ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 60.6.1.1— 2023

Роботы и робототехнические устройства

ТРАНСПОРТНЫЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ РОБОТЫ

Функциональные требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным автономным научным учреждением «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 141 «Робототехника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 декабря 2023 г. № 1645-ст

4 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 «Институт стандартизации», 2024

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 1
4 Общие положения 4
5 Функциональные требования 6
5.1 Состав функций ТЛР 6
5.2 Общие функциональные требования к ТЛР 6
5.3 Функциональные требования к навигации ТЛР 8
5.4 Групповое функционирование ТЛР 9
Приложение А (рекомендуемое) Рекомендуемые значения безопасной скорости в совместном рабочем пространстве 10

Введение

Требования стандартов комплекса ГОСТ Р 60 распространяются на роботы и робототехнические устройства. Целью стандартов является повышение интероперабельности роботов и их компонентов, а также снижение затрат на их разработку, производство и обслуживание за счет стандартизации и унификации процессов, интерфейсов, узлов и параметров.

Стандарты комплекса ГОСТ Р 60 представляют собой совокупность отдельно издаваемых стандартов. Стандарты данного комплекса относятся к одной из следующих тематических групп: «Общие положения, основные понятия, термины и определения», «Технические и эксплуатационные характеристики», «Безопасность», «Виды и методы испытаний», «Механические интерфейсы», «Электрические интерфейсы», «Коммуникационные интерфейсы», «Методы моделирования и программирования», «Методы построения траектории движения (навигация)», «Конструктивные элементы». Стандарты любой тематической группы могут относиться как ко всем роботам и робототехническим устройствам, так и к отдельным группам объектов стандартизации — промышленным роботам в целом, промышленным манипуляционным роботам, промышленным транспортным роботам, сервисным роботам в целом, сервисным манипуляционным роботам, сервисным мобильным роботам, а также к морским робототехническим комплексам.

Настоящий стандарт относится к тематической группе «Технические и эксплуатационные характеристики» и распространяется на сервисные мобильные роботы, используемые в качестве транспортных логистических роботов.

Транспортные логистические роботы, согласно ГОСТ Р 60.0.0.2, относятся к классу профессиональных сервисных роботов.

Как правило, транспортные логистические роботы устанавливаются:

- в промышленных средах для перемещения объектов всех видов между станками, пунктами передачи или складами;
- непроизводственных средах, таких как склады, почтовые и логистические центры, в больницах или других общественных зданиях для транспортирования, доставки и передачи товаров;
- на открытых площадках: в портах, аэропортах и перевалочных центрах, а также для преодоления проблемы «последней мили» при доставке товаров конечным потребителям.

Транспортные логистические роботы для промышленных сред допускается применять на гибких производствах/предприятиях для решения следующих задач:

- перемещение продуктов через производственные процессы;
- доставка деталей к точке обработки/сборки в нужный момент;
- сбор заказов: перемещение заказанных продуктов в зону загрузки для отправки.

Транспортные логистические роботы для непроизводственных сред, в частности, складов, могут быть интегрированы в систему управления складом.

Транспортные логистические роботы позволяют сократить потребность в человеческом труде, снизить количество ошибок, совершаемых человеком, повысить безопасность на рабочих местах, а также повысить точность инвентаризации и учета товаров/деталей путем устранения человека от выполнения рутинных задач и автоматизации логистических процессов.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Роботы и робототехнические устройства

ТРАНСПОРТНЫЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ РОБОТЫ

Функциональные требования

Robots and robotic devices. Transport logistics robots. Functional requirements

Дата введения — 2024—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает функциональные требования для транспортных логистических роботов, относящихся к классу сервисных роботов для профессионального использования.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ Р 60.0.0.2 Роботы и робототехнические устройства. Классификация
ГОСТ Р 60.0.0.4/ИСО 8373:2021 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения
ГОСТ Р 51354 (ИСО 3691—80) Транспорт напольный безрельсовый. Требования безопасности

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 термины по ГОСТ Р 60.0.0.4, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

аварийная остановка (функция аварийной остановки): Функция машины, предназначенная для:

- предотвращения возникновения опасности или уменьшения существующей опасности для людей, предотвращения поломки машины, а также обеспечения продолжения работы;
- включение аварийной остановки должно осуществляться единичным воздействием оператора на орган ее включения.

[ГОСТ ISO 12100—2013, пункт 3.40]

Издание официальное

3.2 **автоматическая зарядка аккумуляторной батареи:** Автоматическая стыковка транспортного логистического робота, оснащенного аккумуляторной батареей, с зарядным устройством и автоматическое прерывание стыковки при достижении установленного значения заряда аккумуляторной батареи.

3.3 **бампер безопасности:** Устройство в виде расположенного спереди и сзади транспортного логистического робота бруса, поглощающего энергию от столкновения с препятствиями, при нажатии на который генерируется предупредительный сигнал для системы управления транспортного логистического робота.

3.4 **бесконтактный сенсор:** Ультразвуковое или оптическое устройство, у которого поле зрения сконфигурировано для обнаружения препятствий в зонах переднего, заднего или бокового обзора, предназначенное для выработки сигналов, заставляющих транспортный логистический робот замедляться или останавливаться, когда препятствие попадает в поле зрения бесконтактного сенсора.

3.5 **буксировщик:** Транспортный логистический робот, буксирующий прицепы.

3.6 **горизонтальный участок поверхности:** Участок, для которого абсолютная величина разности длины участка и длины его горизонтальной проекции не превышает 3 % от длины горизонтальной проекции.

3.7 **зазор:** Зона высотой до 2,1 м между соседними стационарными конструкциями или объектами в обозначенной зоне, расположенными вдоль маршрута транспортного логистического робота, и жесткими конструктивными элементами транспортного логистического робота, установленным на нем грузом и буксируемыми прицепами.

3.8

защитная мера: Мера, предпринимаемая для адекватного снижения степени риска:

- конструктором (разработка безопасной конструкции машины, средств защиты, дополнительных защитных мер и информации для пользователя);
- пользователем (осуществление безопасной эксплуатации, технический контроль, система допуска к работе; применение дополнительных защитных ограждений; использование средств индивидуальной защиты; обучение персонала).

[ГОСТ ISO 12100—2013, пункт 3.19]

3.9

защитное устройство: Защитное ограждение или предохранительное устройство.

[ГОСТ ISO 12100—2013, пункт 3.26]

3.10 **изготовитель:** Компания или организация, которая обеспечивает проектирование транспортного логистического робота и связанных с ним элементов управления и обеспечивает изготовление транспортного логистического робота из сырья и/или других компонентов.

Примечание — Изготовитель может также выступать в качестве поставщика транспортного логистического робота и в связи с этим отвечать за его интеграцию в среду, в которой он будет работать.

3.11 **номинальная грузоподъемность:** Установленные изготовителем масса груза, место размещения груза на транспортном логистическом роботе и скорость перемещения транспортного логистического робота, обеспечивающие соответствие заявленным рабочим характеристикам для данной конструкции транспортного логистического робота.

3.12

номинальная скорость: Максимальная скорость транспортного логистического робота, движущегося с номинальной нагрузкой при нормальных условиях эксплуатации.

[Адаптировано из ГОСТ Р 60.6.3.14—2019, пункт 3.11]

3.13

обход препятствий: Предотвращение взаимодействия, такого как приближение, соприкосновение или столкновение, с препятствиями благодаря их обнаружению с помощью датчиков внешнего состояния и корректировки планирования траектории.

[ГОСТ Р 60.0.0.5—2019, статья 3.6.7]

3.14

одновременная локализация и построение карты: Построение и уточнение карты внешней среды с использованием параметров частично построенной карты для распознавания пространственного расположения транспортного логистического робота, перемещающегося в данной среде.

[Адаптировано из ГОСТ Р 60.0.0.5—2019, статья 3.6.2]

3.15 **опасная зона:** Зона с недостаточным зазором вдоль маршрута или направляющей.

3.16 **основное направление движения:** Движение транспортного логистического робота вперед, включая повороты, если иное не указано и не согласовано пользователем и поставщиком.

3.17 **отклонение:** Измеримая величина, полученная из сопоставления данных системы управления транспортным логистическим роботом с оперативной информацией на маршруте, которая позволяет транспортному логистическому роботу узнать, отклоняется ли он от заданного маршрута и при необходимости предпринять соответствующие корректирующие действия.

3.18 **пандус:** Искусственно созданный уклон пола, при котором длина наклонного участка превышает длину его горизонтальной проекции на 3 % и более.

3.19

планирование маршрута: Планирование упорядоченного набора пространственных расположений при перемещении.

[ГОСТ Р 60.0.0.5—2019, статья 3.6.4]

3.20

поворот: Передвижение транспортного логистического робота, вызывающее изменение ориентации системы координат транспортного логистического робота.

[Адаптировано из ГОСТ Р 60.6.3.14—2019, пункт 3.12]

3.21 **полностью наблюдаемая среда:** Среда функционирования транспортного логистического робота при выполнении условия выявления датчиками транспортного логистического робота всех данных, которые являются релевантными для выбора надлежащего действия.

3.22 **поставщик:** Юридическое или физическое лицо, а также объединение этих лиц, способное на законных основаниях осуществлять поставку продукции или оказание услуг в рамках контрактов/договоров с заказчиком работ и услуг, для создания транспортного логистического робота.

3.23

предотвращение столкновения: Исключение возможности столкновения с помощью датчиков внешнего состояния и надлежащего реагирования.

[ГОСТ Р 60.0.0.5—2019, статья 3.6.8]

3.24

предохранительное устройство: Средство защиты, не являющееся ограждением.

[ГОСТ ISO 12100—2013, пункт 3.28]

3.25

прицеп: Несамоходное транспортное средство, сконструированное и предназначенное для буксирования его транспортным логистическим роботом.

[Адаптировано из ГОСТ 33987—2016, пункт 3.22]

3.26 **проход (проезд):** Объем пространства, необходимый для автоматического перемещения транспортного логистического робота с установленным оборудованием и предполагаемым грузом без столкновения с неподвижными препятствиями.

3.27

системы управления складом; СУС: Информационные системы, предназначенные для управления процессами и ресурсами склада (одного или нескольких), включая планирование, распределение и контроль исполнения складских операций, по правилам и алгоритмам, установленным в стандартном функционале конкретной системы либо дополнительно разработанным при ее внедрении и эксплуатации.

[ГОСТ Р 59282—2020, пункт 3.1.21]

3.28 **совместное рабочее пространство:** Рабочее пространство внутри защищенного пространства, в котором робот и человек могут выполнять задания одновременно во время производственной деятельности.

3.29

столкновение: Динамический контакт, приводящий к обмену импульсами.

[ГОСТ Р 60.0.0.5—2019, статья 3.6.6]

3.30 **стояночный тормоз:** Устройство (устройства) для предотвращения случайного перемещения неподвижного транспортного логистического робота.

3.31

стыковка: Процесс подхода и/или соединения со станцией, оборудованием или другим транспортным логистическим роботом для выполнения поставленного задания.

Примечание — Примерами поставленных заданий являются: зарядка аккумуляторов, обмен данными, передача полезной нагрузки.

[Адаптировано из ГОСТ Р 60.0.0.5—2019, статья 3.6.9]

3.32 **транспортный логистический робот;** ТЛР: Профессиональный сервисный мобильный робот, предназначенный для перемещения, манипулирования или позиционирования материальных и других ресурсов.

3.33

тяговое усилие: Максимальная сила трения, которая может быть создана между поверхностью перемещения и колесами, гусеницами или ногами мобильного робота.

[ГОСТ Р 60.0.0.5—2019, статья 3.5.4]

3.34 **устойчивость:** Показатель устойчивости транспортного логистического робота к опрокидыванию с учетом всех факторов, возникающих при его нормальном применении и эксплуатации.

Примечание — Факторы, которые могут повлиять на устойчивость, включают: массу, распределение массы, колесную базу, протектор колеса, способ подвески, скорость движения, радиус поворота.

4 Общие положения

4.1 ТЛР предназначены для работы на горизонтальных участках поверхностей (полы, дорожки, проезды) и пандусах.

4.2 К ТЛР применяют следующие функциональные требования:

- к среде возможного применения;
- к уровню автономности.

4.2.1 По среде применения ТЛР подразделяют на следующие категории:

- логистические роботы для работы в помещении;
- логистические роботы для работы на открытых площадках.

4.2.2 По уровню автономности ТЛР подразделяют на следующие категории:

- автоматические самоходные тележки (АСТ);
- полуавтономные ТЛР;
- автономные транспортные логистические роботы (АТЛР).

4.2.3 АСТ подразделяют следующим образом:

- на работающие автоматически;
- с дистанционным управлением без передачи видеосигнала (с проводного или беспроводного джойстика);
- с телеуправлением.

4.3 По высоте подъема груза ТЛР согласно ГОСТ Р 51354 классифицируют следующим образом:

- тележка, снабженная механизмом для подъема груза на высоту, достаточную только для обеспечения его перемещения, которая является погрузочной машиной с подъемом груза на малую высоту;
- погрузчик, снабженный подъемным механизмом для обеспечения штабелирования и укладки груза на стеллажи, который является погрузочной машиной с подъемом груза на большую высоту.

4.4 По грузоподъемности ТЛР разделяют:

- на легкие, грузоподъемностью до 100 кг;
- средние, грузоподъемностью до 500 кг;
- тяжелые, грузоподъемностью до 2500 кг;
- специальные, грузоподъемностью свыше 2500 кг.

4.5 При проектировании ТЛР для эксплуатации на открытых площадках и в неотапливаемых помещениях должны быть предусмотрены меры по корректировке скорости, нагрузки, настройки тормозов и/или режима работы данного ТЛР в зависимости от температуры среды, состояния поверхности и других внешних факторов, влияющих на тормозной путь.

4.6 Если проектное назначение ТЛР допускает перевозку грузов, превышающих его габаритные размеры, то разработчиком должна быть предусмотрена установка датчиков обнаружения препятствий по основному направлению движения на максимальном периметре по длине или ширине для предотвращения столкновения между грузом и препятствием.

4.7 В конструкции ТЛР должны быть предусмотрены средства защитной остановки перед закрывающейся противопожарной дверью, чтобы не допустить ее случайного неполного закрытия.

4.8 Для ТЛР, используемых в качестве буксировщиков, должно быть определено тяговое усилие. Тяговое усилие определяют на ровных, сухих поверхностях, имеющих минимальный коэффициент трения 0,6.

4.9 На каждом ТЛР изготовитель должен установить прочную, устойчивую к коррозии табличку с нанесенной способом, обеспечивающим сохранность в течение всего прогнозируемого срока службы, разборчивой надписью следующего содержания:

- модель ТЛР и заводской (серийный) номер, номер, присваиваемый производителем экземпляру изделия;
- масса разгруженного ТЛР без аккумуляторной батареи или топлива (порожний вес);
- обозначение соответствия обязательным требованиям настоящего стандарта или соответствующих технических условий;
- номинальная грузоподъемность и высота подъема, при применении;
- номинальная скорость;
- определение требований к электропитанию (при электропитании не от аккумуляторной батареи);
- указание классификации аккумуляторной батареи (при применении), минимальной и максимальной массы и габаритных размеров аккумуляторной батареи, номинальной емкости и номинального напряжения;
- максимальное и номинальное тяговое усилие тяги для ТЛР, который может использоваться как буксировщик;
- для буксировки — высота сцепления буксировщика с прицепом, при которой была определена грузоподъемность.

4.10 Заводской номер ТЛР должен быть нанесен на раму способом, обеспечивающим сохранность в течение всего прогнозируемого срока службы.

5 Функциональные требования

5.1 Состав функций ТЛР

5.1.1 В общем случае ТЛР должен обеспечивать:

- возможность безопасно перевозить груз разной массы в пределах заданного диапазона грузоподъемности со скоростью в заданном диапазоне скоростей;
- автоматическое движение по предварительно заданному маршруту;
- автоматическую локализацию и навигацию в полностью наблюдаемой среде по маркерам, ориентирам и т. п.;
- обнаружение статических и динамических препятствий;
- предотвращение столкновения со статическими препятствиями;
- возможность останавливаться в заданном положении относительно другого объекта или в абсолютном положении в окружающей среде;
- парковку в заданном месте и возможность автоматического подключения к зарядной станции;
- движение и перемещение груза во всем диапазоне изменения факторов внешней среды, предусмотренном для эксплуатации данного ТЛР.

5.1.2 ТЛР, осуществляющий движение по заранее определенному маршруту, должен обеспечивать:

- автоматическое перемещение с помощью навигации по ряду внешних путевых точек на маршруте;
- защитную остановку при обнаружении препятствия на маршруте;
- продолжение движения по маршруту после устранения препятствия.

5.1.3 АТЛР, осуществляющий автоматическое движение к заданной цели в автономном режиме по не определенному заранее маршруту, должен обеспечивать:

- автоматическую локализацию и навигацию в не полностью детерминированной среде;
- распознавание и категоризацию препятствий (люди, транспорт, другие роботы и т. д.);
- самостоятельный обход статических препятствий (грузы, стоящий транспорт и т. п.);
- предотвращение столкновения с динамическими препятствиями (движущийся транспорт, люди);
- оперативное планирование маршрута;
- анализ ситуаций;
- формирование базы знаний и решающих правил.

5.2 Общие функциональные требования к ТЛР

5.2.1 При реализации функции рулевого управления должны быть приняты меры обеспечения динамической устойчивости ТЛР.

5.2.2 В соответствии с классификацией по грузоподъемности (см. 4.4), ТЛР должны обеспечивать перемещение с номинальной скоростью:

- не менее 1 м/с для тяжелых и специальных роботов;
- не менее 1,2 м/с для средних роботов;
- не менее 2,5 м/с для легких роботов.

Значения рекомендуемой скорости в узких проходах приведены в приложении А.

5.2.3 Максимальная угловая скорость ТЛР при повороте — 40 °/с.

5.2.4 ТЛР должен обеспечивать погрешность позиционирования и стыковки не более ± 20 мм по декартовым координатам и ±1° по угловому положению.

5.2.5 Тормозная система ТЛР должна обеспечивать следующие режимы торможения, при этом одно и то же устройство торможения может быть использовано в нескольких режимах:

- экстренное торможение;
- постановка на стояночный тормоз;
- торможение в процессе работы.

5.2.5.1 Экстренное торможение должно быть предусмотрено для всех видов и типов транспортных логистических роботов. Аварийный тормоз должен приводиться в действие механически, и для его срабатывания требуется приложение усилия от внешнего по отношению к тормозу источника. В режиме автоматической работы робота этот тормоз может автоматически включаться и отключаться.

5.2.5.2 В конструкции ТЛР должен быть предусмотрен стояночный тормоз, который предотвращает случайное перемещение неподвижного робота.

5.2.5.3 В конструкции ТЛР должны быть предусмотрены средства торможения в процессе работы. В ручном режиме управления транспортным логистическим роботом средства торможения используются для замедления движения и/или плавной остановки ТЛР так, чтобы максимально достижимое замедление в пределах тормозного пути не нарушало стабильность перевозимого груза в нормальных условиях эксплуатации.

5.2.6 В ТЛР должна быть предусмотрена функция активации звукового, светового или комбинированного предупреждающего сигнала перед началом движения робота в автоматическом режиме. Для подачи световых сигналов должны использоваться мигающие или стробоскопические осветители, которые создают следующие значения силы света по оси отсчета:

- при работе в помещениях с искусственным освещением: от 50 до 100 кд;
- при работе на открытых площадках днем: от 100 до 500 кд;
- при работе на открытых площадках ночью: от 35 до 80 кд.

5.2.7 Должна быть предусмотрена обязательная индикация следующих видов неисправности ТЛР:

- потеря маршрутного ориентира или отклонение от намеченной траектории;
- отсутствие данных датчика скорости.

5.2.8 На АСТ и АТЛР должна быть предусмотрена индикация критического разряда аккумуляторной батареи, если в роботе не реализована функция автоматического следования на подзарядку.

5.2.9 В ТЛР должна быть реализована функция аварийной остановки, которая не заменяет других защитных мер, а является дополнением к ним. Функциональная подсистема аварийной остановки ТЛР должна автоматически прекращать выполнение опасных действий. Для обеспечения безопасной аварийной остановки должны быть рассмотрены следующие способы:

- плавное замедление движения;
- отключение электропитания приводов ТЛР или механическое разъединение (отсоединение) приводов;
- последовательное автоматическое отключение приводов.

5.2.10 Средства обеспечения функции аварийной остановки являются обязательными и отказ любого из них должен приводить к аварийной остановке ТЛР с выполнением требований к устойчивости и удержанию груза.

ТЛР должен иметь:

- бортовые или дистанционные органы активации режима аварийной остановки (например, «красная кнопка»). При монтаже на борту эти органы должны быть расположены на расстоянии не более 600 мм от точки, к которой оператор ТЛР может безопасно подойти при ручной активации режима аварийной остановки;
- датчик контроля скорости перемещения ТЛР;
- индикаторы критического отклонения от маршрута и потери ориентиров;
- встроенные средства контроля информационно-технического состояния бортовой системы, в том числе вычислительного устройства, источников вторичного электропитания (или системы электроснабжения), тяговой системы.

5.2.11 Должна быть реализована функция предотвращения столкновения элементов конструкции ТЛР и установленного оборудования с людьми или препятствиями, появляющимися на пути робота в основном направлении движения.

5.2.12 Для реализации функции обнаружения препятствий должны быть предусмотрены соответствующие датчики, включая:

- бамперы безопасности;
- бесконтактные чувствительные устройства.

5.2.13 Усилие, создаваемое параллельно полу бампером безопасности, используемым в качестве устройства обнаружения препятствий, не должно превышать 134 Н. Срабатывание бампера безопасности должно приводить к безопасной остановке до столкновения других, кроме бампера безопасности, элементов конструкции ТЛР с препятствием.

5.2.14 Бесконтактный сенсор, используемый в качестве устройства обнаружения препятствий, должен обеспечивать остановку ТЛР до соприкосновения с обнаруженным препятствием, если препятствие обнаружено в поле зрения бесконтактного сенсора в основном направлении движения.

5.2.15 При внезапном появлении (например, падении) препятствия на пути ТЛР в зоне действия датчика обнаружения ТЛР должен начать торможение, но без гарантии предотвращения столкновения.

5.2.16 Если конструкция ТЛР затрудняет реализацию функции обнаружения препятствия для аварийной остановки (вилочный погрузчик, робот с изменяемой геометрией и т. п.), должна быть реализована функция ограничения скорости движения до 0,3 м/с.

5.2.17 В опасных зонах должна активироваться функция ограничения максимальной скорости движения ТЛР 1,2 м/с.

5.2.18 В зонах ограниченного доступа должна активироваться функция ограничения максимальной скорости движения ТЛР до 0,3 м/с.

5.3 Функциональные требования к навигации ТЛР

5.3.1 Общие требования к осуществлению навигации ТЛР

5.3.1.1 В ТЛР должен быть реализован режим перемещения к цели по запрограммированному маршруту.

5.3.1.2 Для АТЛР должна быть реализована функция схода с запрограммированного маршрута, обхода препятствия и возврата на запрограммированный маршрут к цели при обнаружении препятствия соответствующими датчиками АТЛР.

5.3.1.3 Для АТЛР должна быть реализована функция перемещения АТЛР по альтернативному запрограммированному маршруту к цели, если основной маршрут заблокирован.

5.3.2 Требования к обеспечению локализации АТЛР

5.3.2.1 Должна быть реализована функция автоматической локализации в начальной точке маршрута.

5.3.2.2 Должна быть реализована функция автоматического определения местоположения АТЛР в известной детерминированной среде, например в офисном здании.

5.3.2.3 Должна быть реализована функция автоматического определения местоположения АТЛР в динамически изменяющейся среде (например, на складе с перемещаемыми поддонами) при условии задания начального положения АТЛР.

5.3.2.4 Должна быть реализована функция остановки АТЛР и формирования аварийного сообщения при невозможности правильной локализации (например, при принудительном перемещении АТЛР или при стороннем вмешательстве в программное обеспечение навигации АТЛР).

5.3.2.5 Должна быть реализована функция автоматического обновления навигационной карты АТЛР на основе обнаруженных изменений в окружающей среде, например с помощью метода непрерывной одновременной локализации и построения карты SLAM (simultaneous localization and mapping).

5.3.3 Требования к осуществлению стыковки и парковки ТЛР

5.3.3.1 Должна быть реализована функция позиционирования ТЛР (включая ориентацию) в заранее запрограммированных точках маршрута.

5.3.3.2 Должна быть реализована функция стыковки ТЛР с неподвижным объектом.

5.3.3.3 Для АТЛР дополнительно, в зависимости от назначения, может быть реализована функция стыковки АТЛР с незакрепленным объектом или с объектом, двигающимся со скоростью и направлением робота.

5.3.4 Требования к анализу факторов, связанных с инфраструктурой рабочей зоны ТЛР

5.3.4.1 Для прохождения маршрута в ТЛР должна быть реализована функция анализа специальных элементов внешней среды, разработанных для обозначения маршрута (например, магнитная лента, QR-коды, радиометки и т. п.).

5.3.4.2 Для повышения автономности прохождения маршрута в АТЛР может быть реализована функция анализа конструктивных особенностей окружающей среды (например, стены, стеллажи, колонны).

5.3.5 Требования к обходу или преодолению препятствий

5.3.5.1 В ТЛР должна быть реализована функция определения факта полной блокировки маршрута неподвижными препятствиями и выдачи команды на остановку.

5.3.5.2 В АТЛР должна быть реализована функция определения возможности обхода неподвижного препятствия, частично блокирующего маршрут, и выполнения такого обхода.

5.3.5.3 В АТЛР должна быть реализована функция обхода динамического препятствия (например, транспортного средства, пересекающего маршрут движения АТЛР).

5.3.5.4 Должны быть рассмотрены варианты преодоления или обхода следующих возможных препятствий, расположенных выше плоскости перемещения:

- высотой до 100 мм от плоскости перемещения;

- высотой от 100 до 200 мм от плоскости перемещения;
- высотой более 200 мм от плоскости перемещения.

5.3.5.5 Должны быть рассмотрены варианты преодоления или обхода следующих возможных препятствий, расположенных ниже плоскости перемещения:

- глубиной до 10 мм включительно, например отсутствующая плитка на полу;
- глубиной до 100 мм включительно, например съемная панель фальшпола;
- глубиной более 100 мм, например погрузочная площадка, обрыв, канализационный люк.

5.3.6 Требования по перемещению полезной нагрузки

5.3.6.1 Во всех режимах работы ТЛР должен транспортировать установленную на нем неподвижную полезную нагрузку разрешенной массы на номинальной скорости.

5.3.6.2 В автоматическом режиме ТЛР должен транспортировать на номинальной скорости установленную на нем разрешенную полезную нагрузку, положение центра масс которой может меняться во время движения, например, манипуляторы, резервуары с жидкостью, перемещаемые грузы, незакрепленные (в контейнерах), грузы на прицепе.

5.4 Групповое функционирование ТЛР

5.4.1 Группой ТЛР является скоординированная совокупность ТЛР. По составу группа может быть:

- однородная (ТЛР одного типа и конфигурации);
- гетерогенная (ТЛР разного типа и конфигурации).

5.4.2 Для использования ТЛР в группе должны быть реализованы следующие функции:

- назначение заданий: задания могут быть заданы индивидуально данному ТЛР или группе ТЛР;
- обмен информацией/обновление информации: ТЛР может предоставлять/получать данные или знания другим ТЛР (например, о наличии препятствий, изменениях карты окружающей среды);
- координация навигации: при использовании в группе, ТЛР через центральный пост управления группой может взаимодействовать с другими ТЛР для получения разрешений на прохождение маршрута или выполнение других навигационных требований;
- координация заданий: в группе ТЛР может быть организовано взаимодействие между ТЛР для совместного выполнения комплексных технологических операций.

Приложение А
(рекомендуемое)

Рекомендуемые значения безопасной скорости в совместном рабочем пространстве

Рекомендуемые значения безопасной скорости передвижения ТЛР в совместном рабочем пространстве зависят от наличия детектора препятствий и геометрических характеристик рабочей зоны. Значения максимальной разрешенной скорости в зависимости от конкретной ситуации приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Зазор 1*	Зазор 2**	Наличие детектора препятствий	Максимально разрешенная скорость
≥ 0,5 м	≥ 0,5 м	Да	Не ограничена
≥ 0,5 м	От 0,1 до 0,5 м	Да	1,2 м/с
≥ 0,5 м	≤ 0,1 м	Да	Не ограничена
< 0,5 м	< 0,5 м	Да	0,3 м/с
Не нормируется	Не нормируется	Нет	0,3 м/с
* Зазор 1 — расстояние между ближайшими к маршруту стационарными конструкциями с одной стороны от ТЛР и жесткими частями ТЛР, груза и буксируемого прицепа. ** Зазор 2 — расстояние между ближайшими к маршруту стационарными конструкциями с другой стороны от ТЛР и жесткими частями ТЛР, груза и буксируемого прицепа.			

УДК 621.865.8:629.78:007.52:006.86:006.354 ОКС 25.040.30

Ключевые слова: роботы, робототехнические устройства, транспортные логистические роботы, функциональные требования

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 09.01.2024. Подписано в печать 15.01.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
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