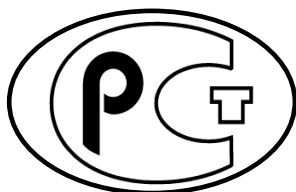

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
60.6.3.17–
20XX
(проект, первая редакция)

Роботы и робототехнические устройства

**МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ РОБОТОВ ДЛЯ РАБОТЫ
В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

Проходимость. Движение по гравию

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

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 №

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к стандарту ASTM E2991/E2991M– 17 «Стандартный метод испытаний для оценки проходимости роботов для работы в экстремальных условиях: Движение по гравию» («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 (пункт 3.5) и для увязки с наименованиями, принятыми в существующем комплексе национальных стандартов Российской Федерации

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 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)

© Стандартиформ, оформление, 20XX

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

Введение

Стандарты комплекса ГОСТ Р 60 распространяются на роботов и робототехнические устройства. Их целью 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 ASTM E2991/E2991M– 17, разработанному техническим комитетом E54 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.

ГОСТ Р 60.6.3.17–20XX
(проект, первая редакция)

В настоящий стандарт внесены следующие технические отклонения по отношению к стандарту ASTM E2991/E2991M– 17:

- 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 1.7 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» настоящего стандарта не включены стандарт ASTM E2592, не имеющий аналогов среди межгосударственных и национальных стандартов, и спецификации C33/C33M и D5821, относящиеся к системе стандартизации США, которые нецелесообразно применять в российской 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 добавлена ссылка на ГОСТ 8267–93, определяющий технические условия на щебень и гравий.

- 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», со-

VI

стоящего из единственного подраздела 3.1 «Определения», содержащего только перечисление использованных терминов; в настоящем стандарте эти термины приведены с их определениями по ГОСТ Р 60.6.3.1-2019 и ГОСТ Р 60.0.0.4-2019, а также добавлены определения терминов, отсутствующих в указанных стандартах;

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

- в настоящем стандарте 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 X.1 примененного стандарта изменено на приложение А в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5□2001; соответственно обозначения рисунков X.1.1–X.1.4 изменено на А.1–А.4;

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

- 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 РОБОТОВ ДЛЯ РАБОТЫ В
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Проходимость. Движение по гравию

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

Дата введения –

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 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 использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 60.6.3.1–2019 Роботы и робототехнические устройства. Методы испытаний роботов для работы в экстремальных условиях. Термины и определения

ГОСТ Р 60.6.3.4–2019 Роботы и робототехнические устройства. Методы испытаний роботов для работы в экстремальных условиях. Проходимость. Движение по наклонной поверхности

ГОСТ 8267–93 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 ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта (документа) с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), 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 (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

автономность (autonomy): Способность выполнять задачи по назначению на основе текущего состояния и восприятия внешней среды без вмешательства человека.

[ГОСТ Р 60.0.0.4– 2019, статья 2.2]

3.2 автономный режим (autonomous mode): Режим работы, при котором робот получает задание от удаленно расположенного оператора или от другой системы, с которой взаимодействует робот, и выполняет это задание без дальнейшего взаимодействия с оператором.

3.3

дистанционное управление (remote control): Управление роботом в реальном времени на расстоянии и под непосредственным визуальным контролем со стороны оператора.

[ГОСТ Р 60.6.3.1– 2019, статья 2.3]

3.4

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]

3.5

(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]

3.6

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]

3.7

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]

3.8

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]

3.9

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

[ГОСТ Р 60.0.0.4– 2019, статья 2.18]

3.10

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

[ГОСТ Р 60.6.3.10– 2019, статья 3.7]

3.11

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]

3.12 **полуавтономный режим** (semi-autonomous mode): Режим работы, при котором робот выполняет задание, используя разные уровни взаимодействия с оператором и действуя в автономном режиме между сеансами взаимодействия с

оператором.

3.13

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]

3.14

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]

3.15

робот (robot): Исполнительный механизм, программируемый по двум или более степеням подвижности, обладающий определенной степенью автономности и способный перемещаться во внешней среде с целью выполнения задач по назначению.

Примечания

1 В состав робота входит система управления и интерфейс системы управления.

2 Классификация роботов на промышленные роботы или сервисные роботы осуществляется в соответствии с их назначением.

[ГОСТ Р 60.6.3.1–2019, статья 2.32]

3.16

робот для работы в экстремальных условиях (робот для аварийных работ) [emergency response robot (*response robot*): Робот, развертываемый 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]

3.17

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

[ГОСТ Р 60.6.3.1– 2019, статья 2.34]

3.18

телеуправление (teleoperation): Управление в реальном времени движением робота или робототехнического устройства, осуществляемое оператором из удаленного места (дистанционно) с использованием телевизионного канала обратной связи.

Пример – Робототехнические операции по обезвреживанию бомб, сборке космической станции, подводным исследованиям и хирургические операции.

[ГОСТ Р 60.6.3.1–2019, статья 2.37]

3.19

(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– 20XX, статья 2.38]

3.20 уровни автономности (levels of autonomy): Упорядоченная последовательность индексов, представленных буквенно-числовыми символами, используемая для обозначения степени способности робота выполнять поставленные задания без взаимодействия с оператором.

3.21

целевой объект (испытания) [(testing) target]: Обозначенный или созданный физический объект, установленный в соответствующих стандартных методах испытаний для проверки или оценки возможностей как робота в целом, так и его подсистем.

[ГОСТ Р 60.6.3.1– 2019, статья 2.43]

3.22

число попыток (trial): Число, используемое для определения количества попыток, которые испытуемый робот должен выполнить в соответствии со стандартным методом испытаний, чтобы получить результаты, соответствующие требуемой статистической достоверности.

[ГОСТ Р 60.6.3.1–2019, статья 2.44]

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 минут.

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 8267–93, 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 испытания.

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. По существу, всесторонние испытания роботов на местности данного типа могут выявить проблемы в их конструкции или надежности, которые вызывают необходимость 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, площади 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 эксплуатационными мерами безопасности.

По существу, основным преимуществом использования роботов в аварийно-спасательных операциях является повышение безопасности и эффективности сотрудников аварийно-спасательных служб.

5.3 Данный метод испытаний позволяет соотнести ожидания пользователей с фактическими возможностями, обеспечивая понимание необходимости согласования возможностей, свойственных развертываемым роботам, при любой заданной стоимости. Например, решение проблемы конструкции, заключающейся в количестве аккумуляторных батарей, устанавливаемых на роботе, может повлиять на желаемую массу, рабочий ресурс или стоимость робота. Соответствующие уровни понимания могут помочь обеспечить формулировку спецификаций требований в пределах имеющихся возможностей.

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 возможностей роботов. Данный метод испытаний может установить надежность робота для выполнения поставленных задач, определения возможностей добиться успеха и содействия развитию экспериментальных систем.

5.4.3 Информирование о покупательских решениях, проведение приемочных испытаний и согласование целей применения со статистически значимыми данными о возможностях 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 испытаний на влияние освещенности предусматривают проведение испытаний как в помещении (оборудованном освещением) при уровне освещенности 150-300 лк, так и на открытом воздухе (при дневном свете) при уровне освещенности, как правило, до 1000 лк. Условия испытаний в темноте определены уровнем освещенности 0,1 лк. Уровень освещенности менее 0,1 лк не используют из-за стоимости реализации оборудования. Уровень освещенности 0,1 лк вполне достаточен для того, чтобы для выполнения задания робот обязательно был оснащен бортовыми осветительными приборами. 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 источники 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 секундомер, 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. Такая 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 применения 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 Испытательное оборудование должно быть масштабируемым для того, чтобы обеспечить определенный диапазон габаритных размеров, ограничивающих маневренность робота при выполнении задания. Установлены три типоразмера оборудования для проведения испытаний роботов: 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.

ГОСТ Р 60.6.3.17–20XX
(проект, первая редакция)

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.

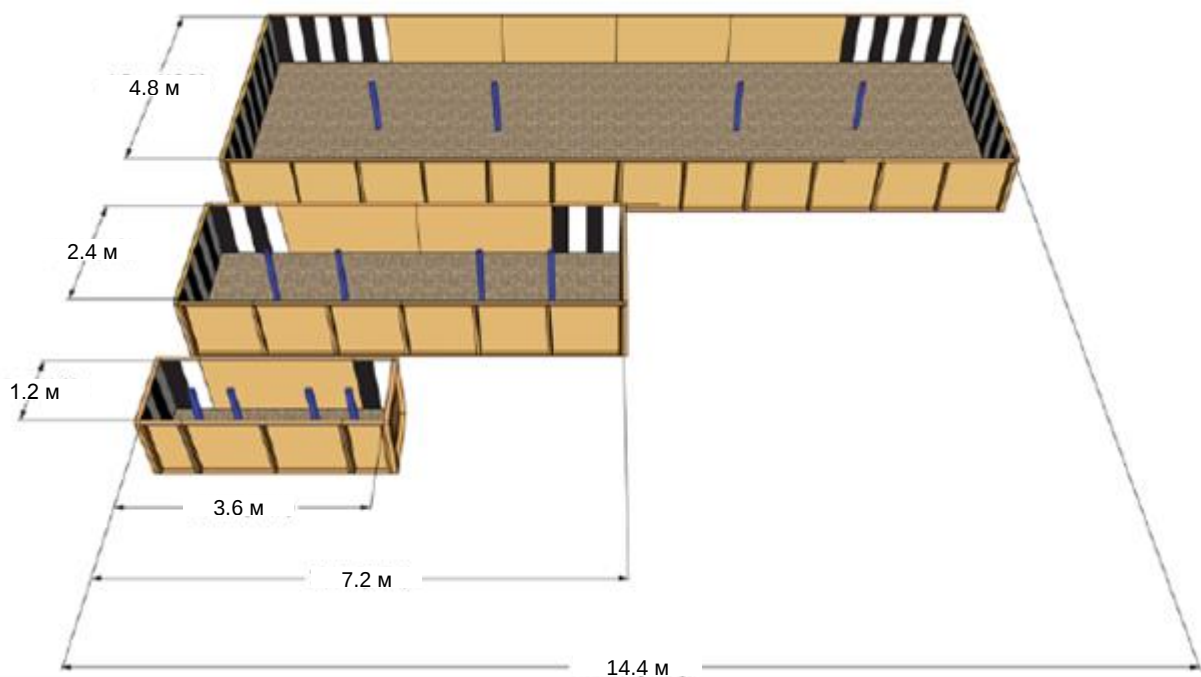


Рисунок 1 – Три типоразмера ограниченных гравийных участков

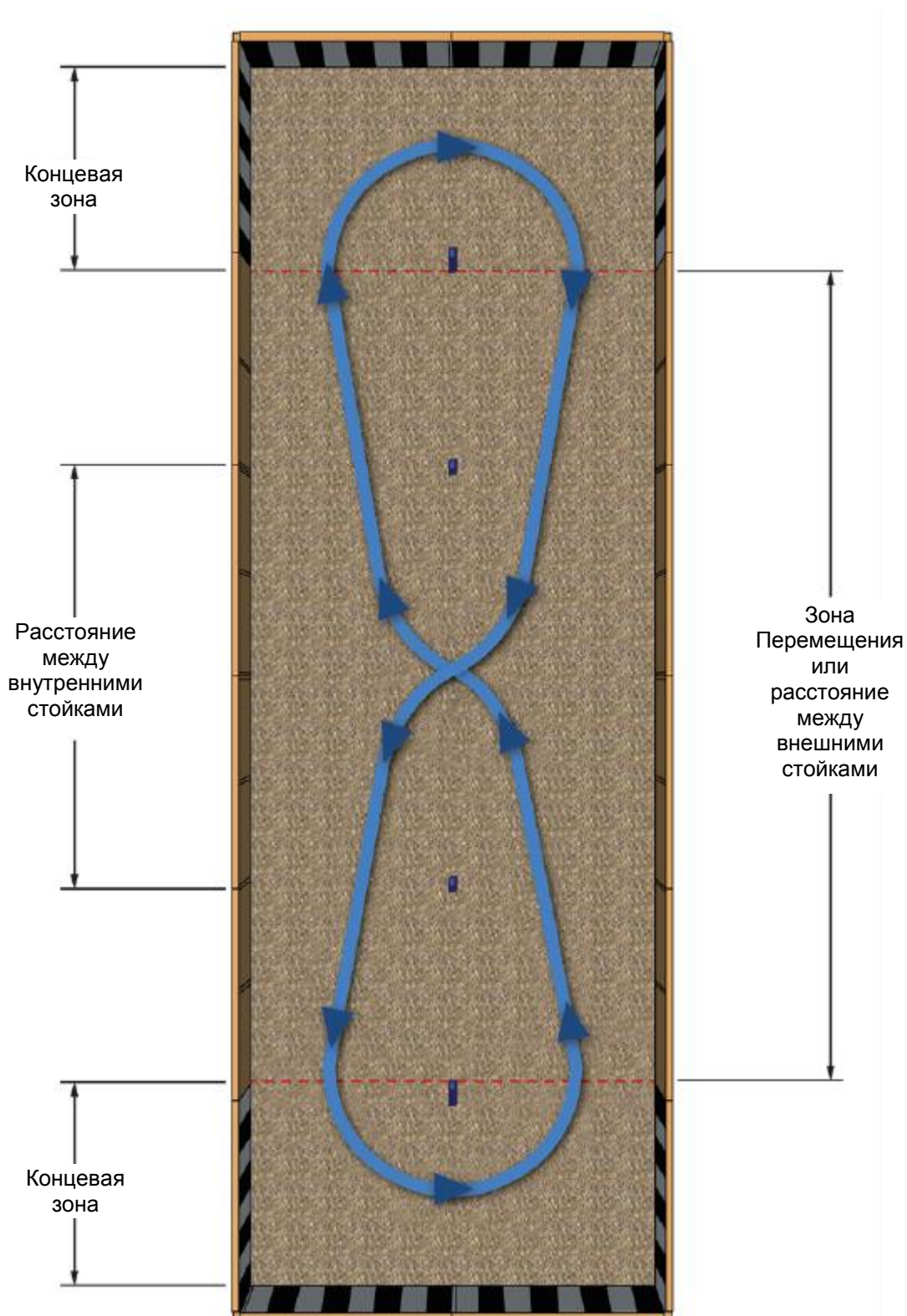


Рисунок 2 – Маршрут в форме «восьмерки» на ограниченном гравийном участке

6.3 Испытательный участок должен быть полностью покрыт гравием, состоящим из фракций размером от 5 до 10 мм по ГОСТ 8267–93 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 стенками высотой 1,2 м, которые, как правило, изготавливают из фанеры или ориентированно-стружечных плит (ОСП). Пиломатериалы с номинальным сечением 0,05 х 0,25 м также можно использовать для построения стенок.

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

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

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 стенке 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 стенки. 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 для технического об-

служивания в процессе 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 Испытательные попытки должны обеспечивать достаточное число успешно выполненных попыток, чтобы продемонстрировать надежность робота или оператора, необходимую для предполагаемых использований 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 Большое число попыток позволяет повысить точность определения рабочих характеристик одной и той же конфигурации испытуемого робота. При этом для определения отношения успешных попыток к сбоям из всего множества выполненных попыток следует рассматривать последние 30 последовательных попыток.

8.4 Необходимо выбрать требуемый интервал срабатывания таймера в минутах.

8.4.1 Таймер должен использоваться для регистрации времени, затраченного на выполнение попыток. Он должен обеспечивать точную фиксацию времени начала и окончания попытки, чтобы свести к минимуму неопределенность во времени, затраченном на ее выполнение.

8.4.2 Последовательные интервалы срабатывания таймера в минутах должны использоваться для измерения характеристик роботов, управляемых операторами, назначенными изготовителем. Подходящим интервалом срабатывания таймера может быть расчетное время для завершения 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 последовательные интервалы срабатывания таймера начинают превышать 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, хотя небольшое число выполненных попыток ограничит достоверность данных 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 уравнивать 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 другой 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 незначительное техническое обслуживание, хотя оно может быть ограничено по времени в соответствии с указанием заказчика испытаний. При техническом обслуживании не должны использоваться 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. Следующие ситуации должны считаться неисправностями, в результате которых попытка признается неудачной:

(1) Любой контакт робота со стойками или стенками испытательного оборудования.

(2) Любая ситуация с роботом, требующая физического вмешательства оператора или других лиц во время испытания (например, застрявший или поврежденный робот).

(3) 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:

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

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 Следующая информация о проведении испытаний и управлении испытаниями должна быть задокументирована в протоколе испытаний (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, где проводятся испытания.

10.1.5 «Адрес» – наименование населенного пункта, района или области, где проводятся 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 используется для идентификации основной полезной нагрузки, встроенных возможностей или областей применения по назначению; также данное обозначение используется для представления номера версии робота.

10.1.10 «Оператор/Организация» – фамилия и инициалы человека, который будет осуществлять телеуправление роботом при проведении испытаний, наименование организации, к которой относится 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» – указывается, использует ли оператор для связи с роботом радиоканал, кабель или их комбинацию при проведении испытаний.

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 увеличивается 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:

(1) Отказ от испытаний: Данный результат фиксируется, если оператор заявил об отказе от проведения испытаний.

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

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

(4) Средняя скорость прохождения маршрута: Рассчитывается в соответствии с разделом 9; результаты могут быть сопоставлены друг с другом, при этом каждый результат связан с соответствующим уровнем статистической значимости.

(5) Сведения обо всех сбоях или отказах: Фиксируются по мере их возникновения в соответствии с 8.8.

10.2.1 Рекомендуется отмечать следующие факторы:

(1) Робот не испытывался из-за проблем с составлением графика испытаний или по любым другим причинам;

(2) Причина или причины отказа от испытаний, неисправных состояний или технических пауз;

(3) Наблюдения, которые могут дополнить зафиксированные результаты в положительную или отрицательную сторону, любые комментарии, которые могут помочь интерпретировать результаты испытаний, или любые имеющиеся 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 Роботы разрабатываются 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 должна относиться к 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 приведены результаты испытаний для представительного набора испытуемых робо-

тов с разными габаритами, массами и механизмами передвижения. Было использовано оборудование размером 7,2 м в длину и 2,4 м в ширину. Их рабочие характеристики были 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
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 может повыситься до стабильного уровня после того, как он получит достаточную практику или подготовку, 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 повлиять 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:

средняя скорость передвижения робота = общее пройденное расстояние / общее затраченное время (1)

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

Погрешность средней скорости передвижения робота = (2) x (1), (3)
как измеренная и рассчитанная для конкретного робота

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

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

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
80% / 80% допускает:

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

Попытки выполнения задания

(отметить время, когда произошел 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



Перезагрузка
ОПУ

Примечания: _____

Руководитель/Организация испытаний: _____

Наименования видеофайлов: _____

Рисунок А.1 – Пример незаполненного протокола испытаний

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

Протокол испытаний

ДАТА:	<u>01.01.2019</u>	ИЗГОТОВИТЕЛЬ РОБОТА:	<u>НПО «Робот»</u>
МЕСТО:	<u>ООО «Тест»</u>	МОДЕЛЬ РОБОТА:	<u>R01</u>
АДРЕС:	<u>Санкт-Петербург</u>	КОНФИГУРАЦИЯ РОБОТА:	<u>M05</u>
МЕРОПРИЯТИЕ/ЗАКАЗЧИК:	<u>Независимое/ НПО «Робот»</u>	ОПЕРАТОР/ОРГАНИЗАЦИЯ:	<u>Иванов И.И./НПО «Робот»</u>

НАСТРОЙКИ ОБОРУДОВАНИЯ	ВНЕШНЯЯ СРЕДА	СВЯЗЬ С РОБОТОМ	ИТОГИ ИСПЫТАНИЯ
Маршрут 10 м			Номер испытания 1
Поперечный размер оборудования:	☒ Светлая (>100 лк)	Радиоканал ☒	Статистическая значимость 80% / 80% допускает:
☐ 1,2 м	☐ Темная (<0,1 лк)	Кабель ☐	☒ 0 сбоев за 10 попыток
☒ 2,4 м	20 Температура (°C)	Частота 2400 МГц	☐ 1 сбой за 20 попыток
☐ 4,8 м	73 Влажность (%)	Мощность 0,1 Вт	☐ 3 сбоя за 30 попыток
Наклон оборудования 0°			

Попытки выполнения задания (отметить время, когда произошел 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
30	45	10	10	100	15	6.7

Условные обозначения:	☒ Успешная попытка	☐ Техническая пауза	☒ Неисправность, требующая ремонта	☐ Робот застрял	☒ Перезагрузка ОПУ
-----------------------	--	--	--	--	--

Примечания: _____

Руководитель/Организация испытаний: 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
 МЕРОПРИЯТИЕ/ЗАКАЗЧИК: Независимое/ 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)
☐ Темная (<0,1 лк)
 20 Температура (°C)
 73 Влажность (%)

СВЯЗЬ С РОБОТОМ

- Радиоканал ☒
 Кабель ☐
 Частота 2400 МГц
 Мощность 0,1 Вт

ИТОГИ ИСПЫТАНИЯ

Номер испытания 1

Статистическая значимость
80% / 80% допускает:

- ☒ 0 сбоев за 10 попыток
 1 сбой за 20 попыток
 3 сбоя за 30 попыток

Попытки выполнения задания

(отметить время, когда произошел 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
0	75	21	10	210	75	2.8

Условные обозначения: ☒ Успешная попытка ☐ Техническая пауза ☒ Неисправность, требующая ремонта ☒ Робот застрял ☒ Перезагрузка ОПУ

Примечания: _____

Руководитель/Организация испытаний: 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 гравию

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 гравию	☒ ● ⊗	Попыток: 10	Дата: 01.01.2019	
Время начала:	12:55	Время окончания:	Не установлено	Затраченное время:	Не установлено
Признаки:	Робот не может двигаться из-за гравия, застрявшего в гусенице				
Инструменты:	☐ Нет ☒ Перечень: Гаечный ключ и отвертки для снятия гусеницы				
Способ устранения:	Оператор должен снять гусеницу и удалить гравий, 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
Российской Федерации 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 Стандартная терминология для оценки возможностей роботов для работы в экстремальных условиях
ГОСТ Р 60.6.3.4– 2019	MOD	ASTM E2803 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

ОКС 13.200 25.040.30

ОКПД2 28.99.39.190

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
