ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 60.6.3.17— 2020

Роботы и робототехнические устройства

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ СЕРВИСНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ РАБОТЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Проходимость. Движение по гравию

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным автономным научным учреждением «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 141 «Робототехника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2020 г. № 1297-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту АСТМ Е2991/Е2991М—17 «Стандартный метод испытаний для оценки проходимости роботов для работы в экстремальных условиях: Движение по гравию» (ASTM E2991/E2991M—17 «Standard test method for evaluating response robot mobility: Traverse gravel terrain», MOD) путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

Наименование стандарта изменено относительно наименования указанного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5) и для увязки с наименованиями, принятыми в существующем комплексе национальных стандартов Российской Федерации.

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

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 (www.gost.ru)

© Стандартинформ, оформление, 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 Показатели и задание для испытаний 2
5 Требования к проведению испытаний 2
6 Требования к оборудованию 4
7 Требования безопасности 6
8 Порядок проведения испытаний 6
9 Подсчет результатов испытаний 8
10 Требования к отчетности 9
11 Результаты испытаний и систематическая ошибка 10
12 Погрешность испытаний 11
Приложение А (справочное) Примеры оформления протокола испытаний 12
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте 17

Введение

Стандарты комплекса ГОСТ Р 60 распространяются на роботов 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 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 и сервисным мобильным роботам.

Настоящий стандарт относится к тематической группе «Виды и методы испытаний» и распространяется на сервисных мобильных роботов, предназначенных для работы в экстремальных условиях. Настоящий стандарт определяет метод испытаний проходимости роботов при движении по гравию. Данный метод испытаний является частью комплекса испытаний роботов по проходимости.

Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту АСТМ Е2991/Е2991М—17, разработанному техническим комитетом Е54 ASTM International «Прикладные системы для национальной безопасности» в соответствии с принципами стандартизации, установленными в Решении о принципах разработки международных стандартов, руководств и рекомендаций Комитета по техническим барьерам в торговле Всемирной торговой организации, для приведения его в соответствие с требованиями основополагающих национальных и межгосударственных стандартов.

В настоящий стандарт внесены следующие технические отклонения по отношению к стандарту АСТМ Е2991/Е2991М—17:

- исключены примечания и сноски примененного стандарта, которые нецелесообразно применять в национальной стандартизации в связи с их содержанием, имеющим справочный характер и относящимся к системе стандартизации США;

- значения физических величин указаны исключительно в Международной системе единиц (СИ), используемой в национальной стандартизации в соответствии с требованиями ГОСТ 8.417—2002, в то время как в примененном стандарте значения измерений приведены как в системе единиц СИ, так и в американских единицах (дюйм-фунт), в связи с чем пункт 1.7 примененного стандарта об использовании двух систем единиц измерения не включен в настоящий стандарт;

- раздел 1 «Область применения» приведен в соответствие с требованиями ГОСТ 1.5—2001: пункты 1.2 и 1.3 примененного стандарта перенесены в раздел 4, где имеют нумерацию 4.2 и 4.3, соответственно; пункт 1.4 перенесен в раздел 4, пункт 4.1, соответственно пункт 4.1 примененного стандарта в настоящем стандарте имеет нумерацию 4.4; пункт 1.5 примененного стандарта перенесен в раздел 10, пункт 10.3; пункт 1.6 примененного стандарта перенесен в раздел 5, пункт 5.5; пункт 1.9 примененного стандарта перенесен во введение; нумерация пункта 1.8 примененного стандарта изменена на 1.2,

- в раздел 2 «Нормативные ссылки» не включены АСТМ Е2592, не имеющий аналогов среди межгосударственных и национальных стандартов, и спецификации С33/С33М и D5821, относящиеся к системе стандартизации США, которые нецелесообразно применять в национальной стандартизации; соответственно из текста стандарта исключены ссылки на эти документы, имеющие справочный характер, что не влияет на техническое содержание данных пунктов; в раздел 2 добавлены ссылки на ГОСТ Р 60.0.0.4 и ГОСТ 8736;

- в соответствии с ГОСТ Р 1.7—2014, ГОСТ 1.3—2014, ГОСТ Р 1.5—2012 и ГОСТ 1.5—2001 включен раздел 3 «Термины и определения» вместо использованного в примененном стандарте раздела 3 «Терминология», состоящего из единственного подраздела 3.1 «Определения», содержащего только перечисление использованных терминов без определений;

- терминологические статьи расположены в алфавитном порядке русского языка для обеспечения соответствия требованиям ГОСТ 1.5—2001;

- для обеспечения более четкого структурирования основных положений стандарта и обеспечения соответствия требованиям ГОСТ 1.5—2001 пункты 6.2 и 6.3 примененного стандарта перенесены в

раздел 5, где имеют нумерацию 5.6 и 5.7, соответственно; в соответствии с этим переносом в разделе 5 изменилась нумерация пунктов 5.5 и 5.6 на 5.8 и 5.9; пункт 9.4 примененного стандарта перенесен в раздел 11, где включен в состав пункта 11.1.3; нумерация пунктов 6.1.1—6.1.6 изменена на 6.2—6.7;

- обозначение приложения Х.1 примененного стандарта изменено на приложение А в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5—2001; соответственно обозначения рисунков Х.1.1—Х.1.4 изменено на А.1—А.4;

- на рисунках А.1—А.4 не приведены наименование и символы национальных институтов США, содержание рисунков приведено в соответствие с описанием в разделе 10 и изменены некоторые условные обозначения, что не затрагивает технического содержания рисунков;

- ключевые слова приведены в библиографических данных в соответствии с ГОСТ 1.5—2001 вместо раздела 13 «Ключевые слова» в примененном стандарте.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Роботы и робототехнические устройства

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ СЕРВИСНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ РАБОТЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Проходимость. Движение по гравию

Robots and robotic devices. Test methods for service mobile emergency response robots. Mobility. Movement on gravel terrain

Дата введения — 2021—03—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на телеуправляемых наземных роботов, соответствующих определению по *ГОСТ Р 60.6.3.1*, с массогабаритными параметрами, сопоставимыми с параметрами человека, и устанавливает метод испытаний, испытательное оборудование, порядок проведения испытаний и показатели для количественной оценки возможностей робота по движению по поверхности, покрытой гравием.

Примечание — Преодоление препятствий является одним из показателей, характеризующих такое эксплуатационное качество роботов, предназначенных для работы в экстремальных условиях, как проходимость. Покрытая гравием поверхность является видом препятствия, ограничивающего проходимость робота, которое встречается как в условиях аварийных ситуаций, так и при других внешних условиях.

1.2 Требования настоящего стандарта не распространяются на весь спектр проблем безопасности, связанных с его применением, при их наличии. Пользователи настоящего стандарта отвечают за разработку необходимых мер безопасности и охраны здоровья, а также за определение применимости законодательных ограничений до использования настоящего стандарта.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 60.0.0.4 (ИСО 8373:2012) Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения

ГОСТ Р 60.6.3.1 Роботы и робототехнические устройства. Методы испытаний сервисных мобильных роботов для работы в экстремальных условиях. Термины и определения

ГОСТ Р 60.6.3.4 Роботы и робототехнические устройства. Методы испытаний сервисных мобильных роботов для работы в экстремальных условиях. Проходимость. Движение по наклонной поверхности

ГОСТ 8267 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочного стандарта 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 ут-

Издание официальное

верждения (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* и *ГОСТ Р 60.6.3.1*.

4 Показатели и задание для испытаний

4.1 Данный метод испытаний является частью испытательного комплекта по проходимости наземных роботов для работы в экстремальных условиях. Тем не менее, настоящий стандарт является самостоятельным и полным. Данный метод испытаний применим к наземным роботам, управляемым дистанционно с расстояния, соответствующего целевому назначению робота. При проведении испытаний оператор со своего удаленно расположенного рабочего места контролирует и управляет всеми основными и вспомогательными функциями робота, которые должны обеспечивать эффективность и результативность выполнения поставленной задачи.

4.2 Основным показателем для данного метода испытаний является наличие у робота способности перемещаться по покрытой гравием поверхности с заданным уровнем статистической значимости. Дополнительным показателем является средняя скорость движения робота, которая должна быть вычислена только после того, как испытуемый робот выполнит статистически значимое число попыток.

4.3 Данный метод испытаний может также быть использован для оценки квалификации оператора при выполнении конкретного задания. При этом показателем может быть число успешных попыток выполнения задания в минуту, рассчитанное в интервале от 10 до 30 мин.

4.4 Заданием для данного метода испытаний является перемещение робота с одного конца покрытого гравием участка на другой и обратно, чередуя левый и правый повороты вокруг стоек, чтобы сформировать маршрут перемещения в форме восьмерки. Роботу засчитывается фиксированное пройденное расстояние в каждой выполненной попытке прохождения маршрута в форме восьмерки.

5 Требования к проведению испытаний

5.1 Перемещение по местности, покрытой достаточно мелким гравием, состоящим из фракций от 5 до 10 мм по ГОСТ 8267, может создать проблемы для наземных роботов. Гравий может постепенно накапливаться в элементах подсистемы передвижения (таких как ведущие звездочки, ремни, цепи, протекторы шин или гусеницы), что приводит к заклиниванию, проскальзыванию или другим сбоям и, таким образом, отрицательно влияет на проходимость робота. Данный метод испытаний позволяет выявить вышеуказанные проблемы, влияющие на проходимость роботов.

Примечание — Гравий большего размера не может так легко проникать в подсистему передвижения робота, но может представлять другие проблемы, влияющие на проходимость, вызываемые угловатыми, неровными, острыми или шероховатыми обломками, которые являются препятствиями для колес, гусениц или других типов механизмов передвижения. Эти проблемы находятся вне области применения данного метода испытаний.

5.1.1 Мелкие гравийные грунты имеют нежесткую природу и могут привести к тому, что робот будет проворачиваться на месте или закопается при выполнении крутого поворота. Некоторые механизмы передвижения роботов могут быть сконструированы для других целей и, соответственно, могут не обеспечивать достаточное тяговое усилие при движении по поверхности, покрытой гравием. Всесторонние испытания роботов на местности такого типа могут выявить проблемы в их конструкции или надежности, связанные с необходимостью поддерживающего технического обслуживания или ремонта в полевых условиях.

5.1.2 На способность перемещения по гравийной поверхности могут влиять дополнительные факторы, такие как масса и ее распределение, зоны контакта с поверхностью и способы управления роботом. Поэтому всесторонние испытания роботов на местности данного типа также могут послужить поводом для совершенствования конструкции роботов.

5.2 Основными особенностями роботов для работы в экстремальных условиях являются:

- дистанционное управление с безопасного расстояния,
- развертывание в реальных условиях эксплуатации,

- способность работать в сложных средах,
- достаточная защищенность от неблагоприятных условий внешней среды,
- надежность и пригодность для обслуживания в полевых условиях,
- приспособленность для длительного использования или экономическая эффективность,
- оснащенность средствами обеспечения безопасности при эксплуатации.

Основным преимуществом использования роботов в аварийно-спасательных операциях является повышение безопасности и эффективности действий сотрудников аварийно-спасательных служб.

5.3 Данный метод испытаний позволяет соотнести ожидаемые характеристики с фактическими возможностями развертываемых роботов в зависимости от стоимости. Например, выбор определенного количества аккумуляторных батарей, устанавливаемых на роботе, может повлиять на желаемую массу, рабочий ресурс или стоимость робота. Правильное понимание взаимосвязей может помочь сформулировать требования с учетом имеющихся ограничений.

5.4 Данный метод испытаний обеспечивает четкое представление основных возможностей робота по передвижению на поверхности, покрытой гравием, с количественными значениями характеристик. При применении вместе с другими методами испытаний из испытательного комплекта по проходимости он облегчает взаимопонимание между сообществами потребителей и производителей роботов. Таким образом, данный метод испытаний может быть использован для решения следующих задач:

5.4.1 Стимулирование технических инноваций и направление производителей на реализацию совокупности возможностей, необходимых для выполнения основных задач целевого назначения робота.

5.4.2 Измерение и сравнение основных характеристик роботов. Данный метод испытаний может установить надежность робота для выполнения поставленных задач, выделить выдающиеся возможности и содействовать доводке опытных образцов.

5.4.3 Оказание влияния на решения о приобретении, проведение приемочных испытаний и согласование целей применения со статистически значимыми характеристиками робота, полученными путем повторных испытаний и сравнения количественных результатов.

5.4.4 Направленное обучение оператора и определение его профессионального уровня, как периодически выполняемая тренировка, в которой задействованы приводы, датчики и интерфейсы с оператором. Данный метод испытаний может быть встроен в программы обучения для сбора и сравнения количественных оценок даже в условиях неконтролируемых параметров внешней среды. Он может помочь развивать, поддерживать, измерять и отслеживать ослабевающие со временем навыки и сравнивать с результатами других групп, регионов или со средними национальными показателями.

5.5 Испытания согласно данному методу могут проводиться в любом месте, где можно воспроизвести необходимые условия внешней среды и установить испытательное оборудование.

5.6 Условия по освещенности при испытаниях в помещении (оборудованном освещением) должны соответствовать диапазону 150—300 лк, а на открытом воздухе (при дневном свете) — до 1000 лк. Номинальный уровень освещенности при испытаниях в темноте — 0,1 лк. Уровень освещенности менее 0,1 лк не используют для снижения стоимости стенда. Уровень освещенности 0,1 лк вполне достаточен для того, чтобы для выполнения задания роботу требовалось бортовое освещение. Однако реальная рабочая среда может быть более темной.

Примечание — Если испытательное оборудование размещено в стандартном транспортировочном контейнере, установленном Международной организацией по стандартизации (ИСО), то уровень освещенности 0,1 лк может быть обеспечен выключением всех внутренних источников освещения и размещением у входа светонепроницаемых штор.

5.7 Для измерения рабочих характеристик робота следует использовать надлежащие измерительные устройства. Средства измерений для контроля параметров внешней среды обеспечивает организация, предоставляющая испытательное оборудование для проведения испытаний. Требования к точностным характеристикам средств измерений не предъявляются.

Примечание — Для измерения времени можно использовать интервальный таймер, а для подсчета числа попыток — электронный датчик, срабатывающий на перекрытие луча. Для видеофиксации хода испытаний рекомендуется использовать четыре синхронных источника видеосигнала, которые фиксируют общую панораму испытательного оборудования, детальное изображение робота, выполняющего задание, экран операторского пульта управления, на котором отображается изображение с бортовой камеры робота, и руки оператора, управляющего роботом. Видеофиксация позволяет подтвердить результаты испытаний и улучшить обучение операторов.

5.8 Хотя данный метод испытаний был разработан для роботов, предназначенных для выполнения заданий в экстремальных условиях, он также может быть использован и в других областях при-

менения роботов. Разные сообщества пользователей могут устанавливать свои собственные пороговые значения показателей в рамках данного метода испытаний в зависимости от целевого назначения робота.

5.9 При интерпретации результатов испытаний пользователям данного метода испытаний рекомендуется учитывать свои конкретные требования к роботу. Характеристика, полученная на основании только данного метода испытаний, не должна рассматриваться как общая характеристика проходимости робототехнического комплекса. Испытания, проводимые с использованием всей совокупности установленных методов, позволяют определить возможности робота в целом.

6 Требования к оборудованию

6.1 Испытательное оборудование представляет собой гравийный участок местности фиксированного размера, по которому робот должен перемещаться (рисунки 1 и 2).

6.2 Гравийный участок может быть разных размеров, чтобы обеспечить различные уровни ограничений на маневры робота при выполнении задания. Установлены три типоразмера участка: 3,6 м в длину и 1,2 м в ширину; 7,2 м в длину и 2,4 м в ширину; 14,4 м в длину и 4,8 м в ширину, соответственно. Заказчик испытаний может задать другие размеры испытательного оборудования в соответствии со своими конкретными требованиями.

Примечание — Метод испытаний по ГОСТ Р 60.6.3.4 и данное испытательное оборудование можно совместить для того, чтобы сформировать местность для испытания движения по гравию на уклоне.

6.3 Испытательный участок должен быть полностью покрыт гравием, состоящим из фракций размером от 5 до 10 мм по ГОСТ 8267 при минимальной глубине покрытия 150 мм, равномерно распределенным по всему участку. Гравий должен быть сухим, как на вид, так и на ощупь по всей глубине гравия на участке.

6.4 Каждый участок рекомендуется полностью окружить стенами высотой 1,2 м, которые, как правило, изготавливают из фанеры или ориентированно-стружечных плит (ОСП). Пиломатериалы с номинальным сечением 0,05 × 0,25 м также можно использовать для построения стен.

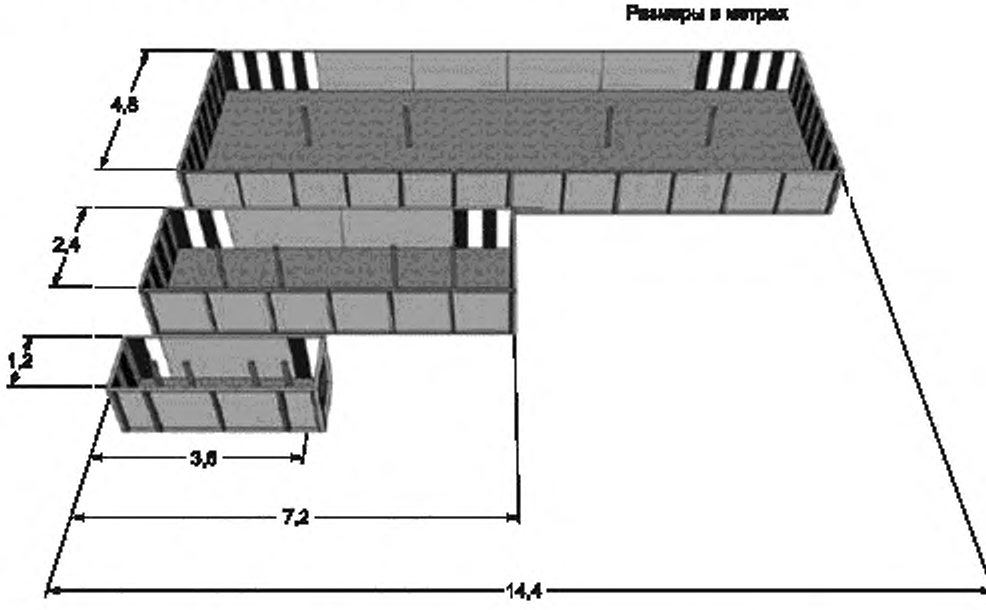

Рисунок 1 — Три типоразмера ограниченных гравийных участков

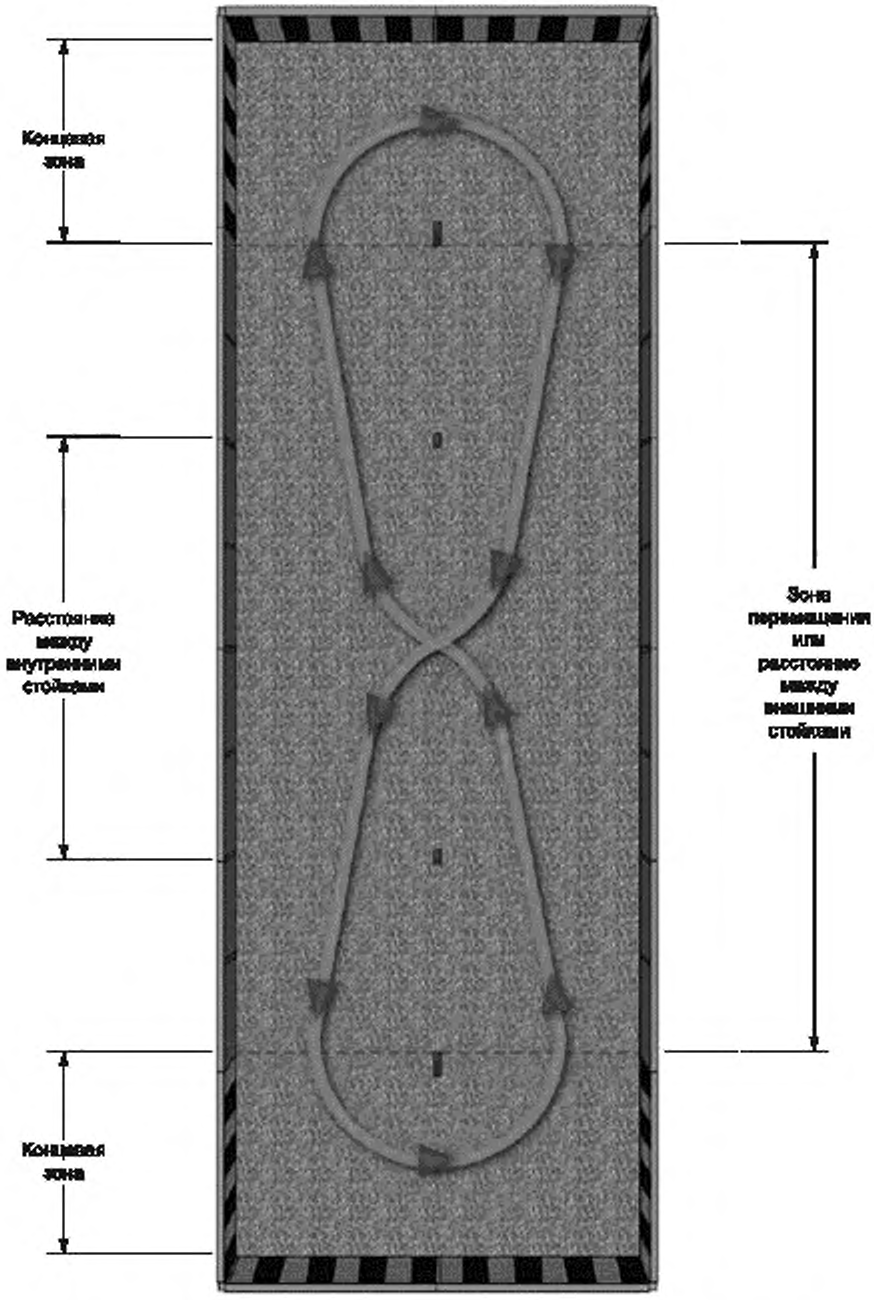

Рисунок 2 — Маршрут в форме восьмерки на ограниченном гравийном участке

6.5 На торцах участков должны быть расположены концевые зоны длиной в половину ширины участка, стены которых полностью окрашены чередующимися черно-белыми вертикальными полосами шириной 30 см.

6.6 Четыре стойки определяют маршрут передвижения в форме восьмерки (рисунок 2). Две внутренние стойки расположены на расстоянии друг от друга, равном ширине участка по центру между концевыми зонами и между боковыми стенами. Две внешние стойки расположены на краю каждой концевой зоны по центру между боковыми стенами.

Примечание — В качестве стоек для данного метода испытаний могут быть использованы конусы, которые обычно применяют для временной дорожной разметки, имеющие номинальную высоту не менее 30 см и номинальный диаметр поперечного сечения не более 30 см.

6.7 В боковой или торцевой стене должны быть предусмотрены ворота для обеспечения доступа на испытательный участок.

7 Требования безопасности

7.1 Помимо положения, приведенного в 1.2, которое относится к безопасности человека и охране здоровья, пользователи настоящего стандарта должны также учитывать вопросы сохранности оборудования и проблемы, связанные с присутствием человека и робота в зоне проведения испытаний. При наличии проблем с обеспечением безопасности следует использовать специальные страховочные средства и защитные стены. Условия окружающей среды, например, высокие или низкие температуры, чрезмерная влажность и неровная поверхность, могут быть тяжелыми для эксплуатации, превышать установленные диапазоны, в которых робот должен функционировать надлежащим образом, или повреждать компоненты робота. Подобные условия могут также вызвать неуправляемые движения робота, которые, в свою очередь, могут оказать негативное влияние на людей, находящихся рядом или на самом роботе.

7.2 Необходимо четко обозначить все кнопки аварийной остановки на роботе и операторском пульте управления перед началом работы или взаимодействия с роботом.

7.3 Пока робот активен и кнопка аварийной остановки не задействована, следует избегать следующих опасностей:

7.3.1 Нахождение человека непосредственно перед роботом и за ним.

7.3.2 Нахождение человека в пределах радиуса досягаемости манипулятора робота, если он установлен на роботе.

7.3.3 Прикосновение человека к роботу, за исключением нажатия кнопки аварийной остановки.

8 Порядок проведения испытаний

8.1 Перед началом испытаний необходимо убедиться, что условия окружающей среды и испытательное оборудование соответствуют требованиям разделов 5 и 6, включая размеры испытательного участка, уровень влажности гравия и освещенность.

8.2 Необходимо проверить, что конфигурация робота идентифицирована и задокументирована.

8.2.1 Конкретная конфигурация робота, подлежащего испытанию, должна быть полностью идентифицирована и иметь уникальное обозначение с указанием типа, модели и наименования конфигурации, присвоенного изготовителем. Процесс идентификации включает измерение времени, необходимого для приведения робота в состояние готовности к эксплуатации, называемое временем подготовки к работе. Кроме того, данный процесс предусматривает измерение и документирование размеров и масс всех подсистем, компонентов и поставленных сборок. Это касается робота, ОПУ и других элементов поддержки и технического обслуживания, таких как источники питания и запасные части. Также в процессе идентификации регистрируют подсистемы, полезные нагрузки и элементы из комплекта ЗИП для технического обслуживания на месте эксплуатации, включая инструменты и расходные материалы, такие как герметизирующая лента, кабельные стяжки и другие элементы. Документация должна также включать детальные фотографии всего вышеперечисленного, а также видеозаписи регламентных работ (например, замены аккумуляторных батарей). Конфигурация робота должна оставаться неизменной при всех испытаниях для того, чтобы можно было проводить прямое сравнение характеристик и выявлять соотношение возможностей среди разных конфигураций. Любое число идентифицированных конфигураций робота может быть предметом испытаний.

8.3 Необходимо определить число попыток, необходимых для измерения характеристик робота.

8.3.1 В ходе испытаний необходимо обеспечить достаточное число успешных попыток, чтобы продемонстрировать надежность робота или оператора, необходимую для предполагаемых использо-

ваний по назначению. Чем выше отношение успешных попыток к неудачным, тем надежнее робот или оператор. Чем больше попыток будет выполнено с данным отношением, тем больше достоверности может быть в этой надежности. Рассчитанные уровни надежности и достоверности могут быть определены из статистических таблиц. Некоторые применения робота по назначению могут требовать более высокой надежности. Другие варианты применения могут быть более устойчивы к отказам и могут допускать более низкую надежность. Для определения характеристик робота рекомендуется задавать не менее 30 испытательных попыток. Квалификационные испытания операторов, как правило, ограничены по времени, как указано в 8.4.

8.3.2 Приемлемый начальный порог может быть установлен как не менее 80 % надежности при 80 % достоверности. Такие показатели могут быть достигнуты путем выполнения 30 попыток, из которых не менее 27 будут успешными. Если выполнение 30 попыток не представляется возможным, то данные показатели все же могут быть достигнуты, если из 20 попыток не менее 19 будут успешными или при выполнении 10 успешных попыток.

8.3.3 Множественные испытательные попытки позволяют улучшить показатели данной конфигурации испытуемого робота. При этом для определения отношения успешных попыток к сбоям из всего множества выполненных попыток следует рассматривать последние 30.

8.4 Необходимо выбрать требуемый интервал срабатывания таймера в минутах.

8.4.1 Для регистрации времени, затраченного на выполнение всех попыток, путем фиксации моментов начала выполнения первой попытки и окончания выполнения последней попытки, следует использовать интервальный таймер.

8.4.2 Для измерения характеристик роботов следует использовать последовательные интервалы срабатывания таймера в минутах. При этом для получения наилучших результатов управление роботами должны осуществлять подготовленные операторы, назначенные изготовителями роботов. Подходящим интервалом срабатывания таймера может быть расчетное время для завершения роботом не менее пяти успешных попыток. Следует использовать достаточное число интервалов срабатывания таймера для завершения требуемого числа попыток, необходимых для расчета требуемой надежности и достоверности робота при выполнении задания. Если сумма всех интервалов срабатывания таймера превышает общее время, отведенное на испытания, то следует прекратить испытания в конце текущего интервала срабатывания таймера и рассчитать результирующие надежность и достоверность отдельно. Это указывает на то, что робот может быть надежным, но менее эффективным, чем ожидалось, при этом небольшое число выполненных попыток ограничивает достоверность полученных результатов.

8.4.3 Для определения квалификации оператора используют испытания, ограниченные по времени (в минутах). Подходящим интервалом срабатывания таймера может быть расчетное время для завершения не менее пяти успешных попыток. При определении и сравнении квалификации оператора важно уравнять затраченное время для операторов категорий «эксперт» и «новичок», чтобы нормализовать усталость. Однако меньшее затраченное время в немногих успешных попытках снизит достоверность измеренной надежности оператора при выполнении задания.

8.5 Необходимо выбрать оператора для выполнения испытаний.

8.5.1 Для измерения характеристик робота оператор (или операторы) должен быть назначен изготовителем робота с целью согласования интересов и обеспечения максимально возможной эффективности функционирования робота. Наилучшие результаты, полученные с помощью назначенного изготовителем оператора, должны быть приняты за стопроцентный уровень квалификации оператора для данного робота. Любой оператор может измерить свой уровень квалификации в процентах. Примерами уровней квалификации оператора могут быть «новичок» (от 0 % до 39 %), «профессионал» (от 40 % до 79 %) и «эксперт» (от 80 % до 100 %). Уровни квалификации операторов могут сравниваться в рамках региона или со средними показателями по стране.

8.5.2 Тренировка перед испытаниями не является обязательной. Оператор должен быть достаточно знаком с порядком проведения испытаний, настройками оборудования и условиями окружающей среды для проведения испытаний.

8.5.3 Во время проведения испытаний оператор должен находиться на удаленном рабочем месте, находящемся вне визуального и звукового контакта с роботом на испытательном оборудовании, но поддерживая при этом связь с роботом.

8.5.4 Во время проведения испытаний контакт любого человека с оператором относительно состояния робота на испытательном оборудовании должен считаться ошибкой. Однако при этом не должны быть запрещены контакты, касающиеся безопасности робота или персонала.

8.6 Необходимо установить или привезти робота на стартовую позицию на испытательном оборудовании, определенную в разделе 6.

8.7 Необходимо запустить таймер.

8.8 Необходимо выполнить задание в соответствии с 8.8.1 и 8.8.2, и повторять его выполнение до тех пор, пока не истечет интервал срабатывания таймера (в 8.4 определено, как длительность интервала срабатывания таймера определяет число попыток выполнения задания).

8.8.1 Робот должен пройти маршрут в форме восьмерки по покрытой гравием поверхности в любом направлении движения от одной концевой зоны до другой и обратно, чередуя левый и правый повороты вокруг стоек.

8.8.2 При подсчете результатов попытка признается успешной, когда робот вернулся на стартовую позицию и готов выполнить задание снова. Однако если интервал срабатывания таймера истекает, то половина попытки может быть засчитана, если робот успешно заехал в дальнюю концевую зону (рисунок 2).

8.8.3 Когда робот начинает испытание, задание должно выполняться до тех пор, пока не истечет заданное число интервалов срабатывания таймера.

8.9 Обработка исключений

8.9.1 Неисправные состояния: при возникновении неисправности таймер должен продолжать работать, пока оценивается ситуация с роботом. Для продолжения испытания необходимо вернуть робота на стартовую позицию, где допускается корректирующее техническое обслуживание, которое может быть ограничено по времени в соответствии с указанием заказчика испытаний. При этом не следует использовать запасные части, но может быть разрешено использование расходных материалов, указанных в 8.2 (например, герметизирующей ленты и кабельных стяжек). Если робот не может продолжить испытание, то должно быть объявлено прекращение испытания. При этом должен быть сформирован отчет о техническом обслуживании, включая время возникновения неисправности, продолжительность ремонта, способ устранения неисправности и использованные инструменты. Видеозапись всех действий по техническому обслуживанию может быть полезна впоследствии для целей верификации, использования в качестве примера или обучения. К неисправностям, в результате которых попытка признается неудачной, относятся следующие ситуации:

- любой контакт робота со стойками или стенами испытательного оборудования;
- любая ситуация с роботом, требующая физического вмешательства оператора или других лиц во время испытания (например, застрявший или поврежденный робот).

Для роботов с небольшим рабочим ресурсом может быть разрешена замена аккумуляторов без регистрации данной ситуации как неисправного состояния, чтобы робот мог выполнить статистически значимое число попыток.

8.9.2 Несущественные исключения: ненормальное кратковременное функционирование робота, которое возникает, но не оказывает отрицательного влияния на выполнение задания, должно быть отмечено как часть результатов испытания, но соответствующая попытка не должна быть объявлена неудачной. Примерами являются кратковременная перезагрузка программного обеспечения или застывший экран ОПУ, кратковременная потеря связи и т. д. Неисправности должны быть зафиксированы, если в результате подобных сбоев робот выйдет из строя.

8.9.3 Технические паузы: в любой момент во время испытаний или тренировки, если испытательное оборудование требует регулировки или ремонта по причинам, не являющимся следствием ошибок оператора или робота, то робот должен быть остановлен, а испытательное оборудование должно быть отремонтировано перед продолжением испытаний.

9 Подсчет результатов испытаний

9.1 Необходимо подсчитать общее число успешных и неудачных попыток.

9.2 Расчет средней скорости прохождения маршрута осуществляют с использованием следующего уравнения:

$$\text{(число успешных попыток)} \times \frac{\text{(расстояние, пройденное за попытку, в метрах)}}{\text{все интервалы срабатывания таймера в минутах}}$$

9.3 Среднюю скорость прохождения маршрута рассчитывают только в случае успешного завершения испытаний. Расчет рекомендуется производить с точностью до одной десятой.

10 Требования к отчетности

10.1 В протоколе испытаний должна быть задокументирована следующая информация о проведении испытаний и управлении испытаниями (за исключением случаев, специально оговоренных в качестве «факультативных»):

10.1.1 «Испытательный комплект и наименование задания» — для данного метода испытаний в протоколе испытаний должно быть указано «Проходимость» и «Движение по гравию».

10.1.2 «Обозначение стандарта» — обозначение настоящего стандарта.

10.1.3 «Дата» — дата проведения испытаний.

10.1.4 «Место» — наименование организации или полигона, в которой/на котором проводят испытания.

10.1.5 «Адрес» — наименование населенного пункта, района или области, на территории которых проводят испытания.

10.1.6 «Мероприятие/заказчик» (факультативно) — наименование мероприятия по проведению испытаний и заказчика испытаний.

10.1.7 «Изготовитель робота» — наименование изготовителя робота.

10.1.8 «Модель робота» — основное обозначение робота.

10.1.9 «Конфигурация робота» — при наличии; предоставляется изготовителем робота в качестве обозначения робота более низкого уровня, чем модель робота; часто данное обозначение используют для идентификации основной полезной нагрузки, встроенных возможностей или областей применения по назначению; также данное обозначение используют для представления номера версии робота.

10.1.10 «Оператор/организация» — фамилия и инициалы сотрудника, который будет осуществлять телеуправление роботом при проведении испытаний, наименование организации, к которой имеет отношение оператор, и контактная информация.

10.1.11 «Руководитель испытаний/организация» — фамилия и инициалы руководителя испытаний, организация, которую он представляет, и контактная информация.

Примечание — В тех случаях, когда анонимность важна в любом из этих полей, например в фамилиях, рекомендуется использовать уникальные кодированные идентификаторы.

10.1.12 «Настройки оборудования» — размеры испытательного участка и его наклон, если есть.

10.1.13 «Внешняя среда» — условия проведения испытаний, включая уровень освещенности, температуру, влажность и другие условия, если необходимо.

10.1.14 «Связь с роботом» — способ связи с роботом, который использует оператор при проведении испытаний: радиоканал, кабель или их комбинацию.

10.1.15 «Номер испытания» — порядковый номер регистрируемого испытания данного робота, состоящего из статистически значимого числа попыток.

Примечание — Каждое испытание состоит из выполнения необходимого числа попыток для достижения заданного уровня статистической значимости, либо объявления испытания неудачным. При очередном испытании одной и той же конфигурации робота номер испытания увеличивают на единицу.

10.1.16 «Наименования видеофайлов» (факультативно) — наименования имеющихся видеофайлов, в которых зафиксированы результаты испытаний (если таковые имеются); соглашение о наименовании должно использоваться для всех видеофайлов при испытаниях робота одной конфигурации всеми методами испытаний.

10.2 Возможны следующие результаты испытаний, фиксируемые в протоколе испытаний и приведенные в 10.2.1—10.2.5.

10.2.1 Отказ от испытаний. Данный результат фиксируют, если оператор заявил об отказе от проведения испытаний.

10.2.2 Число успешных и неудачных попыток. Соотношение этих двух чисел можно использовать для определения надежности робота или оператора при выполнении задания.

10.2.3 Затраченное время (в минутах). Сумма всех последовательных интервалов срабатывания таймера за все время проведения испытаний.

10.2.4 Средняя скорость прохождения маршрута. Среднюю скорость рассчитывают в соответствии с разделом 9; результаты могут быть сопоставлены друг с другом, при этом каждый результат связан с соответствующим уровнем статистической значимости.

10.2.5 Сведения обо всех сбоях или отказах. Эти сведения фиксируют по мере их возникновения в соответствии с 8.8.

10.2.6 Рекомендуется отмечать следующие факторы, приведенные в 10.2.6.1—10.2.6.3.

10.2.6.1 Робот не испытывался из-за проблем с составлением графика испытаний или по любым другим причинам.

10.2.6.2 Причина(ы) отказа от испытаний, неисправных состояний или технических пауз.

10.2.6.3 Наблюдения, которые могут дополнить зафиксированные результаты в положительную или отрицательную сторону, любые комментарии, которые могут помочь интерпретировать результаты испытаний, или любые дополнительные результаты испытаний.

Примечание — На рисунке А.1 приведен пример незаполненного протокола для данного метода испытаний. На рисунках А.2 и А.3 приведены примеры заполнения протокола испытаний. На рисунке А.4 приведен пример документирования возникшей неисправности.

11 Результаты испытаний и систематическая ошибка

11.1 Результаты испытаний

11.1.1 Роботов разрабатывают для разных видов работ в экстремальных условиях. Поэтому ожидается, что способности передвижения по гравию у испытуемых роботов будут разными. Статистическая значимость способности передвижения по гравию соответствует конкретному роботу, испытанному при заданных условиях. Другими словами, успешно испытанная способность передвижения конкретного робота должна быть связана с рассчитанной статистической значимостью. Ниже приведено руководство по интерпретации и сопоставимости результатов испытаний с этой точки зрения.

11.1.2 Данный метод испытаний является частью испытательного комплекта по проходимости. Данный испытательный комплект предназначен для быстрой, всесторонней, количественной оценки проходимости роботов, предназначенных для работы в строениях и средах, где возможно проведение многодневных операций на расстояниях километрового диапазона с множеством препятствий на разных видах местности с различными характеристиками. Для того чтобы определить общую степень пригодности данной конфигурации робота к таким работам, чаще предпочтительной является приблизительная оценка с низкой разрешающей способностью как можно большего числа разнообразных характеристик робота. Именно по этой причине оборудование для данного метода испытаний разработано так, чтобы грубо и условно смоделировать особенности типовых рабочих участков местности. Хотя испытательное оборудование и связанные с ним показатели могут быть разработаны для проверки способности робота передвигаться по покрытой гравием поверхности с более высокой разрешающей способностью, это считается слишком точным для вышеупомянутых условий эксплуатации, что приведет к увеличению общего времени и стоимости испытаний каждого робота. Таким образом, испытания с более точной оценкой показателей робота считаются находящимися вне области применения данного метода испытаний.

Примечание — Выявленные способности или оцененные характеристики робота в режиме телеуправления отражают совокупные характеристики всех задействованных подсистем робота, оператора и использованных органов управления.

11.1.3 Проверка воспроизводимости результатов испытаний необходима для подтверждения применимости данного метода испытаний путем демонстрации того, что для различных габаритов, масс и типов передвижения роботов данный метод испытаний дает результаты с высокой повторяемостью в некотором диапазоне условий испытаний или параметров испытательного оборудования. В таблице 1 в качестве примера приведены результаты испытаний для представительного набора испытуемых роботов с разными габаритами, массами и механизмами передвижения. При испытаниях использовано оборудование размером 7,2 м в длину и 2,4 м в ширину. Рабочие характеристики роботов рассчитаны с использованием представленного в 9.2 уравнения.

Таблица 1 — Результаты испытаний на проходимость на ограниченном участке, покрытом гравием

Робот	Масса, кг	Длина, см	Механизм передвижения	Средняя скорость прохождения маршрута, м/мин
A	< 5	< 25	Колесный	20
B	5—10	< 50	Гусеничный	25

Окончание таблицы 1

Робот	Масса, кг	Длина, см	Механизм передвижения	Средняя скорость прохождения маршрута, м/мин
C	5—10	< 50	Колесный	50
D	25—30	50—75	Гусеничный	Не определена
E	75—100	75—100	Гусеничный	10

Четкое разграничение между успешными и неудачными попытками и широкий диапазон полученных скоростей передвижения по маршруту показывают, что данный метод испытаний подходит для оценки способности наземного робота перемещаться по местности, покрытой гравием. Масса, длина и механизм передвижения робота включены в таблицу для того, чтобы показать, что их значения не обязательно могут быть определяющими факторами, влияющими на результаты испытаний.

11.1.4 Числовое значение, приведенное в графе «Средняя скорость прохождения маршрута» таблицы 1, указывает на то, что робот в процессе испытаний успешно достиг заданной статистической значимости.

11.2 Систематическая ошибка

11.2.1 Систематическая ошибка оценки показателей робота определяется переменной, соответствующей уровню подготовки оператора. На показателях испытуемого робота может отрицательно сказаться недостаточная профессиональная подготовка оператора, особенно в тех случаях, когда для успешного выполнения задания необходимо использовать все функциональные возможности робота. Производительность оператора повышается до стабильного уровня после получения достаточной практики или подготовки, поэтому рекомендуется, чтобы этот стабильный уровень был достигнут оператором до запланированного испытания робота с использованием данного метода.

11.2.2 Возможности робота по контролю состояния внешней среды могут повлиять на выполнение задания. Диапазон и поле зрения телевизионной камеры, а также количество камер могут оказать влияние на способность оператора адекватно воспринимать испытательное оборудование и перемещение в нем робота и, соответственно, управлять роботом надлежащим образом.

12 Погрешность испытаний

12.1 Приведенные ниже уравнения позволяют рассчитать погрешность испытаний:

$$\text{Средняя скорость передвижения робота} = \text{общее пройденное расстояние/общее затраченное время.} \quad (1)$$

$$\text{Относительная погрешность средней скорости передвижения робота} = \sqrt{(\text{относит. погрешность затраченного времени})^2 + (\text{относит. погрешность пройденного расстояния})^2}; \quad (2)$$

$$\text{Погрешность средней скорости передвижения робота} = (2) \times (1), \text{ как измеренная и рассчитанная для конкретного робота.} \quad (3)$$

Примечание — Например, длина испытательного участка измерена с погрешностью 0,03 м. Погрешность измерения времени равна 0,5 мин. Установлено, что робот А выполнил десять попыток за 10 мин (округлено). Общее пройденное расстояние равно 100 м. Тогда:

Относительная погрешность средней скорости передвижения робота $= \sqrt{(0{,}5/10)^2 + (0{,}03/100)^2} = 0{,}05$

Погрешность средней скорости передвижения робота А = 0,05 × 100/10 = 0,5 м/мин.

12.2 В 11.1.2 установлено, что более высокая разрешающая способность является несущественной для данного метода испытаний.

Приложение А
(справочное)

Примеры оформления протокола испытаний

А.1 На рисунках А.1—А.4 приведены примеры оформления протокола испытаний.

Стандартный метод испытаний роботов для работы в экстремальных условиях: движение по песку

Протокол испытаний

ДАТА: _____ ИЗГОТОВИТЕЛЬ РОБОТА: _____

МЕСТО: _____ МОДЕЛЬ РОБОТА: _____

АДРЕС: _____ КОНФИГУРАЦИЯ РОБОТА: _____

МЕРОПРИЯТИЕ/ЗАКАЗЧИК: _____ ОПЕРАТОР/ОРГАНИЗАЦИЯ: _____

НАСТРОЙКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Маршрут _____ м

Поперечный размер оборудования:

☐ 1,2 м

☐ 2,4 м

☐ 4,8 м

Наклон оборудования: 0°

ВНЕШНЯЯ СРЕДА

Светлая (> 100 лк) ☐

Темная (< 0,1 лк) ☐

Температура _____ °C

Влажность _____ %

СВЯЗЬ С РОБОТОМ

Радиоканал ☐

Кабель ☐

Частота _____ МГц

Мощность _____ Вт

ИТОГИ ИСПЫТАНИЯ

Номер испытания _____

Статистическая значимость 99 %/90 % допускает:

☐ 0 сбоев за 10 попыток
1 сбой за 20 попыток
3 сбоя за 30 попыток

Попытки выполнения задания

(отметить время, когда происходил сбой или приостановлено испытание)

☐ 1 _____	☐ 2 _____	☐ 3 _____	☐ 4 _____	☐ 5 _____
☐ 6 _____	☐ 7 _____	☐ 8 _____	☐ 9 _____	☐ 10 _____
☐ 11 _____	☐ 12 _____	☐ 13 _____	☐ 14 _____	☐ 15 _____
☐ 16 _____	☐ 17 _____	☐ 18 _____	☐ 19 _____	☐ 20 _____
☐ 21 _____	☐ 22 _____	☐ 23 _____	☐ 24 _____	☐ 25 _____
☐ 26 _____	☐ 27 _____	☐ 28 _____	☐ 29 _____	☐ 30 _____

ВРЕМЯ НАЧАЛА (МИНУТЫ)		ВРЕМЯ ОКОНЧАНИЯ (МИНУТЫ)		ПОЛНЫХ ПОПЫТОК		МЕТРОВ ЗА ПОПЫТКУ		ОБЩЕЕ РАССТОЯНИЕ (МЕТРОВ)		ЗАТРАЧЕННОЕ ВРЕМЯ (МИНУТЫ)		МЕТРОВ В МИНУТУ
	:		|		X		=		:		=	

Условные обозначения: ☑ Успешная попытка; ◧ Техническая пауза; ☒ Неисправность, требующая ремонта; ✱ Робот застрял; ▩ Перегрузка ОПУ

Примечания: _____

_____

_____

Руководитель испытаний/организация: _____

Наименования видеофайлов: _____

Рисунок А.1 — Пример незаполненного протокола испытаний

Стандартный метод испытаний роботов для работы в экстремальных условиях: движение по песку

Протокол испытаний

ДАТА:	01.01.2019	ИЗГОТОВИТЕЛЬ РОБОТА:	НПО «Робот»
МЕСТО:	ООО «Тест»	МОДЕЛЬ РОБОТА:	R01
АДРЕС:	Санкт-Петербург	КОНФИГУРАЦИЯ РОБОТА:	[illegible]
МЕРОПРИЯТИЕ/ЗАКАЗЧИК:	Неисправное/НПО «Робот»	ОПЕРАТОР/ОРГАНИЗАЦИЯ:	Иванов И.И./НПО «Робот»

НАСТРОЙКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Маршрут 10 м

Поперечный размер оборудования:

- ☐ 1,2 м
- ☑ 2,4 м
- ☐ 4,8 м

Наклон оборудования 0°

ВНЕШНЯЯ СРЕДА

Светлая (> 100 лк)	☑	Радиоканал	☑
Темная (< 0,1 лк)	☐	Кабель	☐
Температура	28 °С	Частота	2400 МГц
Влажность	73 %	Мощность	0,1 Вт

СВЯЗЬ С РОБОТОМ

ИТОГИ ИСПЫТАНИЯ

Номер испытания 1

Статистическая значимость 80 %/90 % допускает:

☑ 0 обоев за 10 попыток
1 обой за 20 попыток
3 обоя за 30 попыток

Попытки выполнения задания
(отметить время, когда произошел обой или приостановлено испытание)

☑ 1 ____	☑ 2 ____	☑ 3 ____	☑ 4 ____	☑ 5 ____
☑ 6 ____	☑ 7 ____	☑ 8 ____	☑ 9 ____	☑ 10 ____
☐ 11 ____	☐ 12 ____	☐ 13 ____	☐ 14 ____	☐ 15 ____
☐ 16 ____	☐ 17 ____	☐ 18 ____	☐ 19 ____	☐ 20 ____
☐ 21 ____	☐ 22 ____	☐ 23 ____	☐ 24 ____	☐ 25 ____
☐ 26 ____	☐ 27 ____	☐ 28 ____	☐ 29 ____	☐ 30 ____

ВРЕМЯ НАЧАЛА (МИНУТЫ)		ВРЕМЯ ОКОНЧАНИЯ (МИНУТЫ)		ПОЛНЫХ ПОПЫТОК		МЕТРОВ ЗА ПОПЫТКУ		ОБЩЕЕ РАССТОЯНИЕ (МЕТРОВ)		ЗАТРАЧЕННОЕ ВРЕМЯ (МИНУТЫ)		МЕТРОВ В МИНУТУ
30	:	45	|	10	X	10	=	100	:	15	=	6,7

Условные обозначения: ☑ Успешная попытка ☐ Техническая неуза ☒ Неисправность, требующая ремонта ● Робот застрял ◉ Перезагрузка ОПУ

Примечания: _____

Руководитель испытаний/организация: Петров П.П./ООО «Тест»

Наименования видеофайлов: File01, File02, File03, File04

Рисунок А.2 — Пример заполнения протокола для успешного испытания

Стандартный метод испытаний роботов для работы в экстремальных условиях: движение по гравию

Протокол испытаний

ДАТА:	01.01.2019	ИЗГОТОВИТЕЛЬ РОБОТА:	НПО «Робот»
МЕСТО:	ООО «Тест»	МОДЕЛЬ РОБОТА:	R01
АДРЕС:	Санкт-Петербург	КОНФИГУРАЦИЯ РОБОТА:	M01
ПЕРСОПРИЯТИЕ/ЗАКАЗЧИК:	Наименование НПО «Робот»	ОПЕРАТОР/ОРГАНИЗАЦИЯ:	Иванов И.И./НПО «Робот»

НАСТРОЙКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Маршрут 10 м

Поперечный размер оборудования:

- [ ] 1,2 м
- [x] 2,4 м
- [ ] 4,8 м

Наклон оборудования 0°

ВНЕШНЯЯ СРЕДА

Светлая (> 100 лк)	[x]
Темная (< 0,1 лк)	[ ]
Температура	20 °С
Влажность	73 %

СВЯЗЬ С РОБОТОМ

Радиоканал	[x]
Кабель	[ ]
Частота	2400 МГц
Мощность	0,1 Вт

ИТОГИ ИСПЫТАНИЯ

Номер испытания 1

Статистическая значимость 80 %/90 % допускает:

- [x] 0 сбоев за 10 попыток
- 1 сбой за 20 попыток
- 2 сбоя за 30 попыток

Попытки выполнения задания
(отметить время, когда произошел сбой или приостановлено испытание)

[x] 1 ____	[x] 2 ____	[●] 3 ____	[x] 4 ____	[x] 5 ____
[x] 6 ____	[x] 7 ____	[x] 8 ____	[●] 9 ____	[x] 10 ____
[x] 11 ____	[x] 12 ____	[x] 13 ____	[x] 14 ____	[x] 15 ____
[x] 16 ____	[x] 17 ____	[x] 18 ____	[x] 19 ____	[x] 20 ____
[●] 21 ____	[x] 22 ____	[x] 23 ____	[x] 24 ____	[X] 25 ____
[ ] 26 ____	[ ] 27 ____	[ ] 28 ____	[ ] 29 ____	[ ] 30 ____

ВРЕМЯ НАЧАЛА (МИНУТЫ)		ВРЕМЯ ОКОНЧАНИЯ (МИНУТЫ)		ПОЛНЫХ ПОПЫТОК		МЕТРОВ ЗА ПОПЫТКУ		ОБЩЕЕ РАССТОЯНИЕ (МЕТРОВ)		ЗАТРАЧЕННОЕ ВРЕМЯ (МИНУТЫ)		МЕТРОВ В МИНУТУ
0	:	75	|	21	X	10	=	210	:	75	=	2,8

Условные обозначения: [x] Успешная попытка; [ ] Техническая пауза; [X] Неисправность, требующая ремонта; [●] Робот застрял; [●] Перезагрузка ОПУ

Примечания: _____

Руководитель испытаний/организация: Петров П.П./ООО «Тест»

Наименования видеофайлов: File01, File02, File03, File04

Рисунок А.3 — Пример заполнения протокола для неудачного испытания

Стандартный метод испытаний роботов для работы в экстремальных условиях: движение по песку

Отчет о техническом обслуживании, ремонте или другом событии

Запись в отчете должна быть сделана всякий раз, когда оператор (или его помощник) должен покинуть свой рабочее место для того, чтобы визуально осмотреть, перезагрузить, отрегулировать или закрепить какой-либо элемент робота

Робот: НПО «Робот» R01 **Номер испытания: 1**

Метод испытаний: Движение по песку	⊗ ● ◎	**Попыток:** 10	**Дата:** 01.01.2019
Время начала: 12:35	**Время окончания:** Не установлено	**Затраченное время:** Не установлено	
Признаки: Робот не может двигаться из-за песка, застрявшего в гусенице			
Инструменты: ○ Нет ● **Перечень:** Гаечный ключ и отвертки для снятия гусеницы			
Способ устранения: Оператор должен снять гусеницу и удалить песок, застрявший между гусеницей и колесами. Оператор объявил завершение испытаний.			

Метод испытаний:	✕ ● ◎	**Попыток:**	**Дата:**
Время начала:	**Время окончания:**	**Затраченное время:**	
Признаки:			
Инструменты: ○ Нет ○ **Перечень:**			
Способ устранения:			

Метод испытаний:	✕ ● ◎	**Попыток:**	**Дата:**
Время начала:	**Время окончания:**	**Затраченное время:**	
Признаки:			
Инструменты: ○ Нет ○ **Перечень:**			
Способ устранения:			

Метод испытаний:	✕ ● ◎	**Попыток:**	**Дата:**
Время начала:	**Время окончания:**	**Затраченное время:**	
Признаки:			
Инструменты: ○ Нет ○ **Перечень:**			
Способ устранения:			

Рисунок А.4 — Пример отчета о техническом обслуживании для неудачной попытки

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного стандарта
ГОСТ Р 60.6.3.1—2019	MOD	ASTM E2521—16 «Стандартная терминология для оценки возможностей роботов для работы в экстремальных условиях»
ГОСТ Р 60.6.3.4—2019	MOD	ASTM E2803—11 «Стандартный метод испытаний для оценки возможностей роботов для работы в экстремальных условиях. Проходимость. Препятствия в ограниченном пространстве. Наклонные поверхности»

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:
- MOD — модифицированные стандарты.

УДК 621.865.8:007.52:006.86:006.354

ОКС 13.200
25.040.30

Ключевые слова: роботы, робототехнические устройства, методы испытаний, роботы для работы в экстремальных условиях, проходимость, движение по гравию, порядок проведения испытаний, испытательное оборудование, рабочее место оператора

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 16.12.2020. Подписано в печать 25.01.2021. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,51.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru