ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 60.6.3.10— 2019

Роботы и робототехнические устройства

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ СЕРВИСНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ РАБОТЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Проходимость. Движение с буксируемым объектом

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

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 8 ноября 2019 г. № 1219-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту АСТМ Е2830—11 «Стандартный метод испытаний для оценки возможностей проходимости роботов для работы в экстремальных условиях, выполняющих задания по буксировке. Прицепные салазки» (ASTM E2830—11 «Standard test method for evaluating the mobility capabilities of emergency response robots using towing tasks: Grasped sleds», MOD) путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту.

Наименование настоящего 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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2019

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 Условия проведения испытаний 4
5 Требования к проведению испытаний. 6
6 Требования к испытательному оборудованию 6
7 Требования безопасности 8
8 Определение характеристик и показателей 8
9 Порядок проведения испытаний 8
10 Требования к отчетности 11
11 Результаты испытаний и систематическая ошибка 11
12 Погрешность испытаний 13
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном стандарте . . . 14

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, выполняющих задания по буксировке, относящийся к роботам, предназначенным для работы в экстремальных условиях. Данный метод испытаний является частью комплекса испытаний роботов по проходимости.

Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту АСТМ Е2830—11, 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 Е2830—11:

- в настоящий стандарт не включены примечания и сноски примененного стандарта, которые нецелесообразно применять в российской национальной стандартизации в связи с их содержанием, имеющим справочный характер и относящимся к системе стандартизации США;
- в настоящем стандарте значения физических величин указаны только в Международной системе единиц (СИ), используемой в российской национальной стандартизации в соответствии с требованиями ГОСТ 8.417—2002, тогда как в примененном стандарте значения измерений указаны как в системе единиц СИ, так и в американских единицах (дюйм-фунт); соответственно пункт 1.3 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 1.1.1 и 1.1.2 примененного стандарта объединены в пункт 1.1; пункт 1.1.4 перенесен в раздел 6, пункт 6.1; пункты 1.1.3 и 1.1.5 перенесены в раздел 4, где имеют нумерацию 4.1 и 4.2, соответственно пункты 4.1—4.5 примененного стандарта в настоящем стандарте имеют нумерацию 4.3—4.7; пункт 1.2 примененного стандарта перенесен в раздел 4, пункт 4.9; нумерация пункта 1.4 примененного стандарта изменена на 1.2, а пункта 6.1 на 6.2;
- в раздел 2 «Нормативные ссылки» настоящего стандарта не включены стандарт АСТМ Е2592, не имеющий аналогов среди межгосударственных и национальных стандартов, и подраздел 2.2 примененного стандарта, содержащий ссылки на документы системы стандартизации США, которые нецелесообразно применять в российской национальной стандартизации; соответственно из пунктов 5.2, 8.1 и 8.5 исключены ссылки на эти документы, имеющие справочный характер, что не влияет на техническое содержание данных пунктов;
- в настоящий стандарт 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 вводного абзаца под номером 3.1 и подраздела 3.2 «Определения»;
- в раздел 3 добавлены термины «робот для работы в экстремальных условиях» и «тестовое задание», пропущенные в примененном стандарте;

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

- пояснения к терминологическим статьям в настоящем стандарте оформлены как примечания в соответствии с ГОСТ 1.5—2001 вместо использованных в примененном стандарте подпунктов «Обсуждение»;

- в настоящем стандарте для обеспечения более четкого структурирования основных положений стандарта и обеспечения соответствия требованиям ГОСТ 1.5—2001 пункты 6.2 и 8.6 примененного стандарта, содержащие одинаковые положения, объединены и перенесены в раздел 4, пункт 4.8; пункт 6.3 примененного стандарта перенесен в раздел 5, пункт 5.5; пункт 5.3 примененного стандарта перенесен в раздел 6, пункт 6.3; пункт 8.2 примененного стандарта перенесен в раздел 5, пункт 5.2; в соответствии с этими переносами изменилась нумерация пунктов в разделах 5 и 8: 5.2 на 5.3, 8.3—8.5 на 8.2—8.4;

- на рисунке 2 не приведены наименование и символы национальных институтов США и информация о попытках выполнения задания представлена в более компактной форме, что не затрагивает технического содержания рисунков;

- нумерация пунктов 7.1 и 12.1 примененного стандарта исключена в настоящем стандарте в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5—2001, пункт 4.2.3;

- в настоящем стандарте 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 с буксируемым объектом

Robots and robotic devices. Test methods for service mobile emergency response robots. Mobility. Movement with towed object

Дата введения — 2020—03—25

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 при движении с буксируемым объектом.

Примечание — Возможность передвижения с буксируемым объектом является одной из характеристик роботов для работы в экстремальных условиях. Данная способность потребуется для выполнения таких задач, как доставка важнейших предметов снабжения, перемещение пострадавших в безопасное место или транспортировка подозрительных предметов на безопасное для людей расстояние.

1.2 Требования настоящего стандарта не распространяются на все проблемы безопасности, связанные с его применением, если таковые имеются. 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 использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

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

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 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.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

заказчик испытаний (test sponsor): Юридическое или физическое лицо, которое заказывает конкретное мероприятие по проведению испытаний и получает соответствующие результаты испытаний в заданной форме.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.4]

3.2

(испытательная) попытка [(test) repetition]: Цикл от начала до завершения выполнения роботом задания, установленного в методе испытаний.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.8]

Примечание — До начала перемещения мобильный робот находится на позиции СТАРТ и перемещается на позицию ФИНИШ для завершения данной попытки. В методе испытаний может быть задано возвращение на позицию СТАРТ для завершения выполнения задания. Многократные попытки, выполненные в одинаковых условиях, могут быть использованы для установления рабочих характеристик с определенной степенью статистической значимости, заданной заказчиком испытаний.

3.3

испытательный комплект (test suite): Разработанная совокупность методов и технических средств испытаний, которые совместно используются для оценки рабочих характеристик или определения соответствия техническим требованиям конкретной подсистемы или функциональных возможностей робота для работы в экстремальных условиях.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.9]

Примечание — Испытания робота включают оценку проходимости, манипуляционных характеристик, работы датчиков, энергетической оснащенности, работы каналов управления и передачи данных, взаимодействия человек — робот, логистики, безопасности при эксплуатации, а также работоспособности в любое время суток и в любых климатических условиях.

3.4

мероприятие по проведению испытаний [(test) event]: Совокупность действий по планированию, подготовке и организации проведения испытаний, инициированных заказчиком испытаний, которые проводит испытательная организация на одном или нескольких заданных полигонах.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.13]

3.5

неисправное состояние (fault condition): Состояние робота, при котором он не соответствует хотя бы одному из предъявляемых к нему требований, возникшее во время испытаний или тренировки оператора и выраженное в невозможности продолжения испытаний без вмешательства человека или в нарушении установленных правил.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.16]

Примечания

1 Неисправные состояния снижают доверие к выполненной попытке. Время проведения испытания длится до тех пор, пока оператор не определит, что он не может продолжить выполнение задания, и сообщит об этом руководителю испытаний, который приостанавливает испытание и заносит в протокол испытаний информацию о причине возникновения неисправного состояния с отметкой времени.

2 К неисправным состояниям относятся неправильная работа робототехнического комплекса, например отсутствие траекторного контроля, и проблемы с выполнением задания, например чрезмерное отклонение от заданного маршрута или невозможность распознать целевой объект.

3.6

оператор (operator): Лицо, уполномоченное запускать, контролировать и останавливать выполнение заданной операции роботом или робототехническим комплексом.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.18]

Примечание — В обязанности оператора входят:

- проверка и обеспечение готовности робота к выполнению задания;
- ответственность за соблюдение мер безопасности и использование страховочного средства с помощью назначенного помощника;
- определение того, следует ли отказаться от проведения испытаний.

3.7 **операторский пульт управления;** ОПУ (operator control unit; OCU): Устройство, используемое оператором для телеуправления роботом.

3.8

отказ от испытаний (abstain): Изготовитель робота или назначенный оператор заявляет об отказе от выполнения конкретного испытания или о нераспространении результатов испытаний.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.20]

Примечания

1 Если изготовитель решил отказаться от проведения испытаний, то он объявляет об этом до их начала. В протоколе испытаний отмечают, что технические характеристики не были подтверждены испытаниями, несмотря на наличие условий для проведения испытаний.

2 Отказ от проведения испытаний возможен в том случае, если робот соответствует области применения данного метода испытаний, но представленная конфигурация робота конструктивно не подходит или не имеет необходимого оснащения для выполнения заданий, предписанных в методе испытаний. Правила эксплуатации испытательного оборудования позволяют до начала испытаний определить применимость метода испытаний для данной конфигурации робота.

3.9

протокол испытаний (test form): Документ, содержащий необходимые сведения об объекте испытаний, применяемых методах, средствах и условиях испытаний, результаты испытаний, а также заключение по результатам испытаний, оформленный в установленном порядке.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.24]

3.10

рабочее место оператора (operator station): Пункт управления роботом, предназначенный для размещения оператора и операторского пульта управления роботом.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.25]

Примечание — По требованию заказчика испытаний оператор может быть изолирован от прямого визуального и звукового контакта с испытательным оборудованием и роботом.

3.11

робот для работы в экстремальных условиях (*робот для аварийных работ*) [emergency response robot (*response robot*)]: Робот, предназначенный для выполнения оперативных задач в различных рабочих режимах с целью оказания помощи оператору при выполнении работ в экстремальных условиях и опасных средах.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.33]

Примечание — Робот для работы в экстремальных условиях является развертываемой машиной, предназначенной для выполнения оперативных задач в различных рабочих режимах при чрезвычайных ситуациях. Он сконструирован так, чтобы обеспечить оператору дополнительные возможности для получения достоверной информации о ситуации на удаленном расстоянии и реализации его намерений благодаря имеющемуся оснащению, а также уменьшить риск для оператора при одновременном повышении эффективности и результативности выполнения задания. К желательным характеристикам робота для работы в экстремальных условиях относятся:

- быстрое развертывание;
- дистанционное управление на требуемом удалении от оператора;
- проходимость в сложных внешних условиях;
- достаточная прочность в жестких условиях эксплуатации;
- надежность и возможность технического обслуживания в полевых условиях;
- долговечность и/или экономическая эффективность;
- оснащенность средствами обеспечения безопасности.

3.12

руководитель (испытаний) [(test) administrator]: Лицо, осуществляющее непосредственное руководство проведением испытаний.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.34]

Примечание — В обязанности руководителя входят:

- обеспечение готовности оборудования, наличия протокола испытаний и всех необходимых измерительных приборов, таких как секундомер и люксметр;
- обеспечение соблюдения заданных или необходимых условий внешней среды;
- информирование оператора о наличии страховочного средства и проверка того, что оператор либо решил не использовать его, либо назначил человека, который умеет с ним обращаться;
- подача команд оператору на начало и завершение испытаний и регистрация в протоколе данных о рабочих характеристиках испытуемого робота и значимых наблюдениях в ходе испытаний.

3.13

сопоставимый с параметрами человека (human-scale): Характеристика, свидетельствующая о том, что объекты, рельеф местности и другие особенности внешней среды по своим массогабаритным параметрам соответствуют внешней среде и конструкциям, обычно преодолеваемым людьми.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.36]

Примечания

1 Подобные конструкции и внешняя среда, хотя и могут преодолеваться человеком, могут быть достаточно разрушенными и опасными, чтобы ограничить доступ к ним человека.

2 Испытуемые роботы для работы в экстремальных условиях по своим массогабаритным параметрам соответствуют эксплуатации в подобной внешней среде.

3 Для данного термина не заданы точные массогабаритные диапазоны. Испытательное оборудование ограничивает внешнюю среду, в которой выполняются задания, что, в свою очередь, определяет типы роботов, которые могут рассматриваться как подходящие для проведения поисково-спасательных работ.

3.14

(тестовое) задание [(testing) task]: Последовательность действий, вполне определенных и конкретизированных в соответствии с заданным показателем или набором показателей по отношению к испытуемым роботам и операторам, и предназначенных для оценки возможностей робота.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.38]

Примечание — В методе испытаний может быть установлено несколько заданий.

3.15

экстремальные условия (extreme conditions): Условия применения робота, характеризующиеся воздействием техногенных, природных и других факторов, имеющих экстремальные, т.е. предельно возможные постоянные значения.

[ГОСТ Р 60.6.3.1—2019, статья 2.46]

4 Условия проведения испытаний

4.1 Наземные роботы для работы в экстремальных условиях должны обеспечивать проходимость рельефа местности с разными видами препятствий. Требования по проходимости включают преодоление трещин, барьеров, лестниц, уклонов, перемещение по разным видам поверхностей полов и почвы, а также по ограниченным проходам. Кроме того, к дополнительным требованиям к проходимости роботов относятся способность двигаться с максимальной поддерживаемой скоростью и возможность

буксировки. Стандартные методы испытаний необходимы для оценки соответствия этим требованиям испытуемых роботов.

4.2 Испытательный комплект по проходимости обеспечивает количественную оценку рабочих характеристик наземных мобильных роботов, действующих в экстремальных условиях. Заказчики испытаний могут применять весь испытательный комплект или его часть, основываясь на своих технических требованиях. Кроме того, заказчики испытаний могут установить дифференцированные весовые коэффициенты для отдельных методов испытаний или для определенных показателей данного метода испытаний на основе своих технических требований. Результаты испытаний должны в совокупности представлять общую оценку проходимости наземного робота для работы в экстремальных условиях. Эти данные могут быть использованы при выборе роботов или при проведении приемочных испытаний роботов, предназначенных для работы в экстремальных условиях.

Примечание — Дополнительные методы испытаний в составе данного испытательного комплекта могут быть разработаны для обеспечения соответствия дополнительным или ужесточенным требованиям к возможностям роботов по проходимости, включая вновь появившиеся требования и даже новые прикладные области.

4.3 Тестовое задание для данного метода испытаний состоит в том, что робот, находясь на исходной позиции, должен захватить заданный объект, на котором может быть установлен выбранный оператором груз, и буксировать его по заданному маршруту с возвратом обратно на исходную позицию, обеспечивая возможность последовательного повторения попыток. По умолчанию маршрут должен иметь форму «восьмерки» вокруг двух стоек в соответствии с разделом 6. Робот должен постоянно следовать вдоль заданной линии маршрута, поддерживая постоянно некоторую часть мобильного шасси на этой линии.

4.4 Выполнение данного задания характеризует способность робота перемещаться по заданному маршруту с буксируемым объектом. Требуемое число успешных попыток выполнения задания в зависимости от общего числа попыток определяют на основании заданных заказчиком испытаний статистической надежности и доверительной вероятности данной способности робота. Полученная в результате испытаний средняя расчетная скорость считается скоростью, которую способен поддерживать данный робот при движении с буксируемым объектом.

4.5 Для испытаний робота должно быть использовано телеуправление из указанного руководителем рабочего места оператора с помощью операторского пульта управления. Рабочее место оператора должно быть расположено и оборудовано так, чтобы изолировать оператора от прямого визуального и звукового контакта с испытательным оборудованием и роботом.

4.6 Оператор может провести тренировку до начала испытания. Он также может отказаться от проведения испытаний до их начала. В ходе испытания не должно быть общения между оператором и руководителем испытаний, кроме команды начать испытание и сообщений о неисправностях робота или нарушении мер безопасности. Оператор несет полную ответственность за определение того, завершил ли робот и когда завершил очередную попытку, и за уведомление об этом руководителя. Решение о выполнении очередной попытки принимает только руководитель испытаний.

Примечание — Тренировка на данном испытательном оборудовании может помочь установить пригодность робота для данного метода испытаний. Она позволяет оператору ознакомиться со стандартным оборудованием и условиями внешней среды. Она также помогает руководителю испытаний, если требуется, установить начальные параметры оборудования для проведения испытаний.

4.7 Заказчик испытаний имеет право определить:

- методы испытаний, включаемые в данное мероприятие по проведению испытаний;
- один или несколько испытательных полигонов, которые подготовлены для данных методов испытаний;
- необходимые значения статистической надежности и уровней доверительной вероятности для результатов по каждому из методов испытаний;
- правила участия в испытаниях, включая расписание испытаний и условия внешней среды во время испытаний.

4.8 По требованию заказчика испытаний должны быть обеспечены условия освещенности и другие параметры внешней среды, которые могут повлиять на результаты испытаний, например типы и состояния поверхностей оборудования, включая уровень водяной пленки на поверхности, коэффициент трения, температуру, задымленность, влажность воздуха и дождь. Для проведения испытаний в темноте должен быть предоставлен люксметр для измерения освещенности 0,1 лк и менее. Уровень

освещенности должен быть повторно измерен, если условия освещенности изменились. Средства измерений для контроля параметров внешней среды обеспечивает организация, предоставляющая испытательное оборудование для проведения испытаний. Требования к точностным характеристикам средств измерений не предъявляются. Фактические значения параметров внешней среды должны быть занесены в протокол испытаний.

Примечание — Темнота определена как освещенность 0,1 лк из-за стоимости реализации оборудования, а также из-за того, что телекамеры роботов менее чувствительны, чем глаза человека. Поэтому любой уровень освещенности менее 0,1 лк не фиксируется телекамерами, хотя внешняя среда в реальных условиях может быть более темной, чем указанные условия испытаний.

4.9 Испытания согласно данному методу допускается проводить в полевых условиях или в испытательной лаборатории, где возможно воспроизвести необходимые условия внешней среды и установить испытательное оборудование.

5 Требования к проведению испытаний

5.1 Данный метод испытаний относится к проверке соответствия требованиям, предъявляемым сотрудниками аварийно-спасательных служб и представителями других заинтересованных организаций к рабочим характеристикам роботов. Информация об эксплуатационных свойствах, полученная с помощью данного метода испытаний, характеризует возможности конкретного робота.

5.2 В процессе испытания робот должен выполнить задание согласно 4.3. При этом робот должен выполнить установленное заказчиком испытаний число попыток в режиме телеуправления, не выезжая за пределы заданного маршрута, то есть робот должен следовать вдоль маршрутной линии так, чтобы маршрутная линия постоянно находилась внутри опорного многоугольника, образованного точками контакта мобильного шасси робота с поверхностью. При развороте вокруг стоек робот может его выполнить с наименьшим радиусом, который он способен реализовать, но при этом ни робот, ни буксируемый объект не должны касаться стоек. Во время выполнения роботом попыток человек не должен осуществлять какое-либо физическое вмешательство, включая регулировку, техническое обслуживание или ремонт робота и операторского пульта управления, а также подзаряжать источники питания робота и пульта управления. Любые подобные действия должны привести к повторному испытанию робота с выполнением всех заданных попыток.

5.3 Хотя данный метод испытаний был разработан для роботов, предназначенных для выполнения заданий в экстремальных условиях, он также может быть использован и в других областях применения роботов. Он также может быть использован для определения квалификации оператора во время обучения или в качестве практических заданий при исследовании приводов и сенсоров робота, а также ОПУ.

5.4 Основной целью использования роботов в аварийно-спасательных операциях является повышение безопасности и эффективности сотрудников аварийно-спасательных служб, работающих в опасных средах и труднодоступных местах. При многократном выполнении попыток результаты испытаний робота статистически демонстрируют надежность выполнения роботом задания, и таким образом обеспечивают заказчика испытаний достоверными данными по применимости данного робота.

5.5 При проведении испытаний должен быть обеспечен хронометраж с использованием секундомера.

6 Требования к испытательному оборудованию

6.1 Данный метод испытаний роботов по движению с буксируемым объектом является частью испытательного комплекта по оценке проходимости. Оборудование для данного метода испытаний обеспечивает подтверждение оцениваемой характеристики робота с высокой степенью повторяемости, что облегчает сравнение разных моделей роботов, а также разных конфигураций роботов одной модели.

6.2 Испытательное оборудование представляет собой ровную поверхность с твердым покрытием с двумя стойками или бочками, расположенными на расстоянии 46 м друг от друга. Заданную маршрутную линию в форме «восьмерки» наносят на твердое покрытие, по которому должен перемещаться робот, так, чтобы она была видна на операторском пульте управления удаленно расположенного рабочего места оператора, например, белой или другой яркой краской. Радиус разворота вокруг каждой стойки равен 2 м (рисунок 1). Назначенная длина заданного маршрута для данного задания составляет 100 м.

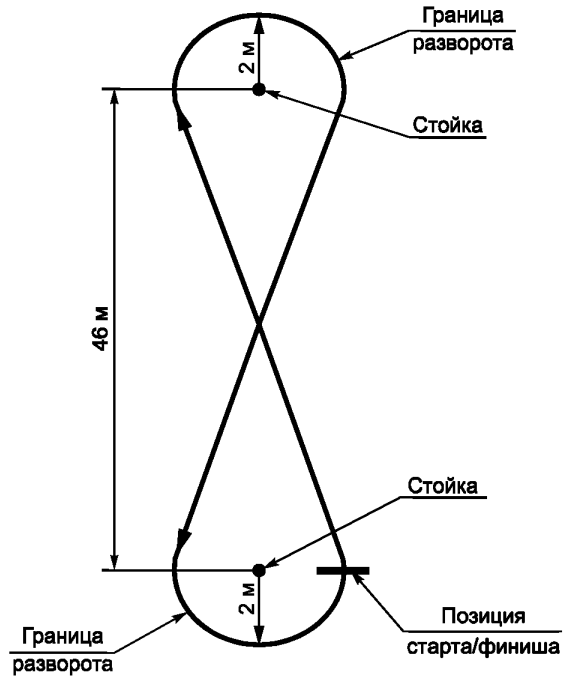


Рисунок 1 — Схема движения робота с буксируемым объектом

6.2.1 В состав испытательного оборудования входит буксируемый объект, предназначенный для перевозки груза, и набор грузов весом от 2 до 11 кг.

Примечание — В качестве буксируемого объекта могут быть использованы, например, салазки или медицинские носилки, а также более легкие рюкзаки, если вес салазок или носилок оказывается слишком тяжелым для некоторых из испытуемых роботов.

6.2.2 Буксируемый объект не стандартизован. Заказчик испытаний может выбрать буксируемый объект, соответствующий его требованиям, соблюдая следующие условия, приведенные в 6.2.2.1—6.2.2.4.

6.2.2.1 Вес буксируемого объекта должен быть включен в характеристику буксировочной способности робота.

6.2.2.2 В целях сравнения разных роботов необходимо при испытаниях использовать один и тот же буксируемый объект. Кроме того, заказчик испытаний имеет право определить, должен ли быть использован буксировочный трос, закрепленный на буксируемом объекте, чтобы облегчить захват его роботом. Данное решение следует применять единообразно ко всем подлежащим сравнению роботам.

6.2.2.3 Буксируемый объект должен быть описан в отчетных документах о результатах испытаний, включая наименование изделия, модель, использованный материал и наименование изготовителя.

6.2.2.4 Буксируемый объект должен обладать достаточно большим поверхностным трением скольжения, поэтому он не должен быть установлен на колеса, имеющие небольшое трение качения.

Примечание — Буксировочная способность роботов с использованием колесных буксируемых объектов может быть определена с помощью отдельного метода испытаний.

6.3 Стандартное испытательное оборудование должно быть легко изготавливаемым из доступных материалов с использованием нетрудоемких технологий для того, чтобы обеспечить возможность разработчикам и изготовителям роботов самостоятельно оценивать рабочие характеристики роботов, а сотрудникам аварийно-спасательных служб осуществлять обучение и определение квалификации операторов.

7 Требования безопасности

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 общей зоне проведения испытаний.

Примечание — Заказчик испытаний имеет право задать условия внешней среды, при которых данное испытание будет проводиться. Эти условия могут оказаться тяжелыми не только для людей, но и для роботов, например, высокие или низкие температуры, чрезмерная влажность и неровный рельеф, которые могут повредить компоненты робота или вызвать неуправляемые движения робота.

8 Определение характеристик и показателей

8.1 Конфигурация робота при проведении испытаний должна быть подробно описана в протоколе испытаний, включая все подсистемы и компоненты с их характеристиками и функциональными возможностями. Конфигурация робота, при необходимости, должна быть проверена всеми методами испытаний, установленными заказчиком испытаний, чтобы обеспечить достоверное и всестороннее определение его рабочих характеристик. При любом изменении конфигурации робота необходимо проведение повторных испытаний.

8.2 Первым показателем для данного метода испытаний является способность робота захватить буксируемый объект, выбранный оператором, и выполнить указанное руководителем испытаний число попыток его буксировки по заданному маршруту.

Примечание — При этом может быть использован буксировочный трос, закрепленный на буксируемом объекте, если это определено заказчиком испытаний.

8.3 Вторым показателем является расчетная скорость в метрах в минуту завершенного задания или средняя расчетная скорость в случае испытания с многократными попытками. Этот показатель также отражает способность и эффективность робота, простоту использования ОПУ и уровень мастерства оператора.

Примечание — Термин «расчетная скорость» использован потому, что скорость рассчитывается на основе проектной длины маршрута, а не фактически пройденного расстояния, которое может отличаться от проектного маршрута.

8.4 Данные показатели основаны на телеуправлении и в явном виде не оказывают ни положительного, ни отрицательного влияния на работу испытуемого робота в автономном режиме. Автономная работа робота допускается при условии, что будет соблюден порядок проведения испытаний автономного робота на данном испытательном оборудовании в соответствии с разделом 9, с отражением связанных с этим действий в протоколе испытаний. Результаты испытаний при этом характеризуют общие возможности робота, включая возможное улучшение производительности, эффективности или живучести робота или оператора, обусловленные автономным режимом работы робота.

9 Порядок проведения испытаний

9.1 Для обеспечения повторяемости данных и организации испытаний руководитель испытаний должен сначала получить и зарегистрировать следующую информацию, предваряющую испытания (эта информация приведена в верхней и нижней частях примера протокола испытаний, показанного на рисунке 2):

9.1.1 «Дата» — дата проведения испытаний.

Примечание — Информация о времени проведения испытаний также может быть приведена в данном поле.

9.1.2 «Место» — наименование организации или полигона, где проводятся испытания.

9.1.3 «Адрес» — наименование населенного пункта, района или области, где проводятся испытания.

9.1.4 «Мероприятие/заказчик» — наименование мероприятия по проведению испытаний и заказчика испытаний.

Примечание — Если робот испытывается с целью определения его рабочих характеристик независимо от какого-либо конкретного мероприятия, то в поле «Мероприятие» указывается «Независимое», а в качестве заказчика может выступать, например, изготовитель робота.

9.1.5 «Модель робота» — собственное наименование и номер модели, включая любое расширение или примечание, полностью идентифицирующее конкретную модель испытуемого робота.

9.1.6 «Изготовитель робота» — наименование изготовителя робота.

9.1.7 «Конфигурация робота» — идентификатор конкретной конфигурации робота.

9.1.8 «Оператор/организация» — фамилия и инициалы человека, который будет осуществлять телеуправление роботом при проведении испытаний, и наименование организации, к которой относится оператор, и контактная информация.

Примечание — В качестве организации может быть указан разработчик или владелец робота.

Стандартный метод испытаний роботов для работы в экстремальных условиях: движение с буксируемым объектом

Протокол испытаний

ДАТА: _____ ИЗГОТОВИТЕЛЬ РОБОТА: _____ Номер испытания _____

МЕСТО: _____ МОДЕЛЬ РОБОТА: _____ ОСВЕЩЕННОСТЬ:

АДРЕС: _____ КОНФИГУРАЦИЯ РОБОТА: _____ ○ > 100 лк ○ < 1 лк

МЕРОПРИЯТИЕ/ЗАКАЗЧИК: _____ ОПЕРАТОР/ОРГАНИЗАЦИЯ: _____ СВЯЗЬ С РОБОТОМ: ○ Кабель ○ Радиоканал

ГРУЗ (КГ)	ВРЕМЯ СТАРТА (МИН)	ПОПЫТКИ	ВРЕМЯ ФИНИША (МИН)		ЗАТРАЧЕННОЕ ВРЕМЯ (МИН)		СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ (МИН)	
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		=		=		МИН
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		=		=		МИН
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		=		=		МИН
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		=		=		МИН
ПУСТЫЕ САЛАЗКИ (15 КГ)								
РЮКЗАК С ГРУЗОМ								
10 кг		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		=		=		МИН
5 кг		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		=		=		МИН

Примечания: _____

_____

_____

_____

Руководитель испытаний/организация: _____

Рисунок 2 — Пример незаполненного протокола испытаний

9.1.9 «Освещенность» — условия освещенности, при которых будут проводиться испытания.

Примечание — Заказчик испытаний имеет право задать условия внешней среды.

9.1.10 «Связь с роботом» — указывается, использует ли оператор для связи с роботом радиоканал, кабель или их комбинацию при проведении испытаний.

9.1.11 «Номер испытания» — порядковый номер регистрируемого испытания данного робота.

Примечание — Если робот испытывается впервые, то номеру испытания присваивается значение 1 при регистрации его результатов. Если робот испытывается повторно, то номеру испытания присваивается значение 2 при регистрации результатов в отдельном протоколе испытаний и так далее для каждого последующего испытания.

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

9.1.13 В нижней части протокола испытаний может быть приведена дополнительная информация, например, наименования видеофайлов с фиксацией хода испытаний робота.

9.2 Порядок проведения испытаний

9.2.1 Перед началом испытаний оператору следует принять решение: отказаться от проведения испытаний или приступить к испытаниям. После того, как оператор приступил к испытаниям, он уже не имеет права отказаться от их проведения.

9.2.2 Руководитель испытаний устанавливает заданные параметры внешней среды для проведения испытаний и/или проверяет соответствие им (например, освещенность, температуру и т. д.), а также заносит их в протокол испытаний.

9.2.3 Руководитель объявляет число попыток, которые необходимо выполнить.

9.2.4 Оператор помещает робота на исходную позицию, расположенную перед стартовой стойкой (рисунок 1) по направлению к противоположной стойке.

9.2.5 Оператор устанавливает буксируемый объект, который должен быть зацеплен роботом, возможно, с дополнительными грузами. Руководитель испытаний регистрирует полную нагрузку в протоколе.

9.2.6 Руководитель испытаний дает команду оператору приступить к выполнению задания, запускает секундомер, когда оператор начинает испытание, и регистрирует общее затраченное время.

9.2.7 Оператор управляет роботом, чтобы полностью выполнить задание и вернуться на исходную позицию для завершения одной попытки. Руководитель испытаний заносит результаты в протокол испытаний. Если робот не может завершить выполнение задания, то задание считается невыполненным. Руководитель испытаний останавливает общее время испытаний и разрешает оператору устранить неполадки, вернуть робота обратно на исходную позицию и дать команду продолжить испытание. Руководитель испытаний отмечает в протоколе испытаний наличие неисправного состояния, время, когда произошла остановка, и отражает в протоколе, какие работы по техническому обслуживанию и ремонту были проведены.

9.2.8 При испытаниях с многократными попытками оператор управляет роботом, обеспечивая прохождение заданного маршрута, как указано в 9.2.7 до тех пор, пока не будут завершены все попытки или пока не возникнет любое из неисправных состояний, указанных в 9.3.

9.2.9 В случае успешного завершения заданного числа попыток, оператор может по согласованию с руководителем испытаний установить на буксируемый объект дополнительный груз и повторить действия по 9.2.5—9.2.8.

9.2.10 Буксировочная способность робота регистрируется в протоколе испытаний как выполнение задания с самым тяжелым грузом.

9.3 Регистрируемые неисправные состояния:

- невозможность передвижения робота по заданному маршруту или последовательного выполнения заданного числа попыток без вмешательства оператора, в том числе в результате отказа какого-либо компонента робота;
- определение оператором того, что задание не может быть успешно выполнено;
- несоблюдение требований, установленных в 5.2.

10 Требования к отчетности

10.1 Для данного метода испытаний заполняют протокол испытаний, соответствующий определению 3.9. В протоколе следует предоставлять информацию в соответствии с пунктом 9.1 и результаты испытаний. Протокол испытаний следует заполнять полностью. В случае, если какое-либо поле протокола неприменимо для данного испытания, то его следует отмечать надлежащим образом.

10.2 Возможные результаты испытаний, фиксируемые в протоколе испытаний, приведены в 10.2.1—10.2.5.

10.2.1 Робот не испытывался: раздел результатов в протоколе испытаний следует оставлять пустым. В разделе примечаний необходимо указать причину или причины непроведения испытаний, например:

- метод испытаний не был доступен для проведения испытаний;
- оборудование не могло быть правильно установлено;
- неконтролируемые условия внешней среды;
- трудности составления графика испытаний;
- робот не соответствует области применения данного метода испытаний, например, метод испытаний для наземных роботов не применим к воздушным роботам;
- робот соответствует области применения данного метода испытаний, но не оснащен надлежащим образом, например, у наземного робота нет манипулятора для проведения испытаний по манипулированию;
- робот отказал при выполнении очередной попытки, что вызвало прекращение испытаний, при этом некоторые позиции в протоколе испытаний остались незаполненными.

10.2.2 Отказ от испытаний: в правом нижнем углу протокола, например, может быть проставлен соответствующий штамп красного цвета, чтобы привлечь больше внимания к тому, что оператор отказался от проведения испытаний.

10.2.3 Успешное завершение испытания: успешное завершение очередной попытки может быть обозначено, например, кружком, закрашенным голубым цветом.

10.2.4 Неудачное завершение испытания: данный результат может быть обозначен, например, кружком, закрашенным красным цветом. Дополнительно возможно нарисовать черный крест внутри кружка для облегчения воспринимаемости результата при черно-белой печати протокола.

10.2.5 Результат испытания принят, но желательно провести повторные испытания: соответствующая позиция в протоколе, например контрольный кружок, закрашивается оранжевым цветом. Дополнительно возможно нарисовать черную горизонтальную полоску внутри кружка для облегчения воспринимаемости результата при черно-белой печати протокола. Данное обозначение используется, когда испытательное оборудование вскоре станет недоступным при выполнении задания (полигон закрывается, приближается шторм и т. д.), поэтому попытки, при которых были допущены небольшие ошибки, отмечаются оранжевым цветом в целях экономии времени, обеспечивая возможность завершить испытания.

10.3 На рисунке 2 показан пример протокола испытаний для данного метода. Если заданное число попыток больше 10, то рекомендуется использовать несколько копий протокола. Конкретный вид протокола испытаний не стандартизован. Протоколы испытаний могут быть разными по форме, но они должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

11 Результаты испытаний и систематическая ошибка

11.1 Результаты испытаний

11.1.1 В таблице 1 приведены результаты испытаний для представительного набора испытуемых роботов, сопоставимых с параметрами человека.

Примечание — Сам буксируемый объект не стандартизован. Данные результаты успешных испытаний показывают, что выбранные салазки подходят для данного метода испытаний. Однако это не означает, что эти салазки в любом случае являются самым лучшим устройством для целей испытания. Поиск, например в интернете, может выявить наличие нескольких видов салазок или других сходных типов буксируемых объектов, которые могут использоваться для данного метода испытаний, включая носилки, которые могут переносить сотрудники аварийно-спасательной службы.

Таблица 1 — Результаты испытаний

Тип робота	Масса робота, кг	Средняя расчетная скорость для 10 последовательных попыток, м/мин
I	< 15	Отказ от испытаний
II	16—35	23
III	46—65	18

11.1.2 Назначенная длина маршрута, пройденного роботами в каждой попытке, принята равной 100 м. Испытания проводились в условиях дневного освещения. Роботы и, в частности, их компоненты, обеспечивающие тяговое усилие для передвижения, были проверены на соответствие условиям проведения испытаний. Отказ от испытаний был вызван тем, что робот не был оснащен для выполнения данного испытания. Для остальных роботов, успешно прошедших испытания, справедливо следующее положение, приведенное в 11.1.2.1—11.1.2.3.

11.1.2.1 Конструкции подсистемы передвижения и возможности других подсистем в совокупности способствуют буксировочным способностям роботов.

11.1.2.2 Метод испытаний надлежащим образом дифференцирует роботов по их буксировочным способностям.

11.1.2.3 В целом результаты показывают, что данное испытательное оборудование и выбранные показатели подходят для оценки роботов, сопоставимых с параметрами человека, предназначенных для аварийных работ и многих других видов критических операций.

Примечание — Более высокая буксировочная способность, вероятно, указывает на то, что робот имеет более эффективную подсистему передвижения и более работоспособную подсистему питания.

11.1.3 Должны быть заданы надежность робота (Н) при выполнении задания с конкретными параметрами оборудования и связанная с этим доверительная вероятность (Д). Заданные значения Н и Д определяют необходимое число успешных попыток и допустимое число сбоев во время испытаний. Для заданной пары значений Н и Д при увеличении допустимого числа сбоев необходимо большее число успешных попыток. Для данного метода испытаний по умолчанию установлены значения Н и Д, равные 80 %. Следующие четыре комбинации успешных попыток и сбоев удовлетворяют этим значениям:

- восемь успешных перемещений по заданному маршруту без сбоев;
- 15 успешных перемещений по заданному маршруту и один сбой;
- 21 успешное перемещение по заданному маршруту и два сбоя;
- 28 успешных перемещений по заданному маршруту и три сбоя.

11.1.4 Любая из этих четырех комбинаций может быть выбрана так, чтобы получить достаточное число успешных попыток при допустимом числе сбоев. Дополнительные комбинации могут быть рассчитаны с использованием общих методов статистического анализа.

11.1.5 Результаты испытаний, показавшие 10 успешных попыток при отсутствии неудачных попыток, превышают критерий в восемь успешных подходов, установленный в 11.1.3, поэтому они превышают установленные по умолчанию требования к статистической надежности и доверительной вероятности.

11.1.6 Данный метод испытаний предназначен для количественной оценки характеристик роботов, предназначенных для работы в средах, сопоставимых с параметрами человека, где возможно проведение многодневных операций на расстояниях километрового диапазона с множеством препятствий на местности с разными фрикционными свойствами поверхности. Хотя можно было бы разработать статистические методы для интерполяции способности к перемещению с буксируемым объектом с меньшими приращениями, но они считаются слишком мелкими для данных условий эксплуатации и, таким образом, находятся вне области применения данного метода испытаний. По той же причине данный метод испытаний не требует дробного уровня значений Н и Д.

11.1.7 Заказчик испытаний имеет право задать другие значения Н и Д. При этом необходимо соблюдать баланс между затратами на испытания и надежностью.

11.1.8 Как указано в 4.2, заказчикам данного метода испытаний рекомендуется оценить его область применения относительно своих технических требований. Характеристику, полученную на основании только данного метода испытаний, не следует рассматривать как общую характеристику проходимости робототехнического комплекса. Испытания, проводимые с использованием всей совокупности установленных методов, позволяют определить возможности робота в целом.

11.2 Систематическая ошибка

11.2.1 Систематическая ошибка определяется переменной, соответствующей уровню подготовки оператора. Производительность оператора, как правило, была самой низкой, если он не имел предварительного опыта проведения испытаний с использованием данного метода. При этом производительность оператора повышалась до стабильного уровня после того, как он получал достаточную практику.

11.2.1.1 Существуют дополнительные человеческие факторы, которые могут вызывать систематические ошибки, в том числе уровень квалификации, уровень усталости и уровень концентрации оператора. Оператор, получивший соответствующую подготовку и обладающий богатым практическим опытом, может работать на более высоком уровне, особенно в случае, когда все возможности робота полностью проверены на тренировках.

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 повлиять на способность оператора адекватно воспринимать испытательное оборудование и перемещение в нем робота и, соответственно, управлять роботом надлежащим образом. Условия освещенности могут также влиять на выполнение задания.

12 Погрешность испытаний

Использование данного метода испытаний для определения средней расчетной скорости передвижения робота по заданному маршруту с буксируемым объектом дает в результате погрешность по скорости менее установленной единицы измерения или 1 м/мин и по массе буксируемого груза, равную половине установленного приращения массы в 1 кг. В 11.1.6 установлено, что более мелкие приращения являются несущественными для данного метода испытаний.

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»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта: - MOD — модифицированный стандарт.		

УДК 621.865.8:007.52:006.354 ОКС 13.200 25.040.30 ОКПД2 28.99.39.190

Ключевые слова: роботы, робототехнические устройства, роботы для работы в экстремальных условиях, методы испытаний, проходимость, движение с буксируемым объектом, порядок проведения испытаний, испытательное оборудование, операторский пульт управления, рабочее место оператора

БЗ 12—2019/134

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

Сдано в набор 25.11.2019. Подписано в печать 27.11.2019. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10.

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

gost.e-ecolog.ru