники.

Исходя из вышеуказанных требований, можно сделать вывод, что стенд автоматизированный (СА) должен соответствовать следующим характеристикам:

- эксплуатироваться одним оператором в течение смены, при этом оператор не находится в испытуемой технике;
- быть универсальным для продукции завода;
- обеспечивать надежную систему позиционирования (СП).

Примерная общая визуализация САУИ представлена на рис. 2.

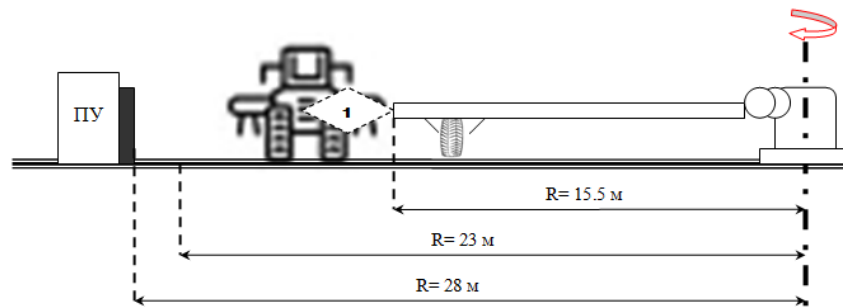


Рис. 2. Общая визуализация САУИ

Здесь блок с № 1 — это упрощенная визуализация крепления общей балки с испытуемой техникой. Укрупненно он представлен на рис. 3.

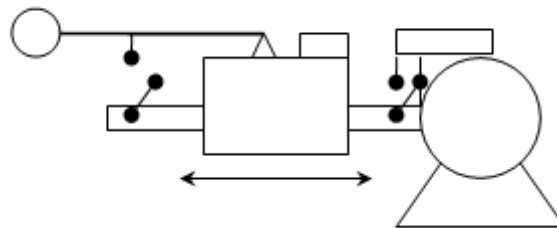


Рис. 3. Место крепление испытуемой машины с системой

Состоит СП из следующих частей:

- неподвижное основание, закрепленное на бетонной площадке кругового трека при помощи анкерных болтов;
- балочная конструкция, соединяемая одним концом с неподвижным основанием через шарнир и имеющая на другом конце опорные колеса для движения по дорожному полотну;
- балочная конструкция оборудована универсальными кронштейнами для установки элементов крепления к испытуемой машине. Кроме того, часть с кронштейном оснащена ползунком с датчиками для контроля отклонений по высоте и расстоянию (при длительном отклонении параметра — 5 с — поступает сигнал на пульт управления (ПУ));
- элементы крепления не создают значительных дополнительных нагрузок на детали испытуемой техники и искажений испытаний (в связи с их габаритами, массой и способом установки). Эти элементы соединяются с испытуемой техникой различных массово-габаритных характеристик.

Разработка оснащена СП, которая обеспечивает курсовую устойчивость испытуемого образца техники за счет жесткого соединения машины, поддержания вращения устройства вокруг центра полигона и механической связи комбайна с центральной осью. На балке закреплен ползунок, оборудованный датчиками расстояния и концевым выключателем (рис. 3). Датчики расстояния установлены для отслеживания отклонений испытуемого образца и поддержания координат на ТКЗ. Концевой выключатель следит за движением механизмов и подает команду «Стоп!», когда подвижная часть достигает заданного конечного положения [3]. Таким образом, блок, расположенный на балке, функционирует как аварийная остановка испытания без участия оператора.

Система управления, измерения и контроля (СУИиК) включает пульт для регулировки скоростей и мониторинга состояния техники, расположенный на посту управления кругового трека. Она обеспечивает оператору возможность плавного запуска и торможения машин, а также регулировки скорости во время испытаний. Все текущие параметры отображаются на панели оператора. При возникновении чрезвычайной ситуации (ЧС) система дистанционно прерывает тестирование — как по команде оператора, так и автоматически.

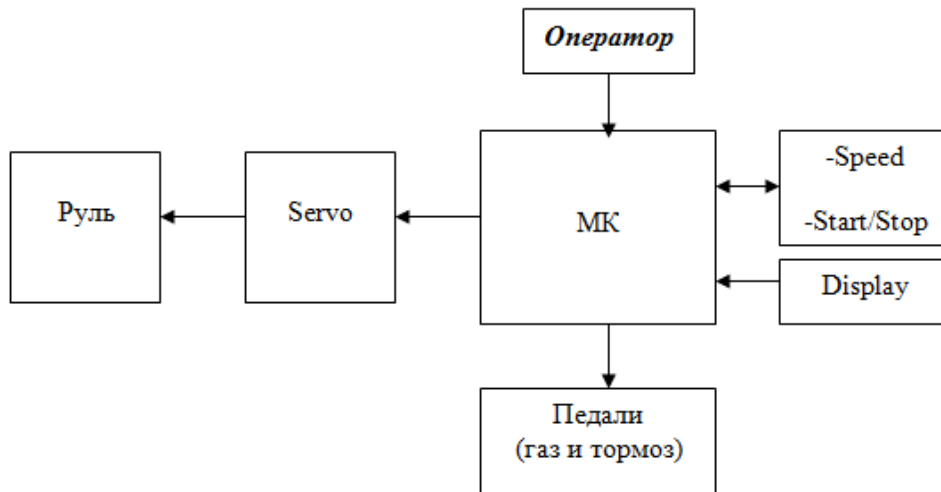


Рис. 4. Визуализация СУИиК и принцип работы

Описание системы линейных алгебраических уравнений на примере тракторов и/или комбайнов (рис. 2).

1. К специальным отверстиям рамы испытуемой техники, предназначенным для транспортировки методом жесткой сцепки [4], болтовым соединением крепится конец балки, на которой размещен ползунок, напрямую связанный с корпусом машины. Ползунок способен свободно перемещаться по направляющим салазкам, оснащенным двумя датчиками для измерения расстояния до него — ультразвуковыми дальномерами, — подающими данные в блок управления. Кроме того, здесь установлены два аварийных концевика: при их срабатывании система мгновенно останавливает тестируемую машину, передавая сигнал на тормозные механизмы.

2. Это центральная несущая конструкция, позиционированная по оси траектории комбайна; к ней через шарнир (со стороны осевой части) фиксируется балка с датчиками, а также кабели для подключения этих датчиков к микроконтроллеру (МК).

3. Блок управления включает микроконтроллер (например, STM32), его источники питания и интерфейсы для взаимодействия с исполнительными механизмами (в частности, для активации 24-В соленоидов применяется цепь с оптопарой и мощным биполярным транзистором). Микроконтроллер анализирует сигналы от ультразвуковых датчиков и, опираясь на них, через специальный сервопривод регулирует положение руля в кабине комбайна.

4. Исполнительные устройства состоят из соленоидов, отвечающих за управление педалями газа и тормоза, а также сервопривода на рулевой колонке, обеспечивающего маневрирование комбайном на площадке технического контроля и диагностики.

Заключение. Анализ предложенных решений позволяет заключить, что проект обладает высоким потенциалом, поскольку обеспечивает экономическую эффективность для ООО «КЗ «Ростсельмаш»» благодаря следующим аспектам:

- сокращению продолжительности ресурсных испытаний;
- минимизации человеческого фактора в процессе тестирования;
- уменьшению расходов на проведение проверок (за счет исключения водителя);
- устранению персонала из вредных условий труда;
- гибкой корректировке графика и объема испытаний для особых ситуаций.

Более того, разрабатываемая система (установка) не предполагает каких-либо модификаций в конструкции оборудования, что делает ее универсальной для всей линейки техники производителя. Программный и механический компоненты (в том числе балочную установку) завод «КЗ» способен реализовать самостоятельно либо с привлечением внешнего подрядчика.

Список литературы

1. *Правила государственной регистрации самоходных машин и других видов техники*. Консультант Плюс. URL: <https://clck.ru/3RsYLа> (дата обращения: 18.02.2026)
2. Васильчиков А.В., Сатонина Н.Н., Чечина О.С. Дефицит рабочих кадров как главная ресурсная проблема промышленных предприятий. *Московский экономический журнал*. 2021;(7):412–420.
3. *Концевой выключатель (концевик): что это, как работает и где применяется*. URL: <https://clck.ru/3RsYUP> (дата обращения: 18.02.2026).
4. *Транспортировка и буксировка трактора*. URL: <https://stroy-technics.ru/article/transportirovka-i-buksirovka-traktora> (дата обращения: 18.02.2026).

Об авторе:

Ирина Денисовна Ершова, студент кафедры «Электротехника и электроника» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), irina.d.ershova@gmail.com

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Irina D. Ershova, Bachelor's Degree Student of the Electrical Engineering and Electronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), irina.d.ershova@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript