ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 60.6.3.23— 2022/ МЭК 62849:2016

Роботы и робототехнические устройства

СЕРВИСНЫЕ МОБИЛЬНЫЕ РОБОТЫ ДЛЯ ДОМАШНИХ РАБОТ

Методы оценки рабочих характеристик

(IEC 62849:2016, Performance evaluation methods of mobile household robots, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

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) совместно с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «РСТ») 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 19 августа 2022 г. № 797-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 62849:2016 «Методы оценки рабочих характеристик мобильных роботов для домашних работ» (IEC 82849:2016 «Performance evaluation methods of mobile household robots», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного 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.

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные и межгосударственные стандарты, сведения о которых 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

© IEC, 2016
© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Общие условия проведения испытаний 2
5 Использованные единицы 4
6 Измерения пространственного расположения 4
7 Способность возврата в исходное положение 5
8 Время работы на одной зарядке 7
9 Поведение робота на ступенчатой возвышенности 9
10 Исключение столкновений 10
11 Поведение робота при пересечении кабеля 12
Приложение А (обязательное) 16
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам 20
Библиография 21

Введение

Требования стандартов комплекса ГОСТ Р 60 распространяются на роботы и робототехнические устройства. Их целями являются 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. Они относятся к одной из следующих тематических групп: «Общие положения, основные понятия, термины и определения», «Технические и эксплуатационные характеристики», «Безопасность», «Виды и методы испытаний», «Механические интерфейсы», «Электрические интерфейсы», «Коммуникационные интерфейсы», «Методы моделирования и программирования», «Методы построения траектории движения (навигация)», «Конструктивные элементы». Стандарты любой тематической группы могут распространяться как на все роботы и робототехнические устройства, так и на отдельные группы объектов стандартизации — промышленные роботы в целом, промышленные манипуляционные роботы, промышленные транспортные роботы, сервисные роботы в целом, сервисные манипуляционные роботы, сервисные мобильные роботы, а также на морские робототехнические комплексы.

Настоящий стандарт относится к тематической группе «Виды и методы испытаний» и распространяется на сервисные мобильные роботы. Он идентичен международному стандарту МЭК 62849:2016, разработанному Техническим комитетом ТК 59 «Рабочие характеристики бытовых и аналогичных электроприборов» Международной электротехнической комиссии (МЭК).

Настоящий стандарт определяет общие методы оценки рабочих характеристик сервисных мобильных роботов бытового назначения. Он применим к любым бытовым колесным и колесно-гусеничным роботам, перемещающимся по полу, и сфокусирован на оценке их рабочих характеристик, связанных с мобильностью и потреблением энергии. По мере роста потребности в оценке рабочих характеристик, связанных с манипулированием, в последующих изданиях настоящего стандарта будут отражены соответствующие методы оценки.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Роботы и робототехнические устройства

СЕРВИСНЫЕ МОБИЛЬНЫЕ РОБОТЫ ДЛЯ ДОМАШНИХ РАБОТ

Методы оценки рабочих характеристик

Robots and robotic devices. Service mobile household robots. Performance evaluation methods

Дата введения — 2022—11—01

1 Область применения

Требования настоящего стандарта распространяются на мобильные роботы для домашних работ. Настоящий стандарт определяет методы испытаний и оценки рабочих характеристик, относящихся к общим свойствам разнообразных мобильных роботов для домашних работ.

Требования настоящего стандарта не распространяются на безопасность применения роботов, на требования, предъявляемые к их рабочим характеристикам.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

IEC TS 62885-1, Surface cleaning appliances — Part 1: General requirements on test material and test equipment (Приборы для чистки поверхности. Часть 1. Общие требования к материалам и оборудованию для испытаний)

IEC 62929:2014, Cleaning robots for household use — Dry cleaning: methods of measuring performance (Роботы бытовые для чистки. Сухая чистка. Методы измерения рабочих характеристик)

ISO 554, Standard atmospheres for conditioning and/or testing — Specifications (Атмосферы стандартные для кондиционирования и/или испытаний. Технические требования)

ISO 2768-1:1989, General tolerances – Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications (Допуски общие. Часть 1. Допуски на линейные и угловые размеры без указания допусков на отдельные размеры)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК поддерживают терминологические базы данных для использования в документах по стандартизации по следующим адресам:

- платформа ИСО для онлайн-просмотра доступна по адресу gost.e-ecolog.ru ;
- электропедия МЭК доступна по адресу gost.e-ecolog.ru .

3.1 **робот для домашних работ** (household robot): Исполнительный механизм с определенной степенью автономности, функционирующий в домашней или подобной ей внешней среде с целью выполнения задач по назначению.

Примечание — Функционирование включает перемещение и/или движение корпуса робота.

Издание официальное

3.2 **мобильный робот для домашних работ** (mobile household robot): Робот для домашних работ, способный перемещаться под своим собственным управлением.

3.3 **способность возврата в исходное положение** (capability of homing function): Способность мобильного робота для домашних работ возвращаться к зарядной станции (станциям) для подзарядки после выполнения задания или вызова пользователем.

3.4 **пространственное расположение** (pose)*: Комбинация позиции и ориентации в пространстве.

3.5 **автономный режим** (autonomous mode): Режим, устанавливаемый пользователем, при котором робот перемещается в горизонтальной плоскости без взаимодействия с пользователем.

3.6 **ручной режим** (manual mode)**: Режим, устанавливаемый пользователем, при котором робот перемещается, периодически или постоянно взаимодействуя с пользователем.

4 Общие условия проведения испытаний

4.1 Условия до начала испытаний

Робот должен быть полностью собран и находиться в работоспособном состоянии в соответствии с инструкциями изготовителя. Все необходимые регулировочные операции, настройки и функциональные тесты должны быть успешно выполнены.

До начала выполнения любой серии испытаний должны быть зарегистрированы возраст, состояние и история изделия.

Примечание — Информация о состоянии может включать номер/наименование модели, версию программного обеспечения и используемые приспособления, если присутствуют.

4.2 Условия эксплуатации и внешней среды

4.2.1 Общие положения

Значения рабочих характеристик, определенные с помощью надлежащих методов испытаний в соответствии с настоящим стандартом, действительны только при определенных условиях внешней среды и нормальных условиях эксплуатации, указанных изготовителем.

4.2.2 Условия эксплуатации

Все испытания следует выполнять в условиях, когда мобильный робот для домашних работ работает по своему назначению; нормальные условия эксплуатации должны соответствовать условиям, указанным в инструкции изготовителя.

Рабочие характеристики получают с помощью установленного программного обеспечения. Поэтому установленное программное обеспечение не должно быть модифицировано или изменено во время проведения серии испытаний.

4.2.3 Атмосферные условия

Если не указано иное, то испытания и измерения следует выполнять при следующих атмосферных условиях (в соответствии с ИСО 554):

- температура: (20 ± 5) °С;
- атмосферное давление: от 86 до 106 кПа.

Температура и условия влажности, если они заданы, должны соответствовать инструкции изготовителя для обеспечения хорошей повторяемости и воспроизводимости результатов. Следует обратить внимание на недопустимость их изменения во время испытания.

4.2.4 Условия освещенности

Если не указано иное, то испытания и измерения следует выполнять при следующих условиях освещенности:

- интенсивность: (200 ± 50) лк;
- цветовая температура: от 2000 до 6000 К.

Измерения следует производить на уровне испытательной поверхности.

---

* Термин «пространственное расположение» определен также в ГОСТ Р 60.0.0.4—2019, статья 4.5.

** Термин «ручной режим» определен также в ГОСТ Р 60.0.0.4—2019, статья 5.3.10.2.

4.3 Испытательное оборудование и материалы

Измерения на коврах выполняют на ровном полу, покрытом гладкой необработанной многослойной сосновой фанерой или эквивалентным материалом толщиной не менее 15 мм и размером, подходящим для испытания.

Оборудование и материалы для измерений (приборы, испытательные ковры, испытательная пыль и т. д.), используемые при испытании, до начала испытания выдерживают в течение не менее 16 ч при стандартных атмосферных условиях согласно 4.2.3.

4.4 Число образцов

Все измерения рабочих характеристик следует проводить на одном и том же образце (образцах) робота с его приспособлениями при их наличии.

Для проведения испытаний, предназначенных для имитации воздействий, которым может подвергнуться робот в процессе нормальной эксплуатации и которые могут вызвать ухудшение рабочих характеристик робота, могут потребоваться дополнительные образцы заменяемых деталей. Такие испытания следует проводить в конце программы испытаний.

4.5 Подготовка аккумуляторной батареи

Любая новая аккумуляторная батарея должна пройти, по крайней мере, один цикл полного заряда и полного разряда на роботе до проведения первого испытания робота.

Полный разряд на роботе должен быть осуществлен в процессе обычной эксплуатации робота в соответствии с инструкциями изготовителя.

Примечание — Полный разряд фиксируют по сигналу низкого разряда аккумуляторной батареи, если таковой имеется, без какого-либо движения.

4.6 Эксплуатация мобильного робота для домашних работ

Если в настоящем стандарте не указано иное, то должно быть выполнено следующее:

- до проведения испытания мобильный робот для домашних работ, его приспособления, докстанция и любые принадлежности необходимо использовать и отрегулировать в соответствии с инструкциями изготовителя для нормальной эксплуатации;
- рабочий режим робота может быть выбран и настроен только согласно опубликованным инструкциям изготовителя до начала испытания, чтобы привести его в соответствие с рабочей внешней средой;
- выбранный рабочий режим необходимо зарегистрировать.

Любое устройство, связанное с обеспечением безопасности, следует привести в работоспособное состояние.

4.7 Допуски на размеры

Для всех размеров, которые не представлены диапазонами и для которых не задан допуск, допуски должны быть определены по таблицам 1 и 2.

Таблица 1 — Допуски на линейные размеры (по ИСО 2768-1)

Диапазон номинального размера, мм	Допуск, мм
> 3 ≤ 6	±0,5
> 6 ≤ 30	±1,0
> 30 ≤ 120	±1,5
> 120 ≤ 400	±2,5
> 400 ≤ 1000	±4,0
> 1000 ≤ 2000	±6,0
> 2000 ≤ 5000	±8,0
Примечание — Значения приведены по ИСО 2768-1:1989, таблица 1.	

Таблица 2 — Допуски на внешний радиус и высоту фаски (по ИСО 2768-1)

Диапазон номинального размера, мм	Допуск, мм
> 0,5 ≤ 3	±0,4
> 3 ≤ 6	±1,0
> 6	±2,0
Примечание — Значения приведены по ИСО 2768-1:1989, таблица 2.	

5 Использованные единицы

Если не установлено иное, то все размеры выражают в следующих единицах:
- длина в миллиметрах (мм);
- угол в градусах (°);
- время в секундах (с);
- масса в килограммах (кг);
- скорость в метрах в секунду (м/с).

6 Измерения пространственного расположения

6.1 Общие положения

В данном испытании оценивают способность робота точно отрабатывать заданное пространственное расположение.

Примечание — Данное испытание важно для мобильных роботов, поскольку достижение заданных позиции и ориентации в конце перемещения является критическим для успешного выполнения задания.

6.2 Испытательный стенд

6.2.1 Общие положения

Данное испытание следует выполнять в центре испытательного помещения, определенного в МЭК 62929, без коврового покрытия, ножек стульев, ножек столов и других элементов на полу.

Размеры испытательного стенда — 4000 × 5000 мм. Пол должен быть покрыт необработанной многослойной сосновой фанерой или эквивалентным материалом толщиной не менее 15 мм либо уилтонским ковром в соответствии с IEC/TS 62885-1.

6.2.2 Тестовый режим

Данный режим дает роботу возможность выполнить повторяющееся действие тестового режима, по которому робот должен переместиться вперед на 1000 мм и повернуться на 90° четыре раза, чтобы сформировать однократную петлю. Данное испытание необходимо выполнить в направлениях по часовой стрелке и против часовой стрелки, как показано на рисунке 1. Точный способ перевода робота в тестовый режим должен быть четко указан изготовителем и быть простым для исполнения. После завершения работы в тестовом режиме робот остается в неработающем состоянии.

Примечание — Примерами способов перевода робота в тестовый режим могут быть требование к пользователю нажать комбинацию кнопок на роботе после его включения или требование удерживать комбинацию кнопок в течение некоторого времени, что не требуется при нормальной эксплуатации робота. Единственным условием является необходимость документирования данного способа.

6.3 Порядок проведения испытания

Полностью заряженный робот, находящийся в тестовом режиме, размещают в начальной позиции, как показано на рисунке 1. Центр корпуса робота должен находиться над центральной точкой начальной позиции, а корпус робота — ориентирован в направлении движения. Команду «начать работу» в направлениях по часовой стрелке и против часовой стрелки необходимо передать роботу, чтобы он самостоятельно двигался по заданным маршрутам, как показано на рисунке 1.

Размеры в миллиметрах

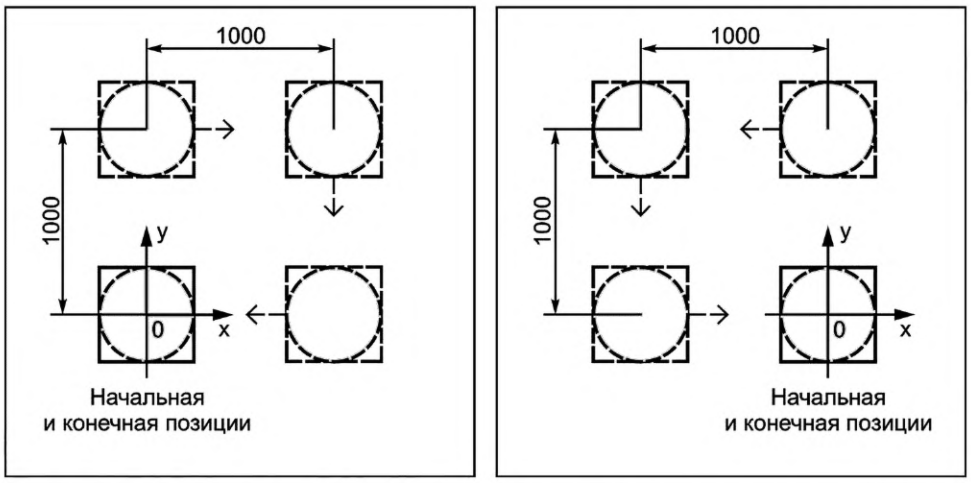


Рисунок 1 — Конфигурация измерений пространственного расположения

После завершения выполнения задания должны быть измерены отклонения (по положению и ориентации) между фактическим пространственным расположением и заданным пространственным расположением. Одно испытание для каждого задания (по часовой стрелке и против часовой стрелки) состоит из трех попыток.

Материал пола, на котором проводят испытания, указывают в протоколе испытания.

Примечание — Если тестовый режим, который должен обеспечить требуемое движение для данного испытания, не может быть легко реализован данным роботом, то данное испытание может быть пропущено.

Среднее отклонение по положению dP для данного испытания следует рассчитать по результатам трех попыток

$$dP = \frac{1}{3}\sum_{n=1}^{3} dP_n,$$

где dP_n — отклонение по положению на n-й попытке, n = 1, 2, 3; dP_n определяют как расстояние между фактическим положением центра корпуса робота после выполнения каждой попытки и положением центра корпуса робота в начальной позиции.

Среднее отклонение по ориентации dA для данного испытания следует рассчитать по результатам трех попыток

$$dA = \frac{1}{3}\sum_{n=1}^{3} dA_n,$$

где $d\mathrm{A}_n$ — отклонение по абсолютному углу на n-й попытке, n = 1, 2, 3; $d\mathrm{A}_n$ определяют как угол между направлением, в котором расположен корпус робота после выполнения каждой попытки, и направлением расположения корпуса робота в начальной позиции.

7 Способность возврата в исходное положение

7.1 Общие положения

В данном испытании оценивают способность робота находить путь обратно к своей зарядной станции из удаленного расположения, успешно пристыковаться к ней для подзарядки, а также время, затраченное на выполнение данного задания.

7.2 Испытательный стенд

Длина и ширина испытательного стенда — 5000 × 4000 мм, как показано на рисунке 2. Высота потолка — (2500 ± 50) мм от поверхности пола испытательного стенда. Высота перегородки — от 600 до 800 мм. Пол должен быть покрыт необработанной многослойной сосновой фанерой или эквивалентным материалом толщиной не менее 15 мм.

Белый удлинительный кабель закрепляют сверху плинтуса с помощью прозрачной ленты вдоль восточной стены по направлению к перегородке, затем его поднимают на верх перегородки, чтобы обеспечить подачу питания на станцию в позиции P_1. Для позиции P_2 белый удлинительный кабель протягивают от розетки на восточной стене вдоль плинтуса к станции в позиции P_2, как показано на рисунке 2.

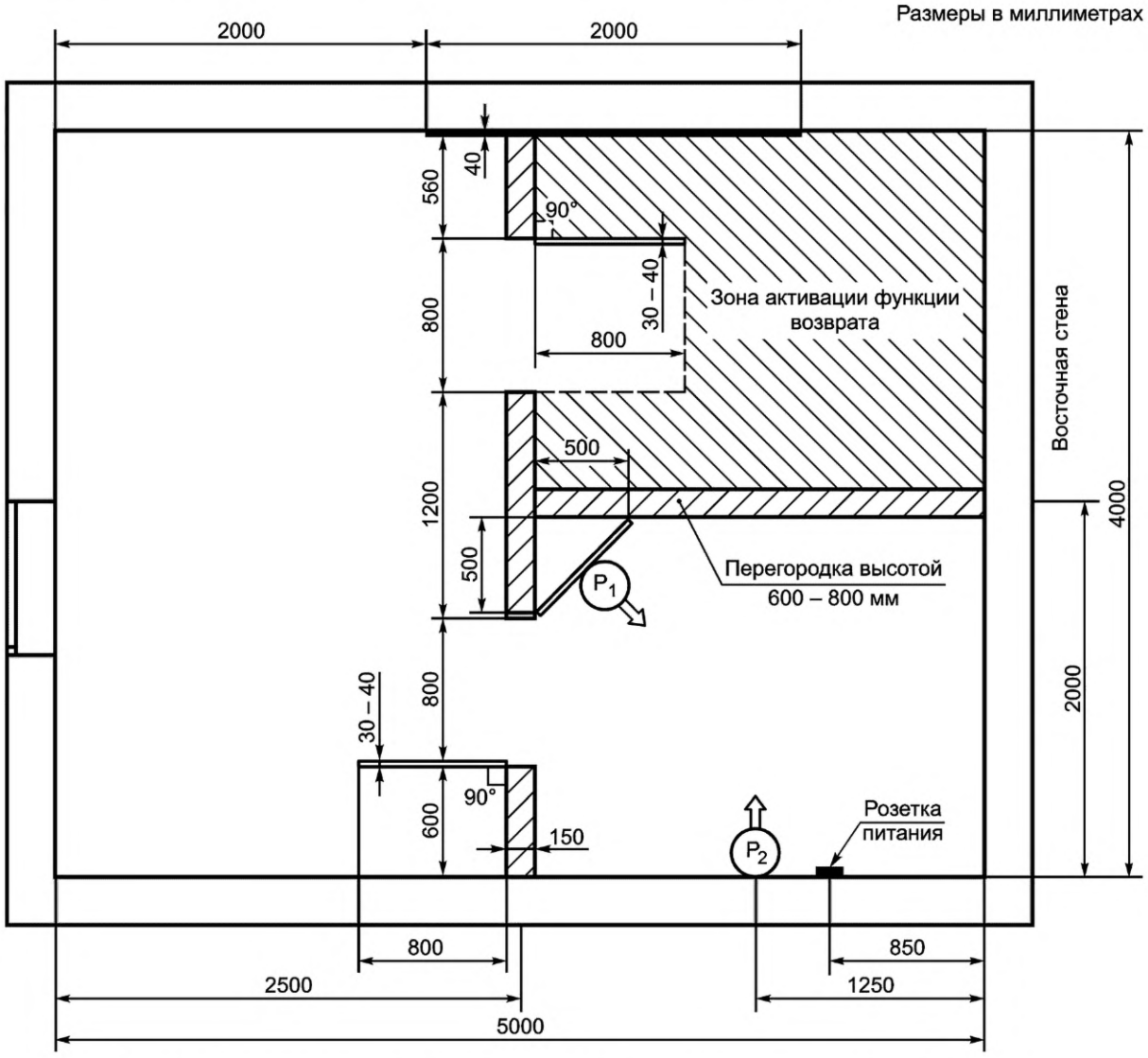


Рисунок 2 — Конфигурация для проверки способности возврата в исходное положение

7.3 Порядок проведения испытания

Полностью заряженный робот должен быть установлен в соответствии с инструкциями изготовителя для выполнения работы в обычном режиме от док-станции P_1 и P_2, как показано на рисунке 2. Команду на возврат в исходное положение следует дать, когда корпус робота находится в зоне активации команды возврата, как показано на рисунке 2. Время, за которое робот вернется к док-станции, необходимо измерить и зарегистрировать как *t*. Если робот не смог вернуться к док-станции в течение 30 мин, то данную попытку следует признать невыполненной, включая случай, когда робот неудачно

пристыковался к док-станции. Возврат к док-станции следует считать успешным, если робот пристыковался к ней и способен начать процесс подзарядки.

Один цикл испытания состоит из пяти попыток из каждой начальной позиции, все результаты которых должны быть зарегистрированы.

Способность робота к возврату в исходное положение определяют с помощью процента выполненных заданий и среднего времени.

Процент выполненных заданий необходимо рассчитывать по следующей формуле

$$R = \frac{C}{10} \cdot 100\ \%,$$

где R — процент выполненных заданий по возврату к док-станции;

C — число успешных попыток.

Среднее время возврата к док-станции вычисляют по формуле

$$\overline{t} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} t_i}{n},$$

где t_i — время возврата в i-й успешной попытке;

n — число успешных попыток;

$\overline{t}$ — среднее время возврата к док-станции.

Если существуют дополнительные устройства, способные улучшить наведение робота, то они могут быть факультативно использованы в соответствии с инструкциями изготовителя, и это должно быть зафиксировано в протоколе испытаний.

8 Время работы на одной зарядке

8.1 Общие положения

В данном испытании оценивают максимально возможное время работы робота за один цикл зарядки.

8.2 Испытательный стенд

Длина и ширина испытательного стенда — 5000 × 4000 мм, как показано на рисунке 3. Длина стены, окружающей пол испытательного стенда, — не менее 300 мм. Высота потолка — не более 3500 мм. Пол должен быть покрыт необработанной многослойной сосновой фанерой или эквивалентным материалом толщиной не менее 15 мм. Подробное описание мебели приведено в приложении А.

8.3 Порядок проведения испытания

До начала испытания робот должен быть полностью разряжен. Для обеспечения полного разряда аккумуляторной батареи ему необходимо поработать на достаточно большой площади. При этом зарядная станция должна быть удалена, чтобы не дать возможность батарее робота подзаряжаться и обеспечить ее полный разряд.

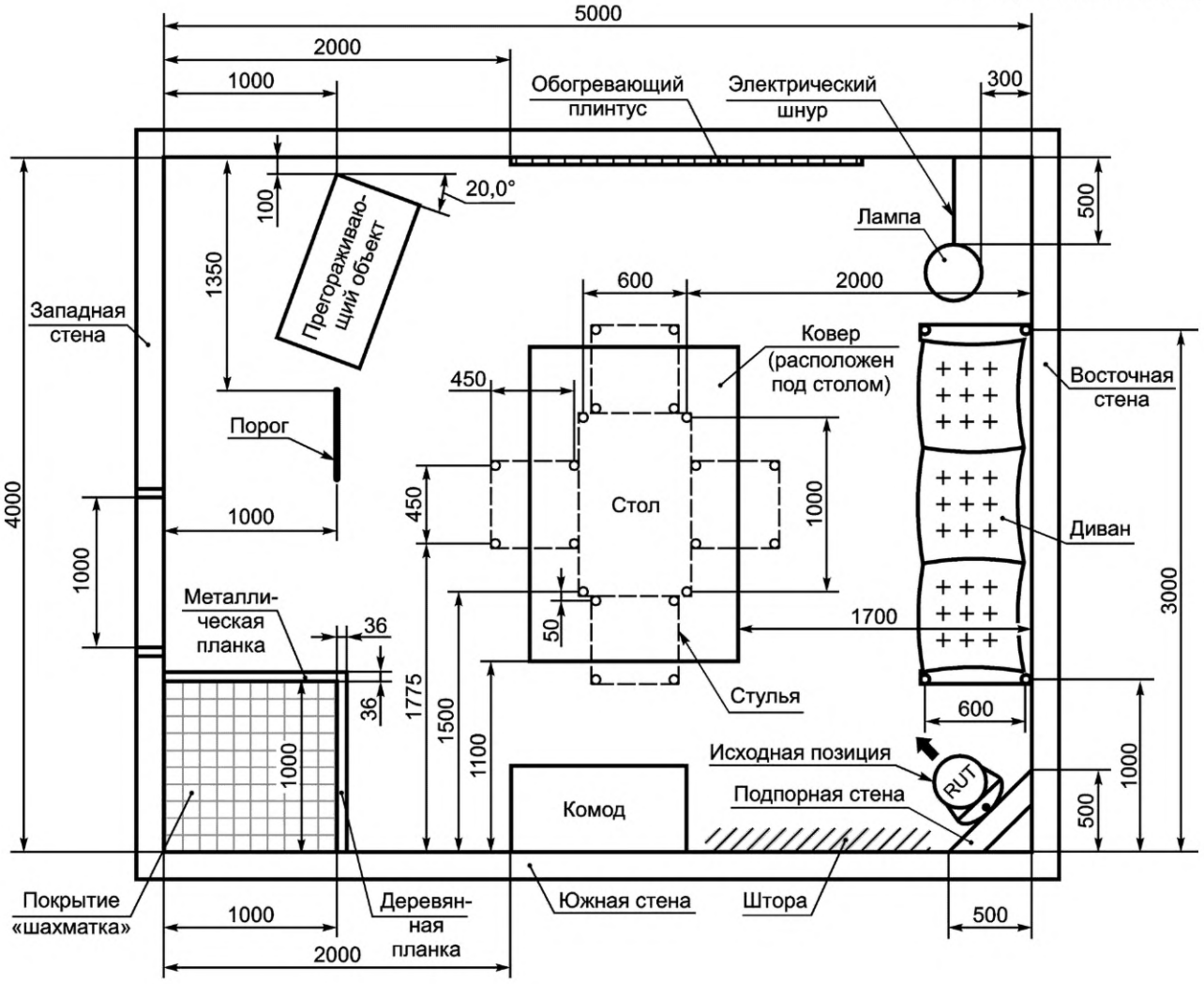
Примечание 1 — Полный разряд фиксируют по сигналу низкого разряда аккумуляторной батареи, если таковой имеется, при отсутствии какого-либо движения.

После разряда робот полностью заряжают в соответствии с инструкцией изготовителя. Сразу после этого проводят испытание. Либо робот снимают с зарядной станции и его питание выключают, чтобы предотвратить дополнительную потерю энергии.

Полная потребленная энергия зарядным устройством аккумуляторной батареи при зарядке робота до начала испытания должна быть зафиксирована как E_{max}.

Для проведения испытания полностью заряженный робот помещают на исходную позицию, показанную на рисунке 3, и запускают в рабочем режиме. Робот должен проработать в выбранном рабочем режиме в испытательном помещении до тех пор, пока он не остановится вдали от зарядной станции и его нельзя будет перезапустить, либо пока он не пристыкуется к зарядной станции. Следует зафиксировать общее время работы как t_{work}, а также выбранный рабочий режим.

Размеры в миллиметрах



RUT — испытываемый робот

Примечание — Испытательный стенд, изображенный на рисунке 3, соответствует рисунку 8 в МЭК 62929:2014.

Рисунок 3 — Конфигурация для оценки времени работы на одной зарядке

Робот необходимо полностью перезарядить в соответствии с инструкцией изготовителя. Соответствующее потребление энергии переменного тока должно быть зафиксировано как E_{work}.

Время работы на одной зарядке рассчитывают следующим образом

$$T_{max} = (E_{max}/E_{work}) \cdot t_{work},$$

где T_{max} — время работы на одной зарядке;

E_{max} — потребление энергии переменного тока роботом в процессе зарядки от полностью разряженного до полностью заряженного состояния;

E_{work} — потребление энергии переменного тока роботом от полностью заряженного до полностью разряженного состояния после каждой попытки;

t_{work} — общее время работы для каждой попытки.

Должны быть выполнены три попытки, и за результат определения времени работы на одной зарядке следует принять среднее значение.

Примечание 2 — Данный расчет основан на предположении линейных зависимостей для процесса зарядки.

Примечание 3 — Хотя данный метод испытания определен только для одиночного испытания, данное испытание может быть выполнено несколько раз.

Примечание 4 — Если из-за допустимых отклонений при измерении получилось, что $E_{work} > E_{max}$, то следует принять $T_{max} = t_{work}$.

9 Поведение робота на ступенчатой возвышенности

9.1 Общие положения

Целью данного испытания является определение возможности функционирования робота на ступенчатой возвышенности. Во время испытания мобильный робот должен перемещаться по возвышенности, при этом допускается перезапускать робота, чтобы возобновить движение, которое прекратилось из-за выполнения роботом своей функции. Выполнение некоторых возможных заданий (например, очистка воздуха без перемещения) не связано с движением, и время, необходимое для выполнения таких заданий, не включают в общее время выполнения данного испытания.

Примечание — При необходимости испытатель может перезапускать робота для возобновления движения.

9.2 Испытательный стенд

Испытательный стенд, изображенный на рисунке 4, состоит из основания и ступенчатой возвышенности. Основание и ступенчатая возвышенность должны быть изготовлены из необработанной многослойной сосновой фанеры. Расстояние от испытательного стенда до ближайшей стены — не менее 700 мм, а конфигурацию стенда не изменяют во время испытания.

Примечание 1 — Можно использовать разные материалы разного цвета для испытательного стенда и пола в разных комбинациях. При этом результаты испытания могут отличаться.

Примечание 2 — В случае если площадь основания робота больше размеров испытательного стенда, данный метод испытания не применяют.

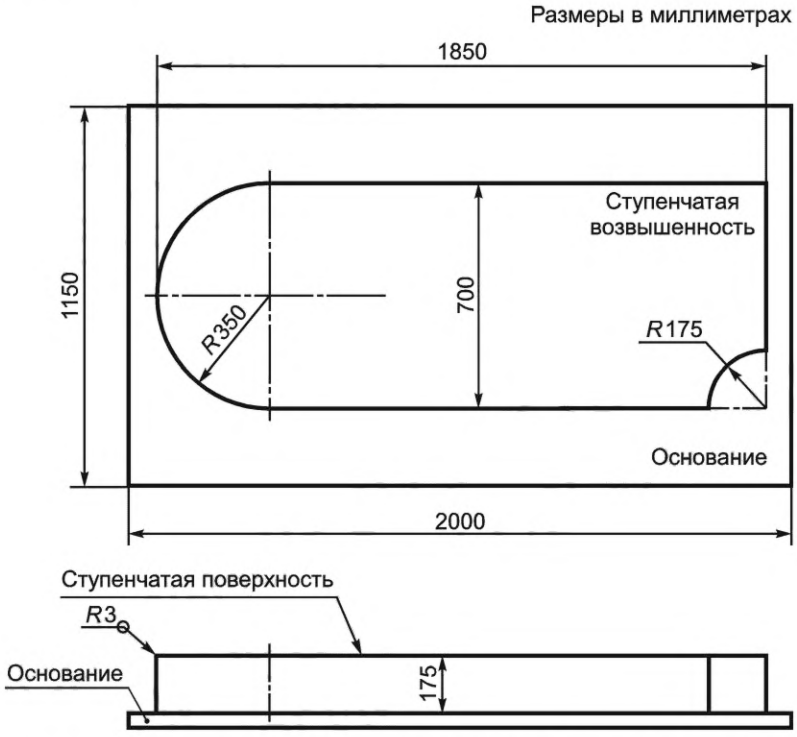


Рисунок 4 — Конфигурация для испытания функционирования робота на ступенчатой возвышенности

9.3 Порядок проведения испытания (автономные режимы)

Полностью заряженный робот помещают на исходную позицию, показанную на рисунке 5. Робот должен проработать в течение 10 мин в соответствии с инструкциями изготовителя. Поведение робота необходимо фиксировать. Возможны следующие виды поведения робота:

Размер в миллиметрах

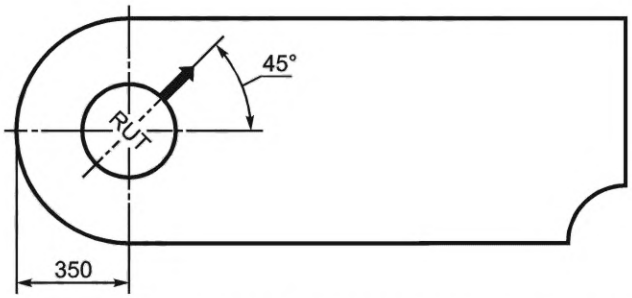


Рисунок 5 — Исходная позиция робота для преодоления одиночной степени

i) Касание основания. Робот не остановился на краю ступенчатой возвышенности и какая-либо часть его коснулась основания. Испытание должно быть остановлено.

ii) Зависание. Робот завис на краю ступенчатой возвышенности (но никакая его часть не находится в контакте с основанием) и не может продолжить движение. В данном случае его возвращают на исходную позицию и он продолжает работу, пока не истекли 10 мин, отведенные на данное испытание. Но если при зависании робот выдает сообщение об ошибке, то испытание останавливают раньше времени его окончания.

iii) Функционирование. Робот продолжает работать на ступенчатой возвышенности, вовремя определяя ее края. Если робот остановился до истечения 10 мин, отведенных на данное испытание, то его необходимо перезапустить с того места, где он остановился, для продолжения работы до истечения 10 мин.

Данное испытание следует повторить три раза для всех возможных рабочих режимов, определенных в инструкциях изготовителя. Тип поведения (касание основания, зависание, функционирование), время и рабочий режим должны быть зафиксированы в протоколе для каждого испытания.

9.4 Порядок проведения испытания (ручные режимы)

Примечание — Данный метод применим только в случае, если робот может перемещаться при управлении оператором в ручном режиме.

Следует поместить полностью заряженного робота на исходную позицию, как показано на рисунке 5 (см. 9.2). Робот должен перемещаться при управлении оператором вручную в течение 10 мин во всех возможных режимах. Оператор старается подвинуть робота к краю ступенчатой возвышенности. Поведение робота необходимо фиксировать в соответствии с вариантами поведения, указанными в 9.2, испытание следует продолжать в течение 10 мин, отведенных на данное испытание. Разные типы поведения робота (касание основания, зависание, функционирование) и соответствующие значения времени должны быть зафиксированы в протоколе испытания.

10 Исключение столкновений

10.1 Общие положения

В данном испытании определяют, будет ли робот вступать в прямой контакт с объектом, и если да, то с какой силой.

10.2 Испытательный стенд

Оборудование для испытания, состоящее из прибора для дискретизации показаний датчика усилия, основания измерительной установки, датчика усилия, направляющей и опорной пластины, представлено на рисунке 6. Высота окружающего ограждения — не менее 300 мм. Частота дискретизации

показаний датчика усилия — не менее 10 кГц. Основание измерительной установки закрепляют на полу для предотвращения его смещения. Датчик усилия подключают к прибору для дискретизации показаний. Опорную пластину соединяют с направляющей, при этом цвет ее поверхности должен соответствовать цвету необработанной многослойной сосновой фанеры. Высота и толщина опорной пластины должны быть 80 × 10 мм, а ее длину должен выбрать испытатель, рекомендуемыми значениями длины опорной пластины являются 200, 100 и 50 мм. Опорную пластину устанавливают на расстоянии (2 ± 1) мм от пола, которое, если требуется, согласовывают с высотой робота. Для того чтобы зафиксировать минимальное расстояние до препятствия, над опорной пластиной устанавливают высокоскоростную камеру с частотой съемки не менее 50 кадров в секунду, а между роботом и опорной пластиной размещают линейку с миллиметровыми делениями в диапазоне от 0 до 500 мм, как показано на рисунке 7.

10.3 Порядок проведения испытания

Полностью заряженный робот помещают на исходную позицию, как показано на рисунке 7. Робот получает команду выполнять свою обычную работу, двигаясь по направлению к цели. Опорная пластина, показанная на рисунке 6, является примером объекта, который может быть использован в качестве цели. Испытание следует завершить, если робот повернет или столкнется с целью. Испытатель может использовать опорную пластину с другими размерами по своему выбору. Подробное описание выбранной цели должно быть четко отражено в протоколе испытания (например, указать цвет, размеры, форму и т. д.).

Примечание — Роботу может быть предоставлено время на изучение окружающей среды данного испытания.

Данное испытание выполняют пять раз и завершают при следующих условиях.

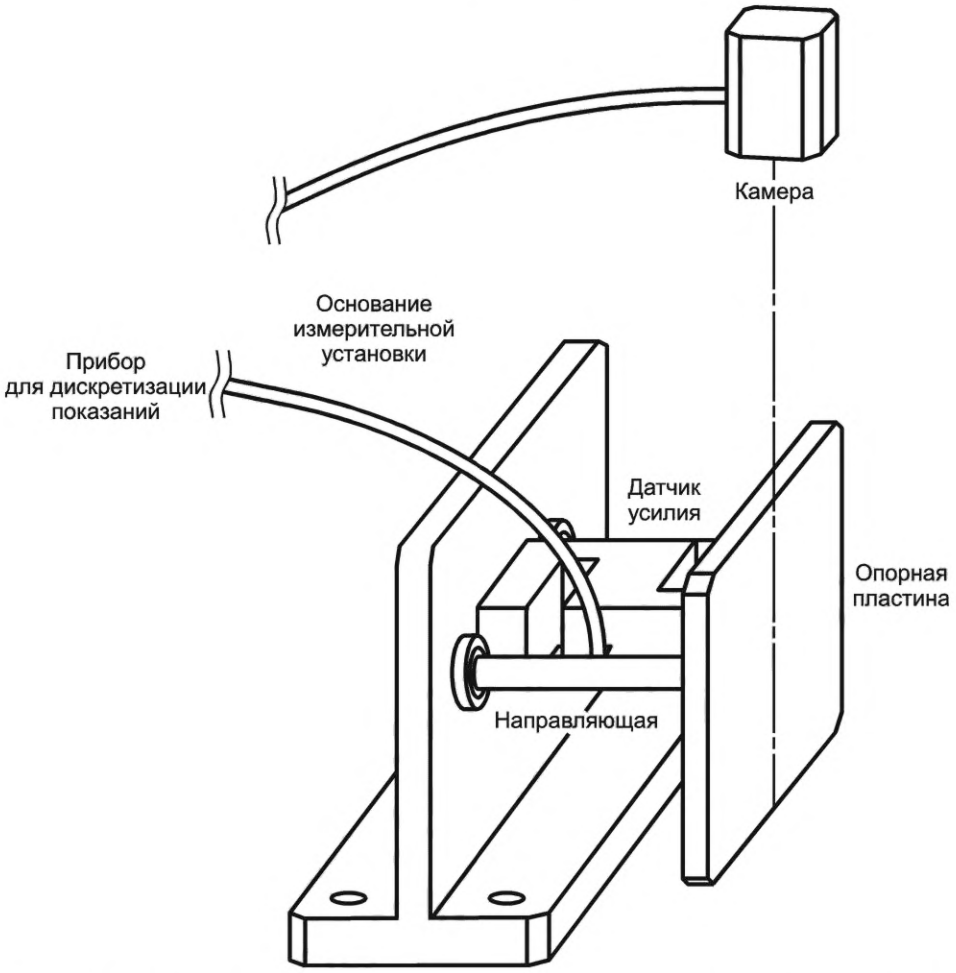


Рисунок 6 — Конфигурация установки для испытания на исключение столкновений

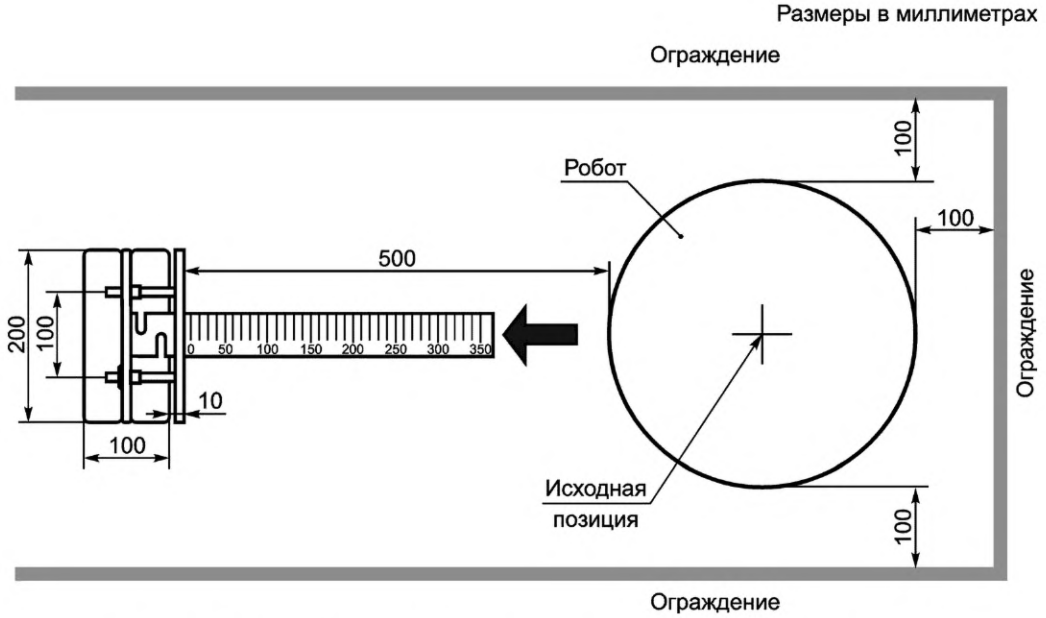


Рисунок 7 — Исходная позиция для испытания на исключение столкновений

Условие 1. Робот успешно избежал столкновения.

Робот движется вперед и не вступает в контакт с препятствием. Испытание завершают, минимальное расстояние до препятствия должно быть зафиксировано камерой. Если робот остановился по какой-либо причине во время данного испытания, его необходимо перезапустить из исходной позиции. Коэффициент исключения столкновения рассчитывают следующим образом:

$$R = \frac{S}{5} \cdot 100\ \%,$$

где R — коэффициент исключения столкновений в процентах;

S — число попыток, выполненных без столкновения.

Условие 2. Робот сталкивается с препятствием.

Испытание следует завершить, если робот сталкивается с препятствием.

Нужно зарегистрировать максимальное значение усилия.

Среднее усилие при столкновении с объектом рассчитывают следующим образом:

$$\overline{F} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} F_i}{n},$$

где F_i — максимальное усилие от столкновения с препятствием на i-м столкновении;

n — число столкновений с препятствиями;

$\overline{F}$ — среднее усилие при столкновении с препятствием.

11 Поведение робота при пересечении кабеля

11.1 Общие положения

В данном испытании измеряют воздействие, которое оказывает мобильный робот для домашних работ на кабель при попытке его пересечения. При наличии кабеля, прикрепленного к маятнику, можно измерить расстояние смещения маятника. Данное расстояние смещения соответствует импульсу, передаваемому кабелю.

Примечание — Данное испытание является сравнительным при выполнении в одной испытательной лаборатории, а полученные в нем абсолютные значения могут не быть повторены в других испытательных лабораториях.

11.2 Испытательный стенд

11.2.1 Общие положения

Длина и ширина испытательного стенда — не менее 2000 × 1150 мм. В зоне испытательного стенда размещают только испытываемое препятствие. Концентрические окружности, аналогичные мишени для игры в дартс, наносят на свободном участке пола, чтобы обеспечить отсутствие влияния окружающей обстановки на робота. Маятник из углеродного волокна следует подвесить к потолку так, чтобы его нижний конец свободно перемещался вдоль осей X и Y, при этом ось Z направлена вдоль оси маятника, а начало системы координат совпадает с центром свободно висящего маятника. Маятник необходимо установить так, чтобы его нижний конец располагался на высоте 15 мм от уровня пола. На конце маятника устанавливают ушко, через которое следует пропустить кабель так, чтобы он имел постоянный контакт с маятником, как показано на рисунке 8.

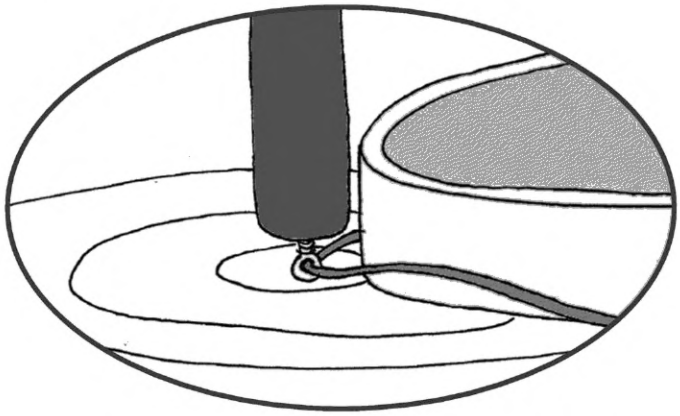


Рисунок 8 — Конфигурация закрепления кабеля

Длина маятника из углеродного волокна — (2,5 ± 0,2) м, а его внешний диаметр — от 20 до 40 мм. Важно, чтобы маятник был как можно более жестким и легким, чтобы обеспечить стабильность и повторяемость результатов. Желательно, чтобы маятник имел матовый черный цвет, его вес — (285 ± 30) г. Дополнительный груз весом 800 г должен быть жестко закреплен внутри трубки маятника в ее нижнем конце, чтобы центр масс маятника был расположен как можно ниже. Испытание следует проводить на полу из необработанной многослойной сосновой фанеры или эквивалентного материала толщиной не менее 15 мм.

11.2.2 Нанесение круговых маркеров

Необходимо отметить центральную точку конца маятника как центр концентрических окружностей, а затем нанести 120 концентрических окружностей диаметром от 10 до 1200 мм с интервалами в 10 мм, как показано на рисунке 9.

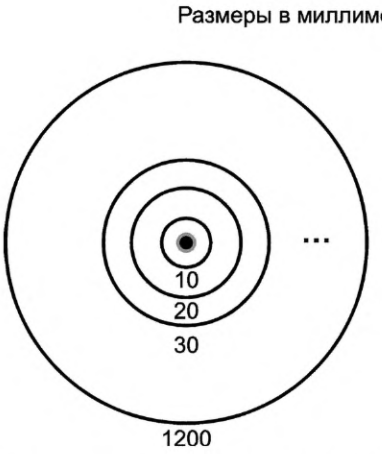


Рисунок 9 — Схематическое изображение круговых маркеров на полу

11.2.3 Кабель

Любые кабели, используемые в испытании, необходимо указывать в протоколе. Это должны быть обычные кабели, используемые внутри помещения, например:

- плоский кабель для зарядки с двумя проводниками и примерным поперечным сечением 3,7 × 1,8 мм;
- круглый кабель с тремя проводниками и примерным диаметром 7 мм, обычно используемый для подключения комнатных устройств, таких как настольные лампы.

Минимальная длина кабеля — 1200 мм, она может быть увеличена для робота большего размера. Длину кабеля, используемого для испытания, фиксируют в протоколе. Кабель размещают на расстоянии не менее 100 мм перед роботом в направлении его движения, маятник — сзади робота, а кабель — вокруг робота, как показано на рисунке 10. Кабель должен лежать на полу и располагаться свободно, образуя петли и изгибы. Максимально допустимая высота петли или изгиба — не более 40 мм, а средняя высота пролегания всего кабеля — от 10 до 20 мм.

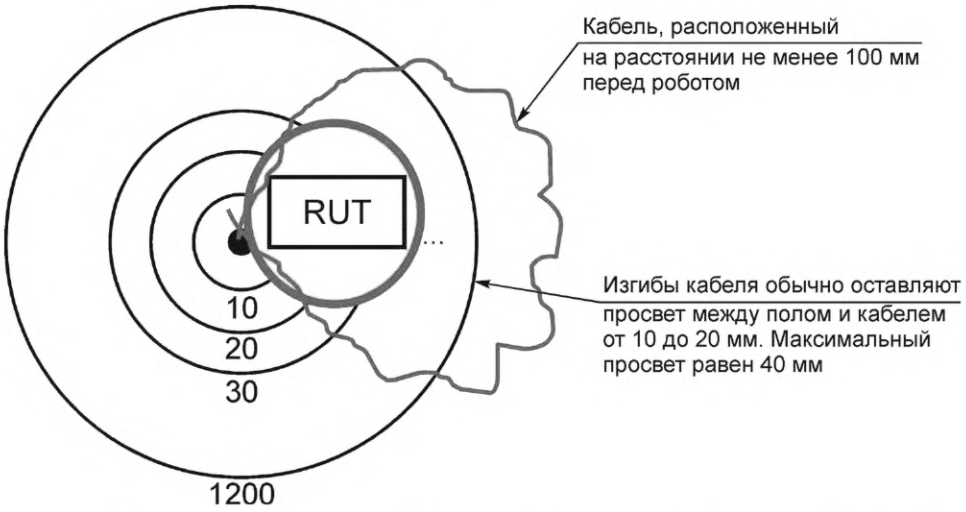


Рисунок 10 — Схематическое изображение круговых маркеров, кабеля и робота

11.3 Порядок проведения испытания

Исходная позиция. Для данного испытания следует использовать любую подходящую программу, предпочтительно ту, которая обеспечивает быстрое движение робота прямо вперед. Робот двигается прямо вперед, при этом маятник расположен сзади робота по его центру, как показано на рисунке 11. Следует зафиксировать отклонение центральной точки конца маятника, как показано на рисунке 12. Оно будет примерно пропорционально энергии, переданной препятствию.

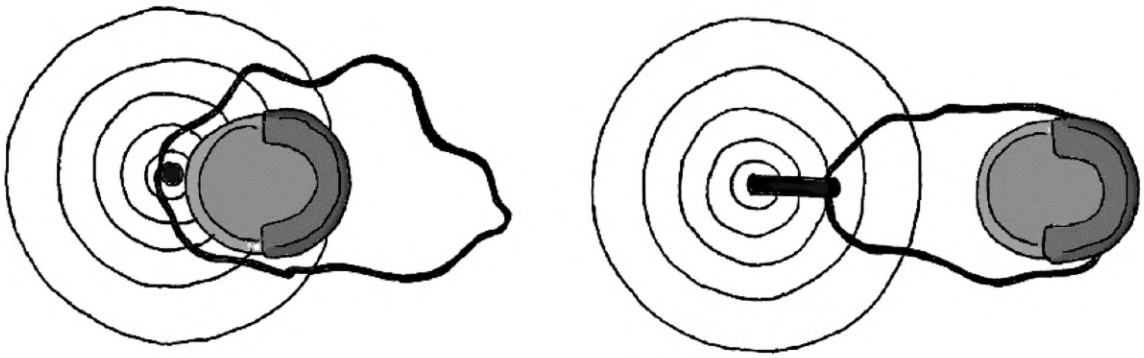


Рисунок 11 — Вид сверху на конфигурацию для испытания робота на пересечение кабеля

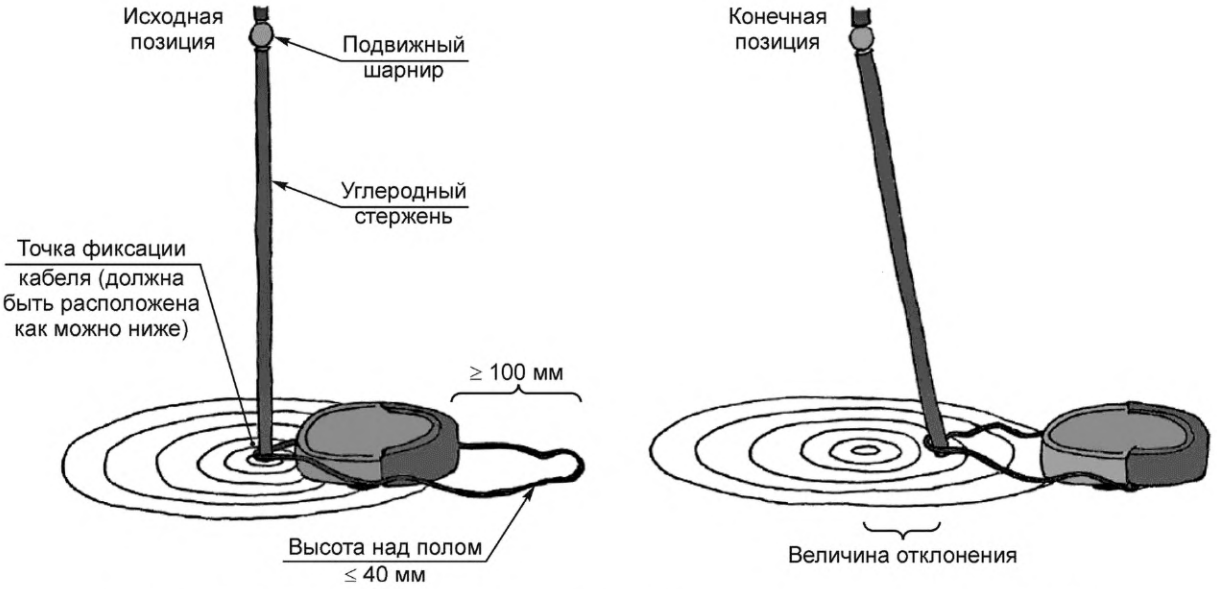


Рисунок 12 — Вид сбоку на конфигурацию для испытания робота на пересечение кабеля

Данное испытание должно быть выполнено не менее 10 раз и может иметь три возможных результата:

Результат 1. Робот переезжает через кабель со смещением или без какого-либо смещения маятника. В протоколе указывают максимальное отклонение центральной точки конца маятника.

Результат 2. Робот наезжает на кабель и запутывается в нем. В протоколе указывают максимальное отклонение центральной точки конца маятника и состояние застрявшего кабеля.

Результат 3. Робот обнаруживает кабель и предпринимает другое действие. В протоколе указывают максимальное отклонение центральной точки конца маятника и тип действия.

Следует сформировать в протоколе таблицу со средними и максимальными отклонениями центральной точки конца маятника. Если получен результат 2 или 3, то в прокол могут быть внесены дополнительные комментарии.

Приложение А
(обязательное)

А.1 Общие положения

Испытательная зона представляет собой пространство с размерами 4000 × 5000 мм (с допуском ±50 мм), ограниченное четырьмя стенами и потолком.

Пол испытательной зоны должен быть сделан из необработанной многослойной сосновой фанеры или другого подходящего материала. Размеры и характеристики мебели и препятствий, размещенных на полу, указаны в таблице А.1, а препятствия вокруг стола представлены на рисунке А.1.

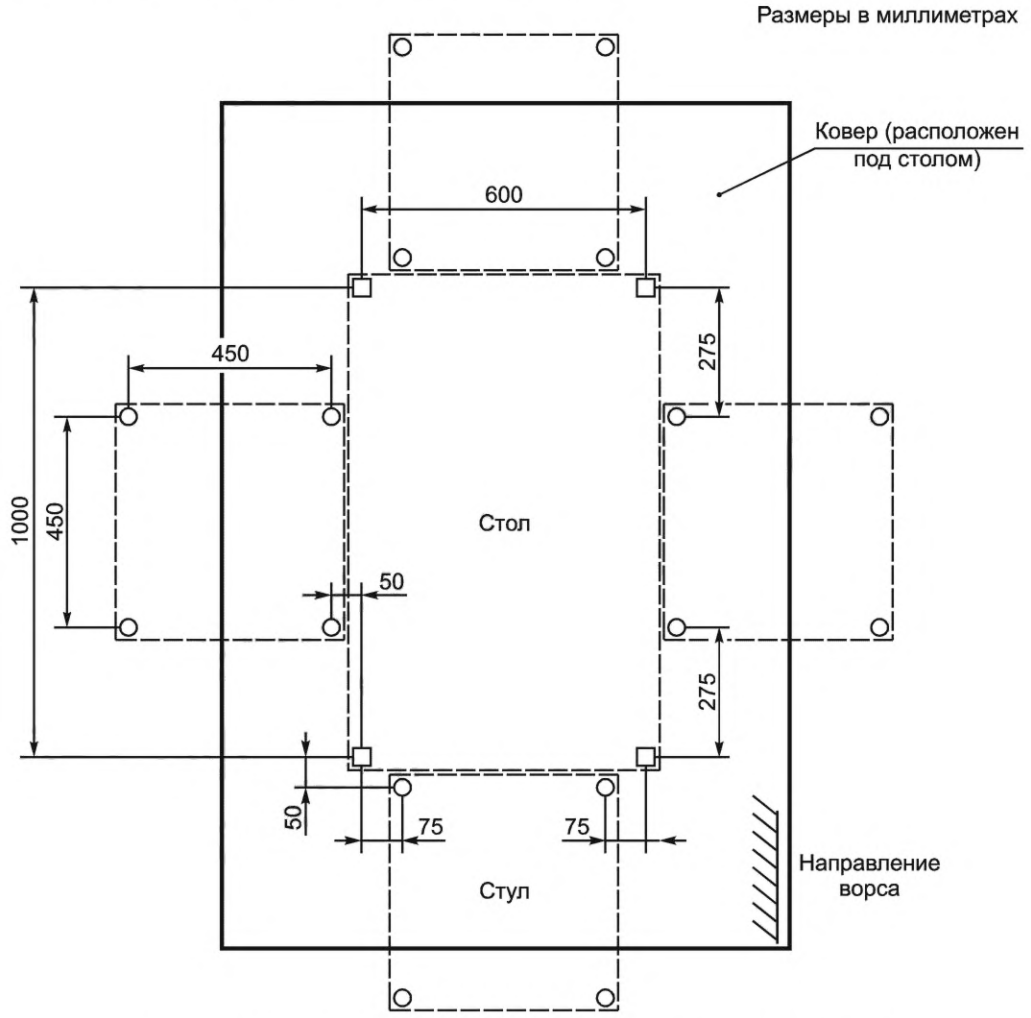


Рисунок А.1 — Детальное изображение препятствий вокруг стола

Таблица А.1 — Размеры мебели и препятствий

Предмет	Количество	Размеры, мм	Поверхность/цвет	Примечание
Комод	1	1000 (L) 500 (W) 300 (H)	Белый	Прикреплен к полу. Пространство под комодом должно быть недоступно. Ножек нет
Стол	1	1000 (L) 600 (W)	Натуральная вишня	4 ножки 40 мм (L) × 40 мм (W) × 300 мм (H). Расстояние 1000 мм (L) и 600 мм (W) между осевыми линиями ножек. Ножки прикреплены к полу

Окончание таблицы А.1

Предмет	Коли-чество	Размеры, мм	Поверхность/цвет	Примечание
Стулья	4	450 (L) 450 (W)	Натуральная вишня	4 ножки 35 мм (диаметр) × 300 мм (H). Расстояние между осевыми линиями ножек 450 мм. Ножки прикреплены к полу
Диван	1	2000 (L) 600 (W)	Белый	4 ножки 48 мм (диаметр) × 300 мм (H). Расстояние 2000 мм (L) и 600 мм (W) между осевыми линиями ножек. Ножки прикреплены к полу
Перегораживающий объект	1	1000 (L) 500 (W) 300 (H)	18 % серого	Ножек нет. Все стороны закрыты. Прикреплен к полу
Напольная лампа	1	330 (диаметр) 300 (H)	Белый	Основание: по внешнему краю фаска 5 мм (H) под углом 10°. Диаметр стойки в центре 30 мм. Прикреплена к полу
Напольный электрический провод	1	6 (диаметр) 900 (L)	Черный	Один конец соединен с розеткой на северной стене на высоте 350 мм, а другой конец закреплен на боковой стороне основания лампы. Не прикреплен к полу
Цилиндрический стержень	1	15 (диаметр) 500 (L)	Необработанная поверхность	Стержень цилиндрической формы и изготовлен из алюминия. Прикреплен к полу Примечание — Стержень моделирует цилиндрическую форму ножек стульев.
Обогревающий плинтус	1	2000 (L) 40 (W) 300 (H)	Натуральная вишня	Крепится к стене и полу. Прикреплен к полу
Ковер	1	1680 (L) 1200 (W) 10 (H)	Слоновая кость	Уилтонский ковер. Прикреплен к полу
Покрытие «шахматка»	1	1000 (L) 1000 (W) 7 (H)	Черный и белый	Каждая плитка должна иметь размеры: (100 ± 10) мм (W) × (100 ± 10) мм (L) × 7 мм (H). Белые плитки должны иметь полированную поверхность. Черные плитки должны быть матовыми без полировки. Плитки должны быть закреплены на полу без зазоров между ними. Планки должны быть прикреплены к полу
Металлическая планка	1	36 (W) 2 (H)	Необработанная поверхность	Алюминий (см. рисунки А.2 и А.4 для монтажа). Прикреплена к полу. В углу, где металлическая планка стыкуется с деревянной планкой, обе планки должны быть обрезаны под углом 45°
Деревянная планка	1	36,5 (W) 10 (H)	Обработанная древесина	Древесина (см. рисунки А.3 и А.4 для монтажа). Прикреплена к полу
Примечание — Все цвета указаны в формате RGB и являются ориентировочным значением предложенного цвета. Цвета могут изменяться в пределах ±5 % для каждого значения RGB.				

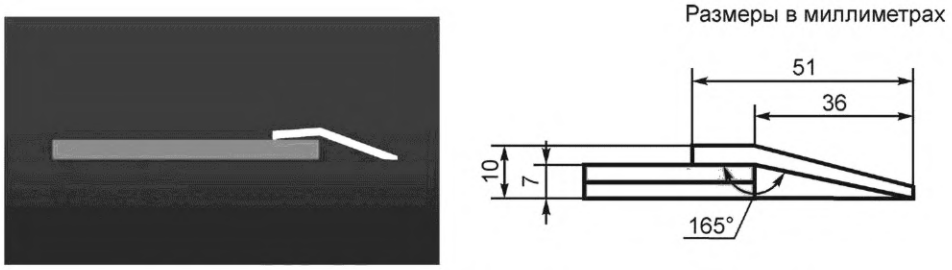


Рисунок А.2 — Иллюстрация установки металлической планки

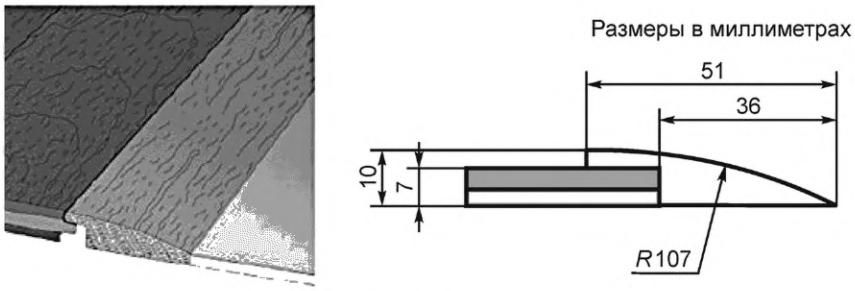


Рисунок А.3 — Иллюстрация установки деревянной планки

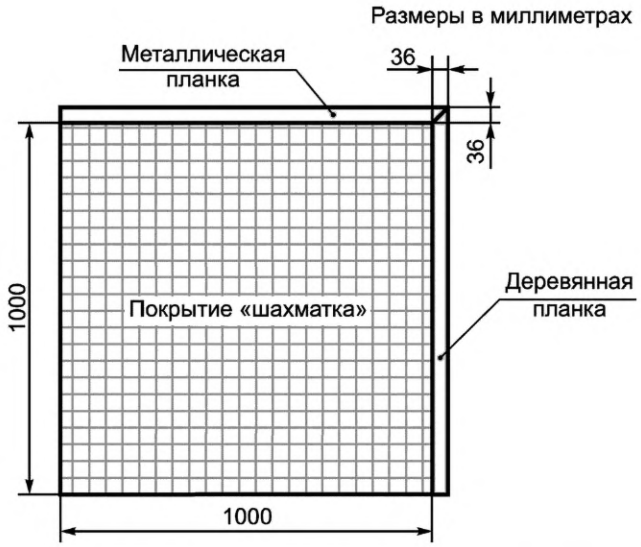


Рисунок А.4 — Детальный вид установки покрытия «шахматка» и планок

А.2 Спецификация двери

Конфигурация двери — в соответствии с рисунком А.5. Дверь имеет четыре вставные панели. Дверь охвачена дверной коробкой шириной 50 мм (W), которую устанавливают вровень со стеной (в результате дверь должна быть заглублена в стену на 50 мм). Дверной коробке может быть придана форма только по внутреннему краю с помощью закругления с максимальным радиусом 50 мм. Дверную ручку устанавливают справа (если смотреть из испытательной зоны). Дверь должна открываться наружу относительно испытательной зоны.

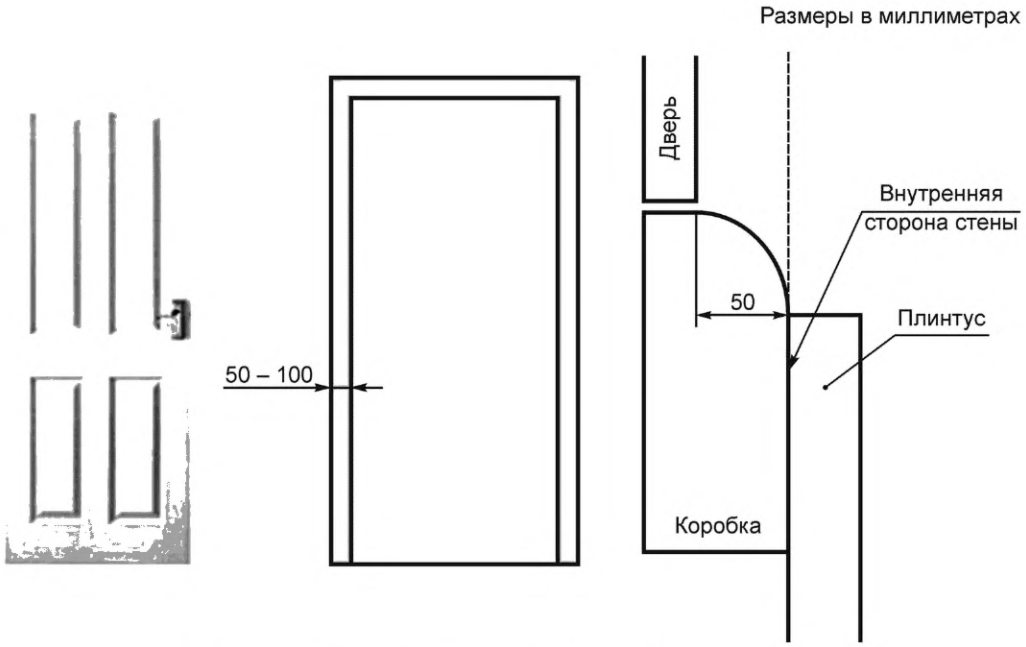


Рисунок А.5 — Изображение двери с четырьмя панелями

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта (документа)	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального или межгосударственного стандарта
IEC TS 62885-1	—	*
IEC 62929:2014	IDT	ГОСТ Р 60.6.3.22—2021/МЭК 62929:2014 «Роботы и робототехнические устройства. Роботы-пылесосы бытового и аналогичного назначения. Методы измерения рабочих характеристик»
ISO 554	—	*
ISO 2768-1:1989	MOD	ГОСТ 30893.1—2002 (ИСО 2768-1—89) «Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичный стандарт;
- MOD — модифицированный стандарт.

Библиография

[1] IEC 60335-1:2010 Household and similar electrical appliances — Safety — Part 1: General requirements
[2] ISO 8373 Robots and robotic devices — Vocabulary

УДК 64-83:64.06:007.52:006.86:006.034

ОКС 25.040.30
97.030

Ключевые слова: роботы, робототехнические устройства, сервисные роботы, мобильные роботы, роботы для домашних работ, рабочие характеристики, методы испытаний

Редактор *З.А. Лиманская*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 22.08.2022. Подписано в печать 31.08.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,77.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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