ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59920— 2021

Системы искусственного интеллекта

СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Требования к обеспечению характеристик эксплуатационной безопасности систем автоматизированного управления движением сельскохозяйственной техники

(ISO 18497: 2018, NEQ)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Когнитив Роботикс» (ООО «Когнитив Роботикс»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 164 «Искусственный интеллект»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 декабря 2021 г. № 1669-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта ИСО 18497:2018 «Машины и трактора сельскохозяйственные. Безопасность сельскохозяйственных машин с высокой степенью автоматизации. Принципы проектирования» (ISO 18497:2018 Agricultural machinery and tractors — Safety of highly automated agricultural machines — Principles for design, NEQ)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения. 2
4 Характеристики эксплуатационной безопасности систем автоматизированного управления движением сельскохозяйственной техники 3
5 Методы верификации характеристик безопасности систем автоматизированного управления движением. 9
Библиография 12

Введение

В рамках оптимизации процессов управления сельскохозяйственными предприятиями, повышения эффективности инвестиций в данную отрасль экономики, а также улучшения показателей собираемости урожая и отдачи возделываемого земельного фонда игроки данного рынка среди прочих инструментов все интенсивнее внедряют в свою ежедневную деятельность программно-аппаратные комплексы автоматизированного и полуавтоматизированного управления движением различной сельскохозяйственной техники.

Сложный процесс управления такой техникой при передвижении и одновременной уборке культур, при этом находящийся под частичным или полным контролем программных средств и различных механизмов, требует особого внимания к вопросу его эксплуатационной безопасности.

Подобные сложные системы при всех прочих преимуществах несут в себе риски нанесения ущерба жизни и здоровью человека, а также материального и экологического ущерба растениям, животным и инфраструктуре аграрных предприятий при условии ненадлежащего исполнения требований эксплуатационной безопасности подобных систем.

В настоящем стандарте:

- определены такие понятия, как «система автоматизированного управления движением в сельском хозяйстве», «эксплуатационная безопасность систем автоматизированного управления движением в сельском хозяйстве»;
- определены существенные характеристики эксплуатационной безопасности систем автоматизированного управления движением в сельском хозяйстве и разработаны критерии ее подтверждения;
- приведена классификация факторов, влияющих на характеристики безопасности на стадиях жизненного цикла систем автоматизированного управления движением сельскохозяйственной техники;
- выработаны требования к поддержанию характеристик эксплуатационной безопасности на протяжении жизненного цикла системы автоматизированного управления движением.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы искусственного интеллекта

СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Требования к обеспечению характеристик эксплуатационной безопасности систем автоматизированного управления движением сельскохозяйственной техники

Artificial intelligence systems. Artificial intelligence systems in agriculture. Requirements for provisioning the operating safety of autonomous driving systems for agricultural machines

Дата введения — 2022—03—01

1 Область применения

Настоящий документ определяет принципы проектирования высокоавтоматизированных систем автоматизированного управления движением, устанавливаемых на колесные и гусеничные сельскохозяйственные (с/х) машины (например, зерноуборочные комбайны, трактора и др.). Кроме того, в нем содержится информация, касающаяся безопасного функционирования подобных систем (включая информацию об остаточных рисках), которая должна предоставляться изготовителем подобных систем.

Настоящий стандарт устанавливает требования к обеспечению и поддержанию надлежащего уровня эксплуатационной безопасности систем автоматизированного управления движением в сельском хозяйстве, которыми следует руководствоваться при разработке, создании, испытаниях и эксплуатации подобных систем.

Настоящий стандарт распространяется на системы автоматизированного управления движением сельскохозяйственной техникой, функционирующей на основе процессов восприятия окружающей обстановки на основе технологии компьютерного зрения, обработки получаемых данных при помощи технологии машинного обучения, других программных методов, определения характеристик движения и местоположения техники при помощи сигнала глобальных навигационных спутниковых систем, а также датчиков, устанавливаемых на подвижных частях с/х машин.

Рассматриваемые в настоящем стандарте требования эксплуатационной безопасности систем автоматизированного управления движением сельскохозяйственной техники применимы к технике, предполагающей постоянное присутствие в ней оператора.

Настоящий стандарт не распространяется на системы автоматизированного управления движением и управления автомобильным или каким-либо иным колесным или гусеничным транспортом, движущимся по дорогам общественного пользования.

Рассматриваемые в настоящем стандарте системы автоматизированного управления движением сельскохозяйственной техники не относятся к критической информационной инфраструктуре, а их функционирование не предполагает обработку, получение, хранение или передачу какой-либо конфиденциальной информации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.030 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление

Издание официальное

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 14254 (МЭК 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 19348 Изделия электротехнические сельскохозяйственного назначения. Общие технические требования. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

ГОСТ ISO 12100 Безопасность машин. Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска

ГОСТ ИСО 26322-1 Тракторы для сельского и лесного хозяйства. Безопасность. Часть 1. Тракторы стандартные

ГОСТ Р 33738—2016 Машины сельскохозяйственные и лесохозяйственные с электроприводом. Общие требования безопасности

ГОСТ Р ИСО 4254-1 Машины сельскохозяйственные. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р ИСО 7731—2007 Эргономика. Сигналы опасности для административных и рабочих помещений. Звуковые сигналы опасности

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **система автоматизированного управления движением** (automated driving system): Программно-аппаратный комплекс, встраиваемый в различные самоходные машины и транспортные средства, который без вмешательства человека на основе технологий восприятия окружающей обстановки, а также определения собственного местоположения осуществляет управление движением таких машин и транспортных средств.

3.2 **сельскохозяйственная машина** (agricultural machine): Комплекс, представляющий собой сочетание мобильного энергетического средства с прицепной, полуприцепной или монтируемой машиной (или машинами) и предназначенный для выполнения технологических сельскохозяйственных операций.

3.3 **присоединяемое оборудование** (implement equipment): Прицепные, полуприцепные, навесные, полунавесные или монтируемые непосредственно на сельскохозяйственную машину технические средства, предназначенные для выполнения различных сельскохозяйственных операций (орошение, вспахивание почвы и пр.).

3.4 **высокоавтоматизированная сельскохозяйственная машина** (highly automated agricultural machine): Сельскохозяйственная машина, оборудованная системой автоматизированного управления движением.

3.5 **подсистема управления** (control subsystem): Структурный элемент системы автоматизированного управления движением, набор программно-аппаратных средств, который, формируя выходные управляющие сигналы, воздействует на органы управления с/х машиной, тем самым обеспечивая ее движение.

3.6 **подсистема восприятия окружающей обстановки** (perception subsystem): Структурный элемент системы автоматизированного управления движением, набор программно-аппаратных средств,

который при помощи технологии компьютерного зрения осуществляет анализ условий окружающей с/х машину обстановки и формирует управляющие сигналы для подсистемы управления.

3.7 **подсистема самодиагностики** (self-diagnostics subsystem): Структурный элемент системы автоматизированного управления движением, набор программно-аппаратных средств, который предназначен для отслеживания физического состояния системы автоматизированного управления движением, а также корректности происходящих в ней процессов и выполняемых системой автоматизированного управления движением операций.

3.8 **подсистема обеспечения безопасности** (safeguarding subsystem): Структурный элемент системы автоматизированного управления движением, набор программно-аппаратных средств, предназначенный для приведения системы автоматизированного управления движением в безопасное состояние, а также подачи звуковых и визуальных сигналов в случае некорректной работы, отказов или сбоев системы автоматизированного управления движением, а также обнаружения препятствий.

3.9 **область риска** (hazard zone): Участок местности, расположенный по направлению движения высокоавтоматизированной сельскохозяйственной машины, на котором ее подсистема управления в принудительном порядке выполняет полную остановку машины, так как при текущих параметрах движения отсутствует возможность объезда препятствия в любом из возможных режимов работы.

3.10 **препятствие** (obstacle): Предмет или состояние рельефа местности, которые могут причинить какой-либо вред или могут быть повреждены при контакте с автоматизированной машиной или установленным на ней присоединяемым оборудованием.

3.11 **безопасное состояние** (safe state): Текущее состояние системы автоматизированного управления движением с приемлемым уровнем риска для оператора с/х машины или постороннего наблюдателя, даже при том условии, что система автоматизированного управления движением не работает полностью или частично.

3.12 **область присутствия потенциального источника опасности** (warning zone): Участок местности, расположенный по направлению движения высокоавтоматизированной сельскохозяйственной машины, на котором при сохранении текущих параметров движения существует возможность объезда препятствия в высокоавтоматизированном режиме работы без принудительного прекращения движения подсистемой управления.

4 Характеристики эксплуатационной безопасности систем автоматизированного управления движением сельскохозяйственной техники

4.1 Общие положения

4.1.1 Высокоавтоматизированная сельскохозяйственная машина, оборудованная системой автоматизированного управления движением, должна удовлетворять соответствующим положениям стандартов по безопасной эксплуатации машин (например, ГОСТ Р ИСО 4254-1, ГОСТ Р ИСО 26322-1), а также требованиям безопасности, мерам защиты и способам снижения риска, предусмотренным настоящим стандартом. Кроме того, подобные машины, оборудованные такими системами автоматизированного управления движением, должны разрабатываться в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 12100 в части соответствующих, но несущественных опасностей, которые не рассматриваются в настоящем стандарте.

4.1.2 Требования, разработанные с учетом принципов проектирования, приведенные в настоящем документе, могут зависеть от конкретного типа с/х машины и необходимых условий эксплуатации. В подобных случаях требования и соответствующие процедуры верификации должны быть определены с учетом выполнения процедуры оценки рисков.

4.1.3 В состав системы автоматизированного управления движением должны входить следующие подсистемы:

- управления;
- восприятия окружающей обстановки;
- самодиагностики;
- обеспечения безопасности.

4.1.4 Система автоматизированного управления движением должна быть способна обнаруживать и позиционировать с/х машину, как того требуют выполняемые системой автоматизированного управления движением действия. При этом система автоматизированного управления движением должна

быть способна предотвращать какие-либо непреднамеренные перемещения с/х машины за пределы зоны ее работы.

4.1.5 Оценка соответствия системы автоматизированного управления движением общим требованиям безопасности должна проводиться в течение и после ее монтажа, настройки и подготовки к работе в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации и правилами устройства электроустановок, действующими в Российской Федерации.

4.1.6 Проверка соответствия системы автоматизированного управления движением общим требованиям безопасности должна проводиться в условиях, принятых в нормативных документах на систему автоматизированного управления движением конкретного типа.

4.1.7 Подсистема управления должна обеспечивать безопасное и легкое взаимодействие оператора с системой автоматизированного управления движением.

4.1.8 Система автоматизированного управления движением должна обеспечивать возможность достаточного контроля хода своей работы находящемуся в кабине с/х машины оператору.

4.1.9 Символьные обозначения, используемые в системе автоматизированного управления движением, приведены в [1], [2]. Показания средств индикации системы автоматизированного управления движением должны быть однозначными и легко считываемыми.

4.1.10 Функционирование системы автоматизированного управления движением и сам факт ее включения в состав с/х машины не должны снижать эксплуатационные характеристики данной машины, например ограничивать режимы ее эксплуатации при помощи штатных органов управления, вызывать какие-либо нештатные ситуации, ограничивать визуальный обзор из кабины оператора и т.п.

4.1.11 Система автоматизированного управления движением должна ограничивать перемещения частей с/х машины, самой машины, ее присоединяемого оборудования в соответствии с расчетными параметрами безопасности (например, в соответствии с диапазоном, скоростью, ускорением, замедлением, какими-либо движущимися или статичными препятствиями, и т.п.), должны быть также учтены динамические воздействия (например, раскачивание грузов).

4.1.12 Система автоматизированного управления движением должна позволять оператору с/х машины взять управление данной машиной под свой контроль имеющимися в его распоряжении штатными органами управления при одновременном прекращении какого-либо воздействия системы на органы управления с/х машины.

4.2 Требования к конструктивной безопасности

4.2.1 Система автоматизированного управления движением должна иметь в своем составе средства, позволяющие находящемуся в кабине с/х машины оператору выполнять остановку и запуск высокоавтоматизированных процессов работы системы автоматизированного управления движением.

4.2.2 Система автоматизированного управления движением должна быть оборудована устройствами, предназначенными:

- для ввода и вывода информации;
- изменения режима работы системы автоматизированного управления движением;
- настройки системы автоматизированного управления движением.

4.2.3 Система автоматизированного управления движением должна быть оборудована интерфейсом, который, в свою очередь, должен отображать всю необходимую информацию о состоянии работы системы автоматизированного управления движением, а также информацию, необходимую для ее включения, настройки параметров работы системы автоматизированного управления движением, штатного и аварийного отключения.

4.2.4 Корпус системы автоматизированного управления движением и ее конструктивные элементы не должны иметь острых углов, кромок и неровностей, представляющих опасность травмирования обслуживающего персонала, а также затруднять работу других исполнительных механизмов с/х машины. Компоновка составных частей системы автоматизированного управления движением должна обеспечивать свободный и удобный доступ к ним. Корпус системы автоматизированного управления движением должен быть выполнен в соответствии с ГОСТ 14254 и ГОСТ 15150.

4.2.5 Узлы системы автоматизированного управления движением, являющиеся опасными для обслуживания, а также поверхности защитных устройств должны быть окрашены в опознавательные цвета и иметь знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026.

4.2.6 Конструкция системы автоматизированного управления движением должна исключать самопроизвольное ослабление крепления сборочных единиц и узлов, а также самопроизвольное переме-

щение подвижных элементов, при их наличии, за пределы, не предусмотренные конструкцией системы автоматизированного управления движением.

4.2.7 Система автоматизированного управления движением должна быть оснащена предохранительными устройствами (клапанами, муфтами и др.), предотвращающими возникновение перегрузок элементов ее конструкции, которые могут привести к их разрушению и созданию аварийных ситуаций.

4.2.8 Исполнительные механизмы системы автоматизированного управления движением, при их наличии, должны быть оборудованы предохранительными устройствами.

4.2.9 Подсистема обеспечения безопасности должна быть способна приводить в исполнение комплекс защитных мер, направленный на предотвращение опасной ситуации. К мероприятиям комплекса защитных мер можно отнести, к примеру, такие мероприятия:

- остановка опасного процесса;
- предотвращение повторного пуска этого процесса после первой остановки, последовавшей после повреждения;
- включение звукового сигнала тревоги или визуальной информации, отображаемой на интерфейсе индикации и управления системой.

4.2.10 Подсистема самодиагностики должна контролировать и обеспечивать диагностику исправного состояния и корректность функционирования входящих в систему автоматизированного управления движением:

- датчиков и сенсоров (например, датчик угла поворота колес сельскохозяйственной техники, датчиков для получения и обработки информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления поглощения и рассеяния света, датчиков глобальных навигационных спутниковых систем и т.д.);
- вычислительных устройств;
- исполнительных механизмов (актуаторы различных типов).

4.2.11 Подсистема самодиагностики должна диагностировать и при помощи подсистемы обеспечения безопасности сообщать оператору системы автоматизированного управления движением случаи, когда управляющее воздействие системы автоматизированного управления движением на органы управления движением сельскохозяйственной техники не исполняется либо исполняется с ошибками.

4.3 Требования электробезопасности

4.3.1 Степень защиты оболочек электротехнических изделий, входящих в систему автоматизированного управления движением, должна соответствовать ГОСТ Р 14254. Допускается применение изделий открытого исполнения IP00 для установки в защищенных изделиях (устройствах). Исполнение изделий системы автоматизированного управления движением в зависимости от условий эксплуатации следует выбирать в соответствии с ГОСТ 19348.

4.3.2 Электропроводка системы автоматизированного управления движением должна быть размещена таким образом, чтобы исключить механические воздействия, перегрев, воздействие электрического и магнитного полей, напряженность которых превышает допустимые нормы, и не создавать неудобств в работе обслуживающего персонала в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.030.

4.3.3 Электропривод, входящий в состав системы автоматизированного управления движением, должен быть защищен от самопроизвольного включения при восстановлении прерванной подачи электроэнергии (блокировка, замок).

4.3.4 Должна быть предусмотрена защита электродвигателей, управляемых системой автоматизированного управления движением, от перегрузок при помощи тепловых реле, от короткого замыкания (сверхтоков) — при помощи плавких вставок предохранителей или автоматических выключателей с электромагнитным расцепителем, принятых в государстве пользователя системы автоматизированного управления движением.

4.3.5 Прекращение, повторное включение энергоснабжения системы автоматизированного управления движением после перерыва или другие изменения энергоснабжения системы автоматизированного управления движением не должны приводить к опасным ситуациям.

4.3.6 Нарушение энергоснабжения системы автоматизированного управления движением не должно приводить к:

- непреднамеренному пуску или остановке работы системы автоматизированного управления движением;

- невыполнению уже поданной команды на остановку работы системы автоматизированного управления движением;

- выходу из строя защитных приспособлений системы автоматизированного управления движением.

4.3.7 Питание электротехнических компонентов системы автоматизированного управления движением, установленных на движущихся частях машин и оборудования, а также передвижных машинах, должно осуществляться с помощью гибкого кабеля с медными жилами, устойчивого к многократным перегибам и истиранию, с разъемными соединениями или специальных токосъемников.

4.3.8 Подвижные токосъемники должны быть защищены от воздействия окружающей среды, а при напряжении постоянного тока более 42В должны быть недоступными для прикосновения обслуживающего персонала. Допускается применять многожильный гибкий провод в резиновом шланге. Кабель и незащищенные провода, используемые для прокладки в пучках, должны быть с оболочкой из трудносгораемых или несгораемых материалов.

4.3.9 Внешние электропроводки, соединяющие систему автоматизированного управления движением с другим электрооборудованием, в местах, подверженных опасности механических повреждений, должны быть проложены в стальных или пластмассовых трубах, металлорукавах, коробах, каналах и т.п.

4.3.10 Электрическое сопротивление заземляющего устройства, к которому подсоединено электрооборудование, не должно превышать 25 Ом.

4.4 Требования к функциональной безопасности

4.4.1 Общие требования к функциональной безопасности

4.4.1.1 В высокоавтоматизированном режиме работы при обнаружении препятствия или установления факта его вхождения в область риска система автоматизированного управления движением должна подать звуковой или визуальный сигнал и активировать свое заранее определенное безопасное состояние.

4.4.1.2 Только находящийся в кабине с/х машины оператор должен обладать возможностью приведения системы автоматизированного управления движением в действие.

4.4.1.3 При остановке высокоавтоматизированного режима работы (независимо от причины) процедура перезапуска системы автоматизированного управления движением должна осуществляться исключительно оператором.

4.4.1.4 Система автоматизированного управления движением должна подтверждать и поддерживать постоянную связь с подсистемой самодиагностики для поддержания безопасной эксплуатации в соответствии с требованиями, заложенными при проектировании системы автоматизированного управления движением. Связь считается потерянной, если в течение определенного периода времени отсутствует соединение с подсистемой самодиагностики. В случае потери связи система автоматизированного управления движением должна переходить в заранее определенное безопасное состояние.

4.4.1.5 Система автоматизированного управления движением должна подтверждать и поддерживать постоянную связь с подсистемой самодиагностики для поддержания безопасной эксплуатации в соответствии с требованиями, заложенными при проектировании системы автоматизированного управления движением. Связь считается потерянной, если в течение определенного периода времени отсутствует соединение с подсистемой самодиагностики. В случае потери связи система автоматизированного управления движением должна переходить в заранее определенное безопасное состояние.

4.4.1.6 Автоматическое управление движением допускается только при включении высокоавтоматизированного режима работы.

4.4.1.7 Автоматизированное управление движением применяется к управлению движением колес и машин.

4.4.1.8 Оператор системы автоматизированного управления движением должен обладать возможностью постоянного контроля процесса движения с/х машины.

4.4.1.9 В целях поддержания достаточного уровня безопасности в соответствии с требованиями к системе автоматизированного управления движением, заложенными при ее проектировании, должна постоянно поддерживаться связь между системой автоматизированного управления движением и входящей в нее подсистемой самодиагностики.

4.4.1.10 Такая связь будет считаться потерянной при условии, что соединения между системой автоматизированного управления движением и подсистемой самодиагностики нет в течение определенного промежутка времени.

4.4.1.11 В случае потери связи система автоматизированного управления движением должна перейти в заранее определенное безопасное состояние.

4.4.1.12 Текущее состояние системы, а также соответствующая информация о состоянии ее безопасности должны быть постоянно доступны оператору при помощи подсистемы самодиагностики.

4.4.2 Завершение высокоавтоматизированного режима работы и остановка с/х машины

4.4.2.1 Последующее движение с/х машины и возобновление работы системы автоматизированного управления движением должны быть инициированы только оператором.

4.4.2.2 Преднамеренная активация органов управления для выполнения функций управляемого движения (например, управление направлением движения, торможения, приостановка инструментов реагирования на опасности) находящимся в кабине оператором должна превалировать над высокоавтоматизированным режимом работы.

4.4.2.3 Руководство оператора с/х машины должно четко устанавливать процесс передачи управления с/х машиной от системы автоматизированного управления движением (высокоавтоматизированный режим работы) к оператору и наоборот.

4.4.2.4 Система автоматизированного управления движением должна предоставлять оператору различные средства (такие, как выключатели, кодирующие приспособления или подобные устройства), с помощью которых он может перезапускать высокоавтоматизированный режим работы, действие которого было прекращено, а также при помощи которых возможна передача управления с/х машиной обратно системе автоматизированного управления движением.

4.4.3 Удаленное завершение высокоавтоматизированного режима работы

4.4.3.1 С/х машина с установленной системой автоматизированного управления движением должна обладать органом управления, при помощи которого можно приостанавливать высокоавтоматизированный режим работы. Подобный орган управления должен быть доступен оператору при всех возможных положениях оператора при выполнении его работы.

4.4.3.2 Задействование органа управления, отвечающего за остановку, должно инициировать контролируемое действие по приведению системы автоматизированного управления движением в заранее определенное безопасное состояние.

4.4.3.3 Максимальная рабочая скорость с/х машины в высокоавтоматизированном режиме работы должна быть совместима с характеристиками подсистемы восприятия окружающей обстановки. Максимальная рабочая скорость с/х машины, оборудованной системой автоматизированного управления движением, должна быть указана в руководстве по эксплуатации системы автоматизированного управления движением.

4.4.3.4 Максимальная рабочая скорость должна автоматически ограничиваться подсистемой управления системы автоматизированного управления движением и не должна превышать максимальную разрешенную скорость с/х машины, указанную в руководстве по эксплуатации.

4.4.4 Безопасность при потере соединения

4.4.4.1 Если проблемы в соединении препятствуют осуществлению корректного взаимодействия между элементами системы автоматизированного управления движением (например, между подсистемой автоматического контроля и подсистемой управления) или вызывают потерю связи (например, с сигналом системы глобального навигационного позиционирования), система автоматизированного управления движением должна приводиться в заранее определенное безопасное состояние.

4.4.4.2 Приемлемый временной промежуток отсутствия соединения, в течение которого опасное движение с/х машины должно быть остановлено системой автоматизированного управления движением, зависит от конкретного случая применения с/х машины.

4.4.4.3 Когда такой временной промежуток превышен, система автоматизированного управления движением должна перейти в заранее определенное безопасное состояние.

4.4.4.4 Промежуток времени, в течение которого наблюдается потеря соединения, должен соответствовать заранее определенному безопасному состоянию системы автоматизированного управления движением в части, например, максимально допустимой скорости перемещения с/х машины с точки зрения вопросов предупреждения оператора, области присутствия потенциального источника опасности, времени отклика подсистемы восприятия окружающей обстановки при обнаружении каких-либо объектов, эффективности осуществления функций защиты или остановки с/х машины.

4.4.4.5 Неполадки соединения, которые необходимо брать в расчет, могут быть следующими: потеря связи, ухудшение качества связи, задержки при передаче сигнала, неверное направление сигнала, ошибки при передаче сигнала, нарушенный порядок связи.

4.4.4.6 Ниже приведены примеры сбоев, которые могут происходить с источниками соединения: неполадки, влияющие на общие показатели работы сети, физические или структурные изменения сети, помехи, создаваемые с/х машиной или возникшие в самой сети, помехи (например, непреднамеренное создание радиопомех, нарушение электромагнитной совместимости), неполадки оборудования, систематические неполадки, ошибки программного обеспечения, изменения конфигурации сети, ограничения пропускной способности, неполадки, вызванные погодными условиями, изменением рельефа местности, неполадки системы электроснабжения, хакерские атаки, глушение радиосигнала или спуфинг — использование чужого IP-адреса для совершения хакерской атаки.

4.4.5 Безопасность функционирования подсистемы восприятия окружающей обстановки

4.4.5.1 Подсистема восприятия окружающей обстановки должна быть способна в рамках прогнозируемых условий работы системы автоматизированного управления движением обнаруживать объекты на пути движения с/х машины, людей, приближающихся к с/х машине, положение с/х машины относительно обнаруженных объектов и границу области риска, при пересечении которой объектами подсистема обеспечения безопасности подает предупреждающий сигнал.

4.4.5.2 В подсистему восприятия окружающей обстановки должны входить сенсоры, с помощью которых происходит сам процесс восприятия, системы позиционирования и управления, а также соответствующие алгоритмы, необходимые для осуществления процедуры идентификации и классификации объектов, представляющих значение для подсистемы управления системы автоматизированного управления движением. Все это необходимо для обеспечения управления с/х машиной без необходимости вмешательства человека в данный процесс.

4.4.5.3 Система автоматизированного управления движением не должна допускать возможности инициации своей работы без подтверждения подсистемой восприятия окружающей обстановки факта отсутствия в зоне потенциального риска каких-либо препятствий и соответствующих действий оператора.

4.4.5.4 Ошибки, вызванные проблемами надежности (как результат отказа оборудования, входящего в систему автоматизированного управления движением), и некорректная работа системы автоматизированного управления движением в целом, обусловленная недоработками программного обеспечения (вне зависимости от того, работает ли система автоматизированного управления движением в соответствии с изначальными требованиями при различных параметрах окружающей среды вне зависимости от того, что послужило причиной сбоя), не должны приводить к состоянию системы автоматизированного управления движением, при котором она может представлять угрозу.

4.4.5.5 Система автоматизированного управления движением должна функционировать в соответствии с изначально заложенными характеристиками при всех условиях и ограничениях, которые можно спрогнозировать, в том числе прогнозируемое некорректное использование системы автоматизированного управления движением.

4.4.5.6 Ограничения подсистемы восприятия окружающей обстановки должны быть описаны в руководстве по эксплуатации.

4.4.5.7 Такими ограничениями могут являться условия окружающей среды, такие как солнечное излучение, темное время суток, туман, температура, любые атмосферные осадки, неровности почвы, а также зоны распространения вредителей и/или вредоносных зарослей.

4.4.5.8 Также такими ограничениями могут являться условия, связанные с препятствиями, например слишком маленький размер препятствия, высокая скорость движения препятствия или низкие показатели отражаемости.

4.4.5.9 Подобными ограничениями также могут быть явления, связанные с самой системой автоматизированного вождения, например раскалибровка сенсора(ов), слишком высокая скорость движения с/х машины, грязь, попавшая на сенсоры, слишком высокий уровень вибраций или слишком высокая вычислительная нагрузка на процессор.

4.4.5.10 Если уровень достоверности показаний сенсоров подсистемы восприятия окружающей обстановки снижается до минимальных пороговых значений, необходимых для безопасной эксплуатации, система автоматизированного управления движением должна инициировать переход в безопасное состояние.

4.4.5.11 Подсистема самодиагностики системы автоматизированного управления движением должна быть способна выявлять и фиксировать путем записи причину инициации безопасного состояния и предупреждать оператора, находящегося в кабине.

4.4.5.12 При нахождении оператора с/х машины в кабине процесс инициации безопасного состояния системы автоматизированного управления движением может быть заменен на звуковое пред-

упреждение, если в результате оценки возможных рисков установлено, что такого предупреждения достаточно.

4.4.6 Безопасность функционирования подсистемы обеспечения безопасности

4.4.6.1 Подсистема обеспечения безопасности должна:

- подавать визуальное или звуковое предупреждение и в принудительном порядке выполнять полную остановку сельскохозяйственной машины, если какое-либо препятствие (например, человек или животное) обнаружено в области риска (см. 3.9);

- подавать визуальное или звуковое предупреждение в случае, если какое-либо препятствие (например, человек или животное) обнаружено в зоне присутствия потенциального источника опасности (см. 3.12).

4.4.6.2 Если подобная возможность предусмотрена, то в высокоавтоматизированном режиме работы система автоматизированного управления движением должна инициировать подачу с/х машиной постоянного визуального предупреждения, которое может быть воспринято человеком в случае обнаружения препятствий в области присутствия потенциального источника опасности.

4.4.6.3 Следующие режимы работы и условия работы системы автоматизированного управления движением должны быть визуально отображены при любых положениях с/х машины для осуществления оператором управления с/х машиной:

- выбран высокоавтоматизированный режим работы (темно-желтый);

- высокоавтоматизированный режим работы приостановлен из-за обнаружения препятствия или неисправности;

- активирован ручной режим управления (зеленый);

- активирован аварийный режим работы (красный).

4.4.6.4 В случае приостановки высокоавтоматизированного режима работы из-за обнаружения какого-либо объекта или неисправности система автоматизированного управления движением должна подавать соответствующие дополнительные предупреждения для обозначения факта случившегося.

4.4.6.5 Значения предупреждающих сигналов, а также действия при их возникновении должны быть описаны в руководстве по эксплуатации.

4.4.6.6 Должна быть проведена диагностика процесса подачи визуальных предупреждений (проверка функции запуска, измерения напряжения в электроцепи).

4.4.6.7 В соответствии с местным законодательством могут быть установлены свои определенные цвета для визуальных предупреждений.

4.4.6.8 Информация, сообщаемая людям, находящимся вблизи от с/х машины, является предметом для дальнейшего изучения. Этот аспект будет дополнен в следующих редакциях стандарта.

4.4.6.9 Спектральные характеристики предупреждающих сигналов должны соответствовать ГОСТ Р ИСО 7731—2007 (пункт 6.3).

4.4.6.10 Временные характеристики предупреждающих сигналов должны соответствовать ГОСТ Р ИСО 7731—2007 (пункт 6.4.1).

4.4.6.11 Максимальная частота импульсов не должна быть выше 2 Гц.

4.4.6.12 Временной промежуток звучания предупреждающего сигнала должен быть равен временному промежутку его отключения с погрешностью 20%.

4.4.6.13 Должна быть проведена диагностика процесса подачи звуковых предупреждений (проверка функции запуска, измерения напряжения в электроцепи).

4.4.6.14 При возникновении неисправности подачи звуковых предупреждений оператор должен быть уведомлен о возникновении данной неисправности, а возможность включения высокоавтоматизированного режима работы должна быть заблокирована до тех пор, пока неисправность не будет устранена.

5 Методы верификации характеристик безопасности систем автоматизированного управления движением

5.1 Общие требования

5.1.1 Методы верификации, применяемые к системе автоматизированного управления движением, изложены в [3], [4]. До проведения процедуры верификации алгоритмов подсистемы управления, отвечающих за безопасность, или совместной работы данных алгоритмов в составе системы автоматизированного управления движением необходимо верифицировать требования к этим алгоритмам,

сформулированным в процессе разработки. Это необходимо сделать для подтверждения совместимости и цельности данных алгоритмов для их дальнейшего использования по назначению (см. [4]).

5.1.2 Соответствие принципов, реализованных при разработке, и информации для использования данного документа должно быть верифицировано при помощи одного или нескольких следующих способов в зависимости от того, насколько метод соответствует поставленной задаче. При этом должно учитываться, насколько те или иные стандарты подходят для компонентов с/х машины или машины в целом.

5.1.3 Проверка: проверка состояния системы автоматизированного управления движением или ее структурных элементов при помощи органов восприятия человека, без применения какого-либо специализированного оборудования; такие проверки обычно проводятся визуально или на слух, когда система автоматизированного управления движением не работает.

5.1.4 Практические испытания: испытания системы автоматизированного управления движением или ее структурных элементов в штатных и нештатных условиях, функциональные испытания (например, при условии моделирования каких-либо ошибок), циклические испытания (например, испытания на долговечность), испытания эксплуатационных характеристик (например, испытания работы тормозной системы).

5.1.5 Измерения: оценка текущих значений характеристик системы автоматизированного управления движением с нормативными показателями или предельными значениями.

5.1.6 Моделирование: результаты моделирования работы системы автоматизированного управления движением в смоделированных рабочих условиях.

5.1.7 Процессы моделирования должны быть валидированы и верифицированы при помощи показателей, полученных в ходе практических испытаний.

5.1.8 Наблюдение в ходе работы: проверка корректности работы функций системы автоматизированного управления движением в штатных и нештатных условиях, например, при использовании с номинальной полезной нагрузкой, с повышенной нагрузкой и при работе в неблагоприятных условиях окружающей среды.

5.1.9 Изучение структуры различных систем: структурный анализ или поэтапный анализ проектов схем различных систем (системы электропитания, гидравлической системы, пневматической системы) и их характеристик.

5.1.10 Изучение программного обеспечения: сквозной анализ программного кода и связанных с ним спецификаций.

5.1.11 Также должна быть выполнена проверка программного кода и его испытания.

5.1.12 Обзор задачно-ориентированного анализа рисков: структурированный анализ или сквозной анализ рисков, оценка рисков и соответствующей документации.

5.1.13 Изучение чертежей и соответствующих документов: структурный анализ или сквозной анализ чертежей и соответствующих документов.

5.2 Верификация минимальных характеристик подсистем восприятия окружающей обстановки и безопасности (для высоких уровней автоматизации)

5.2.1 В целях верификации минимальных операционных характеристик подсистемы восприятия окружающей обстановки в части распознавания препятствий необходимо проведение следующих испытаний (испытания должны быть проведены на ровном, сухом асфальтированном участке, на котором обеспечиваются достаточные и повторяемые условия сцепления):

- испытания при максимальной возможной скорости движения с/х машины с установленной системой автоматизированного управления движением при нормальных рабочих условиях;
- испытания, при которых препятствие смещено от центра траектории движения с/х машины, оборудованной системой автоматизированного управления движением, для верификации возможности подсистемы обеспечения безопасности идентифицировать и останавливать с/х машину или проверки, не произойдет ли контакта присоединяемого оборудования с препятствием;
- повторить во всех направлениях движения с/х машины в соответствии с требованиями, заложенными при ее проектировании (например, смоделировать движение вперед и назад, если с/х машина может двигаться вперед и назад в высокоавтоматизированном режиме работы).

5.2.2 Результаты и параметры испытаний (дата, время, местоположение и условия окружающей среды каждого испытания) должны быть записаны и задокументированы.

5.2.3 Система автоматизированного управления движением должна приводить с/х машину в заранее определенное безопасное состояние и, при наличии технической возможности, останавливать работу присоединяемого оборудования до момента соприкосновения с тестовым препятствием.

5.2.4 Выше был описан минимальный набор испытаний, которые необходимо провести для обеспечения повторяемости результатов испытаний.

5.3 Информация для использования

5.3.1 В дополнение к сведениям, установленным различными стандартами в сфере машиностроения, руководство по эксплуатации системы автоматизированного управления движением должно содержать сведения, относящиеся к высокоавтоматизированному режиму работы с/х машины, такие как:

- информация о случаях, когда запрещено активировать высокоавтоматизированный режим работы с/х машины (например, движение машины в высокоавтоматизированном режиме работы по дорогам общественного пользования);
- информация о совместимом присоединяемом оборудовании и вспомогательном оборудовании, например максимальная рабочая ширина;
- информация о рабочих условиях, для применения в которых предназначена с/х машина (например, тип полей, культур, почвы и другие условия окружающей среды);
- информация о визуальных и звуковых предупреждениях;
- информация о маркировке с/х машины и условных знаках;
- информация о ремонте и техническом обслуживании, проведении проверок и калибровок;
- минимальные требования и список запрещенных действий для инициированного оператором высокоавтоматизированного режима работы;
- информация о размещении и использовании органов ручного управления, предназначенных для приостановки работы высокоавтоматизированного режима работы;
- информация об удаленном управлении с указанием минимальных требований к рабочим процедурам.

Библиография

[1]	ISO 3767-1:2016	Tractors, machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment — Symbols for operator controls and other displays — Part 1: Common symbols
[2]	ISO 3767-2:2016	Tractors, machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment — Symbols for operator controls and other displays — Part 2: Symbols for agricultural tractors and machinery
[3]	ISO 13849-1:2015	Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design
[4]	ISO 13849-2:2012	Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation

УДК 004.8:006.354 ОКС 35.020

Ключевые слова: компьютерное зрение, машинное обучение, системы автоматизированного управления движением, сельскохозяйственная техника

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Г.Д. Мухиной*

Сдано в набор 06.12.2021. Подписано в печать 28.12.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,70.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru