ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 60.6.3.15— 2026/ ИСО 18646-2:2024

Роботы и робототехнические устройства

РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ СЕРВИСНЫХ РОБОТОВ

Часть 2

Навигация

(ISO 18646-2:2024, Robotics — Performance criteria and related test methods for service robots — Part 2: Navigation, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 141 «Робототехника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 апреля 2026 г. № 334-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 18646-2:2024 «Робототехника. Рабочие характеристики и соответствующие методы испытаний сервисных роботов. Часть 2. Навигация» (ISO 18646-2:2024 «Robotics — Performance criteria and related test methods for service robots — Part 2: Navigation», 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 стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 60.6.3.15—2021/ИСО 18646-2:2019

*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

© ISO, 2024
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

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 Условия проведения испытаний 4
4.1 Общие положения 4
4.2 Условия внешней среды 4
4.3 Состояние поверхности перемещения 4
4.4 Условия эксплуатации 4
4.5 Маршруты перемещения 5
5 Определение характеристик отработки пространственного расположения 6
5.1 Цель испытаний 6
5.2 Рабочие характеристики 6
5.2.1 Погрешность отработки пространственного расположения 6
5.2.2 Повторяемость отработки пространственного расположения 8
5.3 Испытательный стенд 9
5.4 Методика проведения испытаний 9
5.5 Результаты испытаний 9
6 Обнаружение препятствий 10
6.1 Цель испытаний 10
6.2 Испытательный стенд 10
6.3 Методика проведения испытаний 11
6.4 Результаты испытаний 11
7 Обход препятствий 12
7.1 Цель испытаний 12
7.2 Испытательный стенд 12
7.3 Методика проведения испытаний 13
7.4 Результаты испытаний 14
8 Отклонение от маршрута 14
8.1 Цель испытаний 14
8.2 Испытательный стенд 14
8.3 Методика проведения испытаний 15
8.4 Результаты испытаний 15
9 Движение в узком проходе 16
9.1 Цель испытаний 16
9.2 Испытательный стенд 16
9.3 Методика проведения испытаний 16
9.4 Результаты испытаний 17
10 Точность картографирования 17
10.1 Цель испытаний 17
10.2 Испытательный стенд 17
10.3 Методика проведения испытаний 19
10.4 Результаты испытаний 19
Приложение А (справочное) Навигация на открытой местности 20
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам 21
Библиография 22

Введение

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

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

Настоящий стандарт относится к тематической группе «Виды и методы испытаний» и предназначен для определения навигационных характеристик мобильных роботов и методов испытаний для их подтверждения. Требования настоящего стандарта распространяются на сервисные мобильные роботы.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Роботы и робототехнические устройства

РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ СЕРВИСНЫХ РОБОТОВ

Часть 2

Навигация

Robots and robotic devices.
Performance criteria and related test methods for service mobile robots.
Part 2. Navigation

Дата введения — 2026—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет навигационные характеристики сервисных мобильных роботов и методы их испытаний для оценки навигационных характеристик. К навигационным характеристикам относят погрешность и повторяемость отработки пространственного расположения робота, способность обнаруживать и обходить препятствия, отклонение от маршрута, способность перемещаться в узком проходе и точность построения карты внешней среды. Существуют и другие навигационные характеристики мобильных роботов, но они выходят за рамки области применения настоящего стандарта.

Навигационные характеристики и соответствующие методы испытаний, установленные в настоящем стандарте, применимы только к мобильным платформам, находящимся в контакте с поверхностью перемещения. Но область применения настоящего стандарта не распространяется на мобильные платформы, перемещающиеся в подводной среде. Для оценки рабочих характеристик манипуляторов применяют ИСО 9283.

В настоящем стандарте установлены методы испытаний сервисных мобильных роботов для закрытых помещений. Однако данные методы испытаний могут также быть применимы и к роботам, перемещающимся на открытой местности, как это показано в приложении А.

Область применения настоящего стандарта не распространяется на верификацию или валидацию требований безопасности, а также на требования безопасности персонала, проводящего испытания.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий международный стандарт [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

ISO 7176-13, Wheelchairs — Part 13: Determination of coefficient of friction of test surfaces (Кресла-коляски. Часть 13. Определение коэффициента трения испытательных поверхностей)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

Издание официальное

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

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

3.1 **робот** (robot): Программируемый исполнительный механизм, обладающий определенной степенью автономности и предназначенный для выполнения перемещения, манипулирования или позиционирования.

Примечание 1 — В состав робота входит система управления.

Примечание 2 — Примерами механической конструкции роботов являются манипулятор, *мобильная платформа* (3.3) и носимый робот.

[ИСО 8373:2021, статья 3.1]

3.2 **мобильный робот** (mobile robot): *Робот* (3.1), способный передвигаться под своим собственным управлением.

Примечание 1 — Мобильный робот может быть *мобильной платформой* (3.3) с манипуляторами или без них.

Примечание 2 — Кроме автономной работы мобильный робот может иметь средства для дистанционного управления.

[ИСО 8373:2021, статья 4.15]

3.3 **мобильная платформа** (mobile platform): Совокупность всех компонентов, обеспечивающих передвижение.

Примечание 1 — Мобильная платформа может включать шасси, которое может использоваться для поддержки *нагрузки* (3.6).

Примечание 2 — На мобильной платформе может быть предусмотрена конструкция для установки манипулятора.

Примечание 3 — Мобильная платформа, перемещающаяся по заранее определенному *маршруту* (3.14), обозначенному маркерами или внешними командами управления, обычно используется для логистических задач в промышленной автоматизации. Также называется Автоматически Управляемой Тележкой (AGV) или Беспилотным Промышленным Транспортом. Стандарты для таких транспортных средств разрабатывает ISO/TC 110.

[ИСО 8373:2021, статья 4.16]

3.4 **сервисный робот** (service robot): *Робот* (3.1) для персонального или профессионального использования, который выполняет задания, полезные для людей или оборудования.

Примечание 1 — Задания при персональном использовании включают перемещение или обслуживание объектов, транспортировку, физическую поддержку, предоставление руководств или информации, уход, приготовление пищи и обработку продуктов, уборку.

Примечание 2 — Задания при профессиональном использовании включают осмотр, наблюдение, манипулирование объектами, перевозку людей, предоставление руководств или информации, приготовление пищи и обработку продуктов, уборку.

[ИСО 8373:2021, 3.7]

3.5 **навигация** (navigation): Процесс, включающий планирование маршрута, *локализацию* (3.17), *картографирование* (3.18) и обеспечение необходимого направления перемещения.

Примечание 1 — Навигация может включать планирование маршрута для перемещения от точки к точке и полного покрытия заданной области.

[ИСО 8373:2021, 8.6]

3.6 **нагрузка** (load): Сила и/или крутящий момент, воздействующие на механический интерфейс или *мобильную платформу* (3.3), которые могут быть приложены по разным направлениям движения при заданных значениях скорости и ускорения.

Примечание 1 — Нагрузка является функцией массы, момента инерции, а также статических и динамических сил, воздействующих на *робота* (3.1).

[ИСО 8373:2021, 7.2]

3.7 **номинальная нагрузка** (rated load): Максимальная нагрузка (3.6), которая может быть приложена к механическому интерфейсу или *мобильной платформе* (3.3) при *нормальных условиях эксплуатации* (3.9) без ухудшения каких-либо рабочих характеристик.

Примечание 1 — Номинальная нагрузка, где это применимо, включает инерционное влияние рабочего органа, вспомогательного оборудования и перемещаемой детали.

[ИСО 8373:2021, 7.2.1]

3.8 **номинальная скорость** (rated speed): Максимальная скорость *мобильной платформы* (3.3), оснащенной *номинальной нагрузкой* (3.7) при *нормальных условиях эксплуатации* (3.9).

[ИСО 18646-1:2016, 3.11]

3.9 **нормальные условия эксплуатации** (normal operating conditions): Диапазон условий внешней среды и других параметров, в которых предполагается эксплуатация *робота* (3.1) в соответствии с указаниями изготовителя.

Примечание 1 — К условиям внешней среды относятся температура и влажность.

Примечание 2 — К другим параметрам внешней среды относятся нестабильность источника электропитания и электромагнитные поля.

[ИСО 8373:2021, 7.1]

3.10 **программа выполнения задания** (task program): Совокупность команд, определяющих движения и другие функции робота, необходимые для выполнения конкретного задания для *робота* (3.1) или робототехнического комплекса.

Примечание 1 — Данный тип программы разрабатывает программист задания.

Примечание 2 — Область применения — это вся сфера деятельности робота, а задание — это конкретные действия в рамках области применения.

[ИСО 8373:2021, 6.1]

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

Примечание 1 — Под пространственным расположением манипулятора обычно понимают позицию и ориентацию рабочего органа или механического интерфейса.

Примечание 2 — Пространственное расположение *мобильного робота* (3.2) может включать совокупность пространственных расположений *мобильной платформы* (3.3) и любого манипулятора, установленного на мобильной платформе, относительно системы координат мобильной платформы.

Примечание 3 — Для мобильных роботов, перемещающихся на плоской поверхности, ориентацию обычно представляет скалярный угол относительно нормали к плоской поверхности относительно опорного направления.

[Адаптировано из ИСО 8373:2021, статья 5.5 — добавлено примечание 3]

3.12 **заданное пространственное расположение** (command pose): *Пространственное расположение* (3.11), определенное в *программе выполнения задания* (3.10).

[ИСО 8373:2021, 5.5.1]

3.13 **фактическое пространственное расположение** (attained pose): *Пространственное расположение* (3.11), достигнутое *роботом* (3.1) при отработке *заданного пространственного расположения* (3.12).

[ИСО 8373:2021, 5.5.2]

3.14 **маршрут** (path): Путь, соединяющий упорядоченное множество *пространственных расположений* (3.11).

[ИСО 8373:2021, 5.5.4]

3.15 **кластер** (cluster): Множество измеренных точек, используемых для расчета точности и повторяемости характеристик.

[ИСО 9283:1998, 3.1]

3.16 **барицентр** (barycentre): Точка, координаты которой равны средним значениям *кластера* (3.15) точек.

Примечание 1 — Для кластера из n точек, определенных координатами (x_j — y_j — z_j), барицентр этого кластера точек вычисляют следующим образом:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_j, \quad \bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} y_j, \quad \bar{z} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} z_j.$$

[Адаптировано из ИСО 9283:1998, 3.2]

3.17 **локализация** (localization): Определение *пространственного расположения* (3.11) *мобильного робота* (3.2) или его идентификация на карте внешней среды.

[ИСО 8373:2021, 8.2]

3.18 **картографирование** (*построение карты, создание карты*) [mapping (*map building*, *map generation*)]: Формирование карты внешней среды для описания внешней среды с ее геометрическими и выявляемыми особенностями, наземными ориентирами и препятствиями.

[ИСО 8373:2021, 8.5]

3.19 **тестовая конфигурация** (test configuration): Конкретное расположение тестовых объектов.

3.20 **попытка** (trial): Однократное исполнение испытания, выполненное в идентичной *тестовой конфигурации* (3.19).

Примечание 1 — Попытка может быть повторена несколько раз.

4 Условия проведения испытаний

4.1 Общие положения

Робот должен быть собран и работоспособен в соответствии со спецификацией изготовителя, а его аккумуляторные батареи должны быть полностью заряжены. Следует обеспечить необходимые меры безопасности персонала во время проведения испытаний.

Испытаниям должна предшествовать подготовка робота к эксплуатации, установленная изготовителем. Проделанная подготовка должна быть отражена в протоколе испытаний.

При проведении испытаний, установленных в настоящем стандарте, должны быть соблюдены все условия, определенные в данном разделе, если иное не указано в конкретных пунктах.

Каждое испытание, установленное в настоящем стандарте, может предусматривать разные тестовые конфигурации, для которых необходимы разные методики проведения испытания. Для каждой тестовой конфигурации может потребоваться выполнение нескольких попыток, если это определено в методике проведения испытания.

4.2 Условия внешней среды

Во время проведения всех испытаний следует поддерживать следующие условия внешней среды:

- температура внешней среды: от 10 °С до 30 °С;
- относительная влажность: от 0 % до 80 %;
- освещение: от 100 лк до 1000 лк.

Условия окружающей среды должны быть указаны в протоколе испытаний. Изготовитель может задать условия окружающей среды, выходящие за пределы указанных диапазонов (см. приложение А).

Примечание — Даже если отражающая способность поверхности перемещения может повлиять на рабочие характеристики, она не включена в данные условия окружающей среды.

4.3 Состояние поверхности перемещения

Для проведения испытаний следует использовать твердую и ровную горизонтальную поверхность перемещения с коэффициентом трения в диапазоне от 0,6 до 1,0, измеренным согласно ИСО 7176-13.

4.4 Условия эксплуатации

Все рабочие характеристики должны быть измерены при нормальных условиях эксплуатации. Если характеристики измеряют при других условиях, то это должно быть указано в протоколе испытаний.

Во всех испытаниях робот должен двигаться с номинальной скоростью и при номинальной нагрузке, если не указано иное.

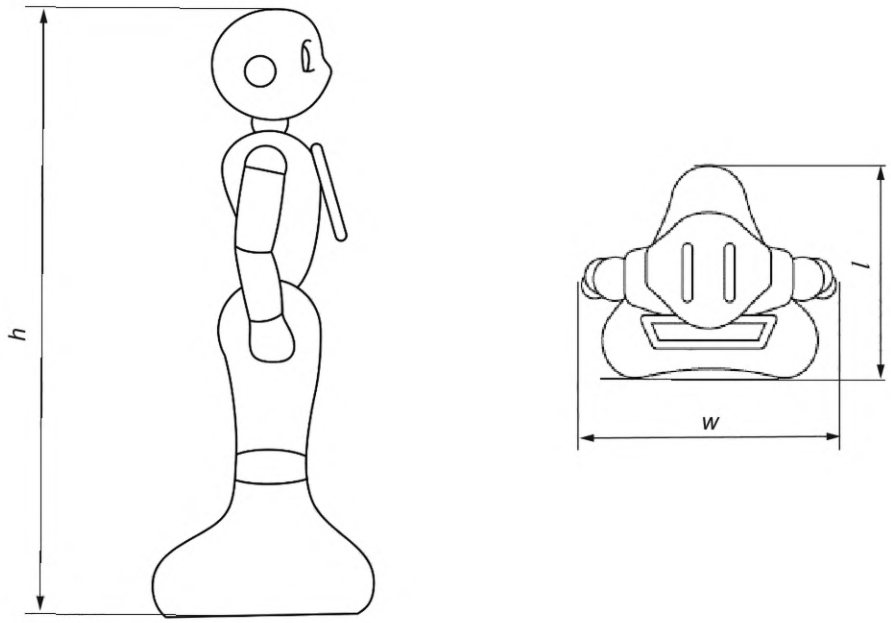
Для навигации мобильных роботов должно быть установлено внешнее оборудование, например ориентиры, если это необходимо по техническим условиям изготовителя. Информация о внешнем оборудовании, например о местоположении и типах ориентиров, должна быть занесена в протокол испытаний.

4.5 Маршруты перемещения

Все маршруты перемещения параметризуют в зависимости от размеров мобильных роботов. За единицу длины L_U принимают значение, кратное 500 мм, в зависимости от ширины w мобильной платформы, измеренной в поперечном направлении относительно направления движения, как показано на рисунке 1. Значение w должно учитывать не только мобильную платформу, но и любую выступающую часть мобильного робота, например, руку или кронштейн. Значение L_U, используемое для испытаний, должно быть указано в протоколе испытаний.

$$L_U = \lceil w / 500 \rceil \times 500 \text{ мм},$$

где $\lceil x \rceil$ — наименьшая целочисленная функция, которая округляет действительное число x до ближайшего целого числа, большего или равного x.



h — высота мобильного робота; l — длина мобильного робота, измеренная в направлении движения;
w — ширина мобильного робота, измеренная в поперечном направлении относительно направления движения

Рисунок 1 — Габариты мобильного робота

В настоящем стандарте использованы прямолинейный маршрут, прямоугольный маршрут и комбинированный маршрут (см. рисунки 2, 3 и 4). Значение 5 L_U выбрано для нормализации расстояния перемещения роботов разных размеров при измерении характеристик пространственного расположения в разделе 5. Иначе расстояние перемещения может быть определено изготовителем с учетом специфики применения робота. Прямолинейный маршрут проходит от начального пространственного расположения P_0 до целевого пространственного расположения P_1. Прямоугольный маршрут проходит от начального пространственного расположения P_0 через P_1, P_2, P_3 и, наконец, до целевого пространственного расположения P_0. Комбинированный маршрут проходит от начального пространственного расположения P_0 до целевого пространственного расположения P_2 через P_1.

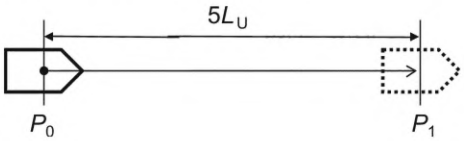


Рисунок 2 — Прямолинейный маршрут

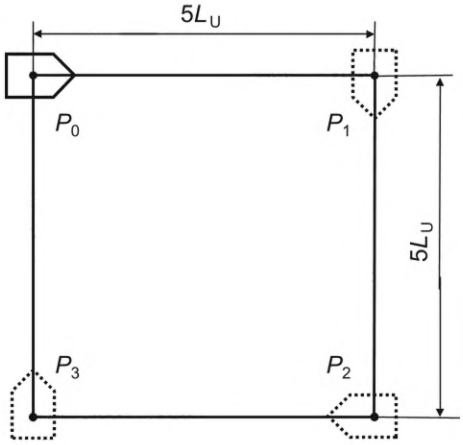


Рисунок 3 — Прямоугольный маршрут

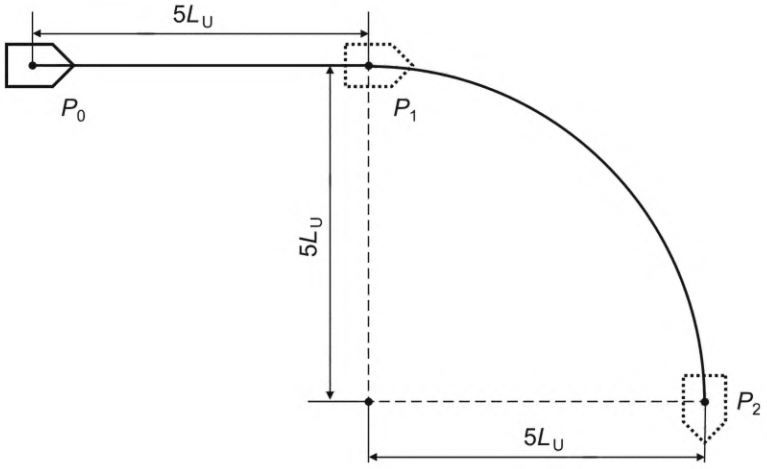


Рисунок 4 — Комбинированный маршрут

При испытаниях с прямоугольным и комбинированным маршрутами движение может осуществляться по часовой стрелке или против часовой стрелки.

5 Определение характеристик отработки пространственного расположения

5.1 Цель испытаний

Целью данных испытаний является определение характеристик отработки пространственного расположения, к которым относятся погрешность и повторяемость отработки пространственного расположения. Погрешность и повторяемость отработки пространственного расположения характеризуют способность робота достигать заданного пространственного расположения.

5.2 Рабочие характеристики

5.2.1 Погрешность отработки пространственного расположения

Погрешность отработки пространственного расположения подразделяют на:

a) погрешность отработки позиции, за которую принимают разницу между позицией заданного пространственного расположения и барицентром фактических позиций, как показано на рисунке 5;

b) погрешность отработки ориентации, за которую принимают разницу между ориентацией заданного пространственного расположения и средним значением фактических ориентаций, как показано на рисунке 6.

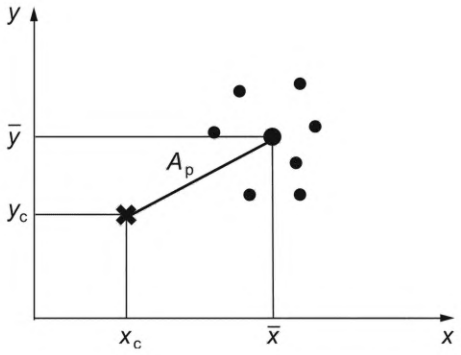


Рисунок 5 — Погрешность отработки позиции

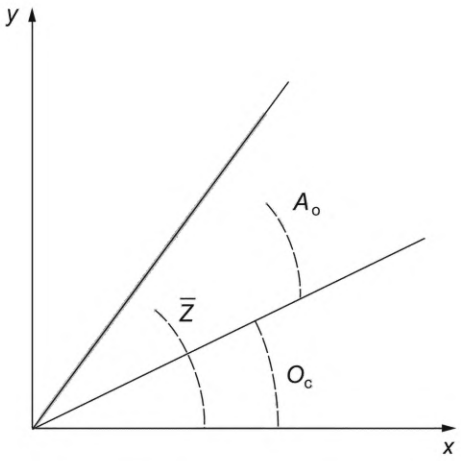


Рисунок 6 — Погрешность отработки ориентации

Погрешность отработки позиции A_p вычисляют по формуле:

$$A_p = \sqrt{(\bar{x} - x_c)^2 + (\bar{y} - y_c)^2},$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_j, \quad \bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} y_j,$$

где:

$\bar{x}$, $\bar{y}$ — средние значения;

x_c, y_c — заданные значения;

x_j, y_j — значения x и y, полученные в j-й попытке;

n — число попыток.

Погрешность отработки ориентации A_o вычисляют по формуле:

$$A_o = |\bar{z}|,$$

$$\bar{z} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} z_j,$$

$$z_j = \text{recast}(o_j - o_c),$$

где:

o_c — угол заданного пространственного расположения;

o_j — угол j-го фактического пространственного расположения;

n — число попыток.

Функция recast( ) осуществляет пересчет значения в диапазон (–180, +180).

5.2.2 Повторяемость отработки пространственного расположения

Повторяемость отработки пространственного расположения определена как близость результатов измерений фактических пространственных расположений, полученных за n попыток перемещения робота к заданному пространственному расположению из одного и того же начального пространственного расположения.

Повторяемость отработки пространственного расположения подразделяют на:

a) повторяемость отработки позиции, за которую принимают радиус окружности, которая охватывает $\bar{l} + 3S_l$ фактических пространственных расположений. Центром окружности является барицентр фактических пространственных расположений. Повторяемость отработки позиции вычисляют по приведенной ниже формуле;

b) повторяемость отработки ориентации, за которую принимают разброс углов $3S_o$ вокруг средних значений $\bar{z}$, где S_o — среднеквадратическое отклонение.

Повторяемость отработки позиции R_p вычисляют по формуле:

$$R_p = \bar{l} + 3S_l,$$

$$S_l = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}(\bar{l} - l_j)^2}{n-1}},$$

$$\bar{l} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} l_j,$$

$$l_j = \sqrt{(\bar{x} - x_j)^2 + (\bar{y} - y_j)^2},$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_j, \quad \bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} y_j,$$

где:

S_l — среднеквадратическое отклонение;

l_j — расстояние между j-й позицией и барицентром;

$\bar{x}$, $\bar{y}$ — средние значения;

x_j, y_j — значения x и y, полученные в j-й попытке;

n — число попыток.

Повторяемость отработки ориентации R_o вычисляют по формуле:

$$R_o = 3S_o,$$

$$S_o = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}(z_j - \bar{z})^2}{n-1}},$$

$$\bar{z} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} z_j,$$

$$z_j = \text{recast}(o_j - o_c),$$

где:

S_o — среднеквадратическое отклонение;

o_c — угол заданного пространственного расположения;

o_j — угол j-го фактического пространственного расположения;

n — количество попыток.

Функция recast( ) осуществляет пересчет значения в диапазон (–180, +180).

5.3 Испытательный стенд

В зоне проведения испытаний могут находиться как искусственные, так и естественные ориентиры, указанные изготовителем. Информация об окружающей среде должна быть указана в протоколе испытаний, поскольку особенности среды проведения испытаний могут влиять на характеристики пространственного расположения.

Испытательный стенд должен быть оборудован измерительной системой, обеспечивающей измерение позиции и ориентации робота с достаточной точностью, соответствующей использованию робота по назначению, например системой с 3D-камерой или лазерным измерительным устройством. Тип и точность измерительной системы должны быть указаны в протоколе испытаний.

При проведении данных испытаний используют прямолинейный, прямоугольный и комбинированный маршруты.

5.4 Методика проведения испытаний

Данное испытание предусматривает шесть тестовых конфигураций, соответствующих перемещению робота по прямолинейному, прямоугольному и комбинированному маршруту без нагрузки и с номинальной нагрузкой. При выполнении каждой попытки необходимо соблюдать следующий порядок действий:

a) мобильный робот с заданной нагрузкой размещают в исходном пространственном расположении P_0 заданного маршрута;

b) мобильный робот получает команду следовать по маршруту автономно с номинальной скоростью;

c) когда робот достигает целевого пространственного расположения, его позицию и ориентацию измеряют с помощью внешней измерительной системы.

Испытания повторяют по 30 раз для каждого маршрута и состояния нагрузки. Погрешность отработки позиции, погрешность отработки ориентации, повторяемость отработки позиции и повторяемость отработки ориентации рассчитывают на основе полученных данных.

5.5 Результаты испытаний

Полученные характеристики пространственного расположения (погрешность отработки позиции, погрешность отработки ориентации, повторяемость отработки позиции и повторяемость отработки ориентации) должны быть указаны в протоколе испытаний. Протокол испытаний должен также содержать конкретные условия проведения испытаний, включая коэффициент трения поверхности перемещения, номинальную скорость робота и номинальную нагрузку. Пример оформления результатов испытаний приведен в таблице 1.

Таблица 1 — Протокол испытаний

Характеристика	Прямолинейный маршрут		Прямоугольный маршрут		Комбинированный маршрут	
	Без нагрузки	Номинальная нагрузка	Без нагрузки	Номинальная нагрузка	Без нагрузки	Номинальная нагрузка
Погрешность отработки позиции						
Погрешность отработки ориентации						
Повторяемость отработки позиции						
Повторяемость отработки ориентации						
Здесь должна быть приведена информация о внешней среде испытаний.						

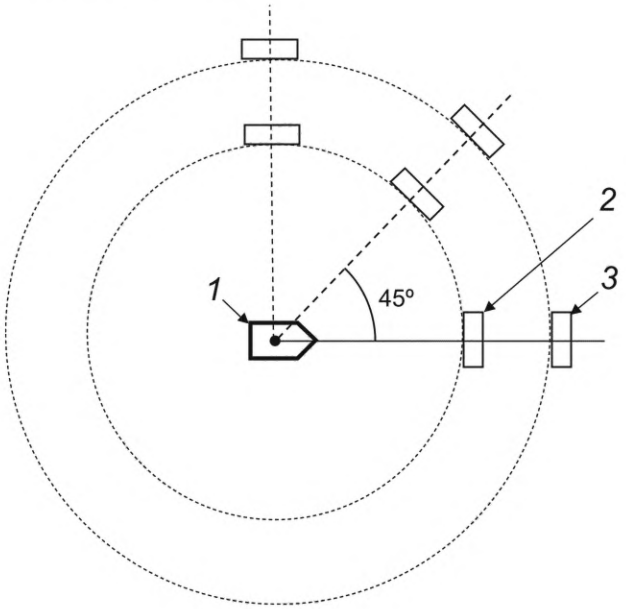
6 Обнаружение препятствий

6.1 Цель испытаний

Целью данных испытаний является определение способности мобильных роботов обнаруживать препятствия и измерять расстояния до препятствий различной формы и изготовленных из разных материалов. Параметры испытаний основаны на заявленной изготовителем минимальной и максимальной дальности обнаружения. В данном испытании робот не обязательно должен распознать вид препятствия.

6.2 Испытательный стенд

Для проведения испытаний необходим достаточно большой участок для размещения робота и препятствий на максимальной дальности, заявленной изготовителем, как показано на рисунке 7. Между роботом и препятствиями не должно быть никаких преград. На стенах испытательного стенда не должно быть никаких маркеров, помогающих роботу.

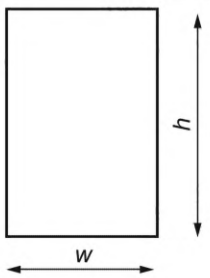


1 — мобильный робот; *2* — препятствия на минимальной дальности; *3* — препятствия на максимальной дальности

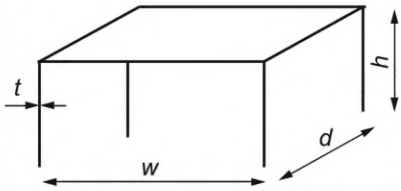
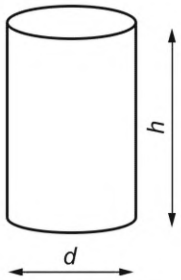
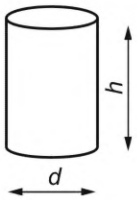
Рисунок 7 — Компоновка испытательного стенда для обнаружения препятствий

Характеристики препятствий, используемых в данном испытании, приведены в таблице 2. Изготовитель может задать другие препятствия в дополнение к препятствиям, указанным в таблице 2, с учетом использования робота по назначению. Для обеспечения устойчивого вертикального положения препятствий во время испытаний допускается использовать опоры или крепления.

Таблица 2 — Характеристики препятствий

Наименование	Геометрия	Описание
Стена		Щит, имитирующий сегмент стены (деревянный или неокрашенный акриловый либо поликарбонатный щит с коэффициентом пропускания более 80 %) Высота *h*: 1,5 м Ширина *w*: 1 м

Окончание таблицы 2

Наименование	Геометрия	Описание
Стол		Щит на четырех ножках, имитирующий стол (деревянные и стальные ножки) Высота *h*: от 0,7 м до 0,8 м Ширина *w*: от 1,5 м до 2,0 м Глубина *d*: от 0,5 м до 0,8 м Толщина ножек и щита *t*: < 0,05 м
Большой цилиндр		Большой закрытый цилиндр, имитирующий туловище человека (пенопласт, окрашенный в темно-серый цвет) Высота *h*: 0,6 м Диаметр *d*: 0,2 м (см. ИСО 13856-3)
Малый цилиндр		Малый закрытый цилиндр, имитирующий руку или ногу человека (пенопласт, окрашенный в темно-серый цвет) Высота *h*: 0,4 м Диаметр *d*: 0,07 м (см. ИСО 13856-3)

6.3 Методика проведения испытаний

Данные испытания предусматривают шесть тестовых конфигураций, включающих деревянную стену, стеклянную стену, деревянный стол, металлический стол, большой цилиндр и малый цилиндр, как показано в таблице 2. При выполнении каждой попытки необходимо соблюдать следующий порядок действий:

a) мобильный робот помещают в исходное пространственное расположение;

b) препятствие размещают на максимальной дальности, заявленной изготовителем, и робот определяет расположение препятствия;

c) препятствие размещают на заявленной минимальной дальности, и робот определяет расположение препятствия;

d) шаги b) и c) повторяют с препятствиями, размещенными на линии под углом 45° относительно линии визирования робота в направлении против часовой стрелки. Далее угол увеличивают последовательно на 45° каждый раз, когда выполнен шаг d). Когда линия, на которой размещают препятствия, пройдет полный круг, испытания заканчивают. Препятствие всегда ориентируют так, чтобы его наибольшая сторона была обращена к роботу. Относительное расположение препятствий может быть достигнуто перемещением робота вместо препятствия.

6.4 Результаты испытаний

Для каждого препятствия, расположенного на минимальной и максимальной дальности относительно робота, в протоколе испытаний должно быть указано, обнаружил ли робот препятствие. Для каждой попытки вычисляют точность определения расстояния, на котором робот обнаружил препятствие. Точность выражают в процентах относительно реального расстояния от робота до препятствия. Среднюю точность вычисляют как среднее значение точностей, полученных на каждой попытке. Конкретные условия проведения испытаний, включая размеры и цвет препятствий, должны быть приведены в протоколе испытаний с использованием таблицы 3 для всех видов препятствий, определенных в 6.2.

Таблица 3 — Результаты испытаний

Препятствие	Дальность	Угол поворота против часовой стрелки, градусы	Расстояние, измеренное роботом, м	Точность, %	Средняя точность, %
Виды препятствий (с указанием размера и цвета)	Минимальная	0			
		45			
		90			
		135			
		180/–180			
		–135			
		–90			
		–45			
	Максимальная	0			
		45			
		90			
		135			
		180/–180			
		–135			
		–90			
		–45			

7 Обход препятствий

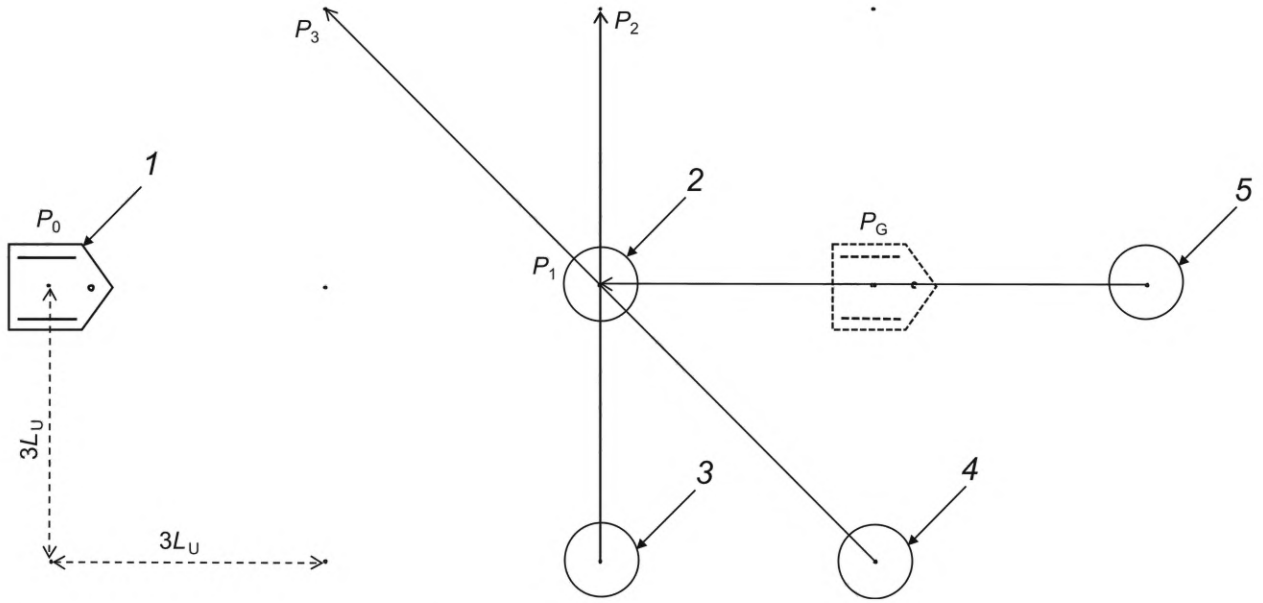
7.1 Цель испытаний

Целью данных испытаний является определение способности робота предотвращать столкновение со статическим или динамическим препятствием путем остановки либо путем проведения соответствующего маневра для его обхода. В случае остановки предполагается, что робот остановится до того, как произойдет физический контакт между препятствием и любой частью робота. В случае обходного маневра необходимо постоянно поддерживать расстояние, большее или равное минимальному расстоянию между препятствием и любой частью робота, указанное изготовителем.

7.2 Испытательный стенд

Мобильный робот размещают в исходном пространственном расположении P_0 на расстоянии 9 L_U от конечной позиции P_G на ровном полу, как показано на рисунке 8. Статические и динамические препятствия со следующими алгоритмами поведения показаны на рисунке 8:

- алгоритм поведения 1: неподвижное препятствие размещают между исходным и конечным пространственными расположениями робота в позицию P_1, и оно остается статичным;
- алгоритм поведения 2: препятствие перемещают в позицию P_2, пересекая маршрут движения мобильного робота под углом 90°;
- алгоритм поведения 3: препятствие перемещают в позицию P_3, пересекая маршрут движения мобильного робота под углом 45°;
- алгоритм поведения 4: препятствие перемещают в позицию P_1, перекрывая прямой маршрут движения мобильного робота из исходного пространственного расположения P_0 в конечное пространственное расположение P_G.



1 — робот; *2* — алгоритм поведения 1; *3* — алгоритм поведения 2; *4* — алгоритм поведения 3; *5* — алгоритм поведения 4

Рисунок 8 — Схема испытательного стенда и алгоритмы поведения препятствия (вид сверху)

Скорость движения препятствия следует задать равной (1,6 ± 0,2) м/с, что соответствует обычной скорости движения пешехода. Движение препятствия должно быть синхронизировано с движением мобильного робота так, чтобы они могли одновременно достичь позицию P_1.

В качестве препятствия с алгоритмом поведения 1 следует использовать следующие объекты из таблицы 2:

a) деревянная стена, расположенная вертикально и обращенная своей наибольшей поверхностью к роботу;

b) стол, обращенный к роботу своей более длинной стороной;

c) большой цилиндр, лежащий на боковой стороне и обращенный этой стороной к роботу;

d) малый цилиндр, стоящий вертикально.

В качестве препятствия с алгоритмами поведения 2, 3 и 4 следует использовать следующие объекты из таблицы 2:

a) большой цилиндр, движущийся в вертикальном положении на высоте 0,5 м над поверхностью перемещения;

b) малый цилиндр, движущийся в вертикальном положении по поверхности перемещения.

7.3 Методика проведения испытаний

Данные испытания предусматривают десять тестовых конфигураций, представленных выше. При выполнении каждой попытки необходимо соблюдать следующий порядок действий:

a) мобильный робот помещают в исходное пространственное расположение P_0, а препятствие размещают на исходной позиции, соответствующей каждому из алгоритмов поведения 1, 2, 3 или 4;

b) мобильный робот получает команду двигаться автономно к целевому пространственному расположению P_G с номинальной скоростью и нагрузкой, применимыми для данного сценария и указанными изготовителем, а препятствие получает команду двигаться к свой конечной позиции, соответствующей алгоритмам поведения 2, 3 или 4. Исходная позиция препятствия может быть выбрана вдоль прямолинейного маршрута так, чтобы робот и препятствие одновременно достигали позицию P_1, если препятствие движется со скоростью 1,6 м/с;

c) когда робот достигает целевого пространственного расположения, регистрируют время, затраченное на перемещение. Если пространственное расположение робота находится в пределах повторяемости позиции и ориентации, определенных в разделе 5, то считается, что робот достиг целевого пространственного расположения.

Попытку следует считать неудачной, если робот не доезжает до целевого пространственного расположения или задевает препятствие во время перемещения. Обход препятствия считают успешным для конкретной тестовой конфигурации после трех последовательных успешных попыток, выполненных с начала испытания. Если из первых трех попыток по крайней мере одна будет неудачной, то данное испытание считают неудачным. Среднее время перемещения без препятствия из первых трех успешных попыток должно быть выбрано в качестве времени перемещения без препятствия, T_0. Максимальное время перемещения с препятствием из первых трех успешных попыток должно быть выбрано в качестве времени перемещения с препятствием, T_1. Затем вычисляют коэффициент задержки, определяемый как T_1/T_0.

7.4 Результаты испытаний

Для каждой тестовой конфигурации в протоколе испытаний должно быть указано, был ли обход препятствия успешным или нет. Конкретные условия проведения испытаний, включая размеры и цвет препятствий, а также время перемещения и коэффициент задержки, должны быть приведены в протоколе испытаний с использованием таблицы 4.

Таблица 4 — Результаты испытаний

Алгоритм поведения препятствия	Препятствие	Успех/Неудача	Время перемещения, с	Коэффициент задержки
Алгоритм поведения 1	Деревянная стена			
	Стол			
	Большой цилиндр			
	Малый цилиндр			
Алгоритм поведения 2	Большой цилиндр			
	Малый цилиндр			
Алгоритм поведения 3	Большой цилиндр			
	Малый цилиндр			
Алгоритм поведения 4	Большой цилиндр			
	Малый цилиндр			

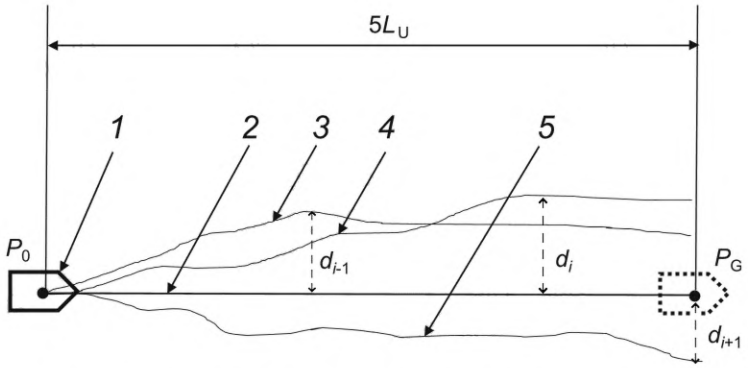
8 Отклонение от маршрута

8.1 Цель испытаний

Целью данных испытаний является определение максимального отклонения фактического маршрута от заданного маршрута. Отклонение от маршрута указывает на способность мобильного робота следовать по заданному маршруту.

8.2 Испытательный стенд

Компоновка стенда для данных испытаний показана на рисунке 9. Роботу дают команду перейти из исходного пространственного расположения к целевому пространственному расположению по прямолинейному маршруту, определенному в разделе 4.



1 — робот; *2* — заданный маршрут; *3* — (*i* – 1) -й фактический маршрут; *4* — *i*-й фактический маршрут; *5* — (*i* + 1) -й фактический маршрут

Рисунок 9 — Отклонение от заданного маршрута

Отклонение d_i определяют, как максимальное отклонение между заданным маршрутом и *i*-м фактическим маршрутом в перпендикулярном направлении. Максимальное отклонение *d* определяют следующим образом:

$$d = \max |d_i| \quad \text{для } i = 1, \ldots, n.$$

Испытательный стенд должен быть оборудован измерительной системой, подходящей для измерения пространственного расположения с достаточной точностью в зависимости от использования робота по назначению, например системой 3D-камеры или лазерным измерительным устройством. Тип и точность измерительной системы должны быть указаны в протоколе испытаний.

8.3 Методика проведения испытаний

Данные испытания предусматривают две тестовые конфигурации: движение по прямолинейному маршруту без нагрузки и с номинальной нагрузкой. При выполнении каждой попытки необходимо соблюдать следующий порядок действий:

a) мобильный робот с заданной нагрузкой устанавливают в исходное пространственное расположение P_0;

b) мобильный робот получает команду следовать по маршруту к целевому пространственному расположению. Когда достигнутое пространственное расположение робота находится в пределах повторяемости положения и ориентации, определенных в разделе 5, считается, что робот достиг целевого пространственного расположения. Отклонение позиции измеряют с помощью внешней измерительной системы во время движения;

c) регистрируют максимальное значение отклонения для данного фактического маршрута.

Попытки повторяют 30 раз, и максимальное значение отклонения из всех попыток регистрируют как максимальное отклонение от заданного маршрута.

8.4 Результаты испытаний

В протоколе испытаний следует указать максимальное отклонение от маршрута, среднее значение отклонения и среднеквадратическое отклонение по 30 отклонениям d_i. В протоколе испытаний также необходимо привести конкретные условия проведения испытаний, включая коэффициент трения и номинальную скорость. В таблице 5 приведен пример протокола испытаний.

Таблица 5 — Результаты испытаний

Характеристика	Прямолинейная траектория	
	Без нагрузки	Номинальная нагрузка
Максимальное отклонение траектории		
Среднее отклонение траектории		
Среднеквадратическое отклонение		
Здесь следует указать информацию о коэффициенте трения и номинальной скорости.		

9 Движение в узком проходе

9.1 Цель испытаний

Целью данных испытаний является определение способности робота перемещаться по узкому проходу.

9.2 Испытательный стенд

Компоновка стенда для данных испытаний показана на рисунке 10, где длина узкого прохода составляет 4 L_U. Робот устанавливают в исходное пространственное расположение P_0, в котором наиболее выступающая часть робота находится на расстоянии 2 L_U от центра входа в узкий проход, ширина которого заявлена изготовителем. Робот должен перемещаться из исходного пространственного расположения в целевое пространственное расположение P_G, не касаясь стен. Целевое пространственное расположение определено тем, что наиболее выступающая часть робота находится на расстоянии 2 L_U от центра выхода из узкого прохода.

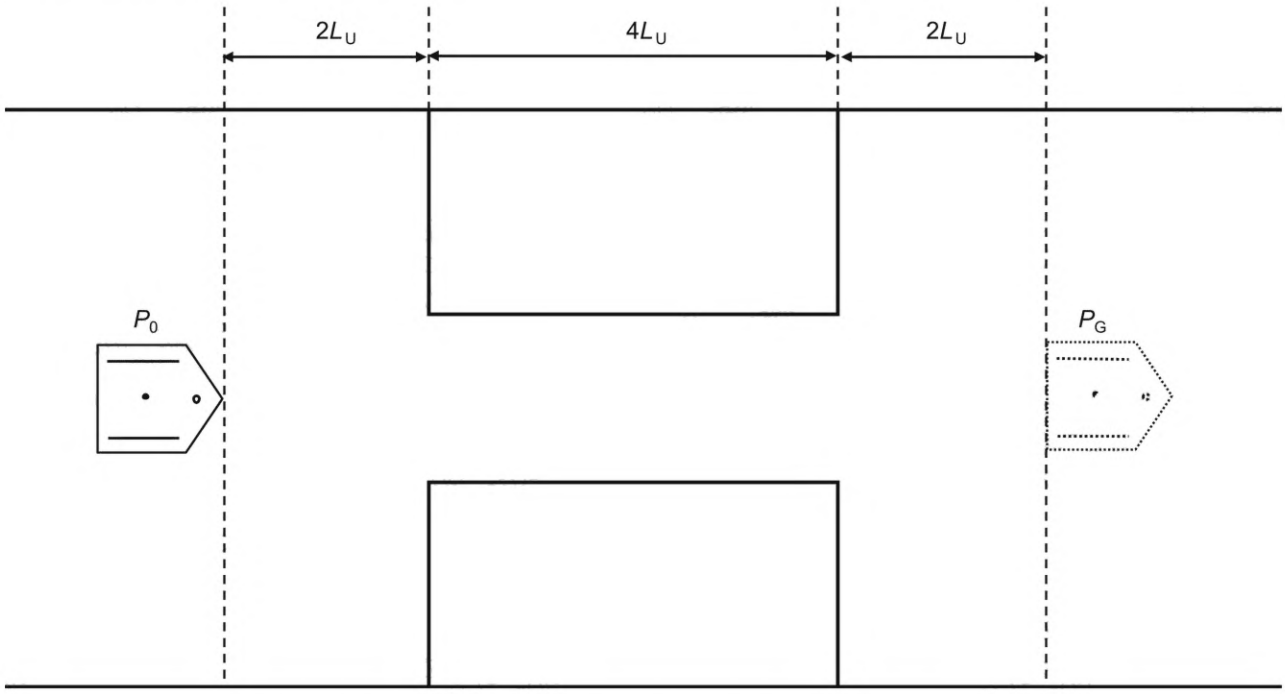


Рисунок 10 — Компоновка испытательного стенда для движения в узком проходе

9.3 Методика проведения испытаний

Данные испытания предусматривают две тестовые конфигурации: без нагрузки и с номинальной нагрузкой. При выполнении каждой попытки необходимо соблюдать следующий порядок действий:

a) мобильный робот с заданной нагрузкой устанавливают в исходное пространственное расположение P_0;

b) мобильный робот получает команду достичь целевого пространственного расположения P_G;

c) когда робот достигает целевого пространственного расположения, регистрируют время прохождения. Если достигнутое пространственное расположение робота находится в пределах повторяемости положения и ориентации, определенных в разделе 5, считается, что робот достиг целевого пространственного расположения.

Попытка считается неудачной, если во время движения робот ударяется о стену или не достигает целевого пространственного расположения. Попытки повторяют 5 раз, и регистрируют среднее время прохождения маршрута за 5 последовательных успешных попыток.

9.4 Результаты испытаний

В протоколе испытаний следует указать время, затраченное на прохождение роботом узкого прохода. В протоколе испытаний также необходимо привести конкретные условия проведения испытаний, включая коэффициент трения. В таблице 6 приведен пример протокола испытаний.

Таблица 6 — Результаты испытаний

Характеристика	Без нагрузки	Номинальная нагрузка
Время прохождения в 1-й попытке		
Время прохождения во 2-й попытке		
Время прохождения в 3-й попытке		
Время прохождения в 4-й попытке		
Время прохождения в 5-й попытке		
Среднее время прохождения		
Здесь следует указать информацию о коэффициенте трения.		

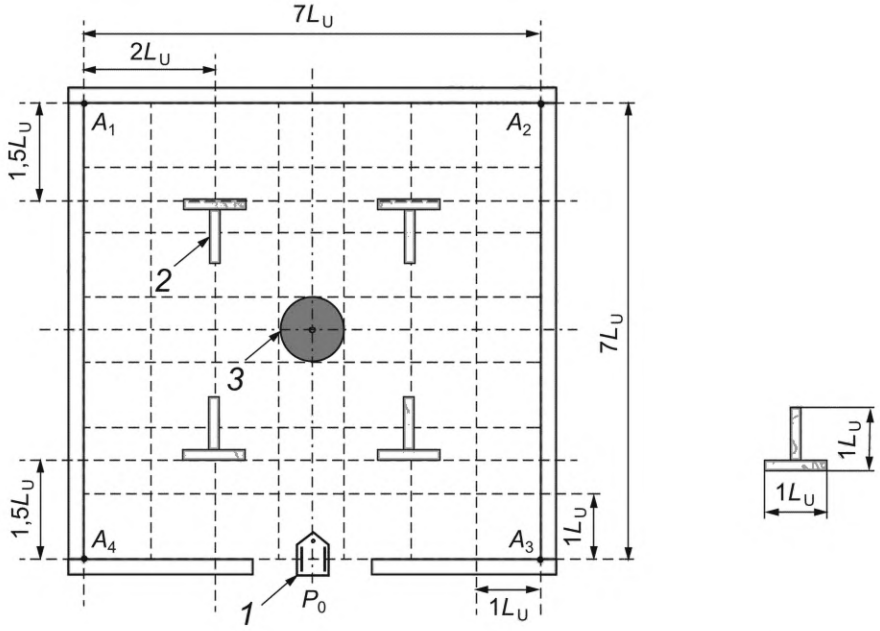
10 Точность картографирования

10.1 Цель испытаний

Целью данных испытаний является оценка точности карты, полученной в результате ее построения мобильным роботом. Это значение важно для количественной оценки способности робота создавать карту неизвестной среды.

10.2 Испытательный стенд

Компоновка стенда для проведения испытаний по оценке точности построения карты показана на рисунке 11, где стенд представляет собой квадратное пространство размером 7 L_U × 7 L_U. На испытательном стенде установлены круглая колонна диаметром 1 L_U в центре и четыре Т-образные загородки в обозначенных на рисунке 11 местах. Высота круглой колонны и Т-образных загородок должна превышать высоту испытуемого робота. Толщина Т-образных стен должна составлять от 100 мм до 300 мм. Материал круглой колонны и Т-образных стен не задан, поэтому его может выбрать специалист, проводящий испытания.



1 — робот; *2* — Т-образная загородка; *3* — колонна диаметром 1 L_U

Рисунок 11 — Компоновка стенда для испытаний по картографированию

Точность картографирования определяют как отклонение D_m, рассчитанное между истинными значениями и значениями полученной карты в четырех угловых точках, где A_i — угловая точка исходной зоны проведения испытаний, а A_i' — угловая точка построенной карты, как показано на рисунке 11.

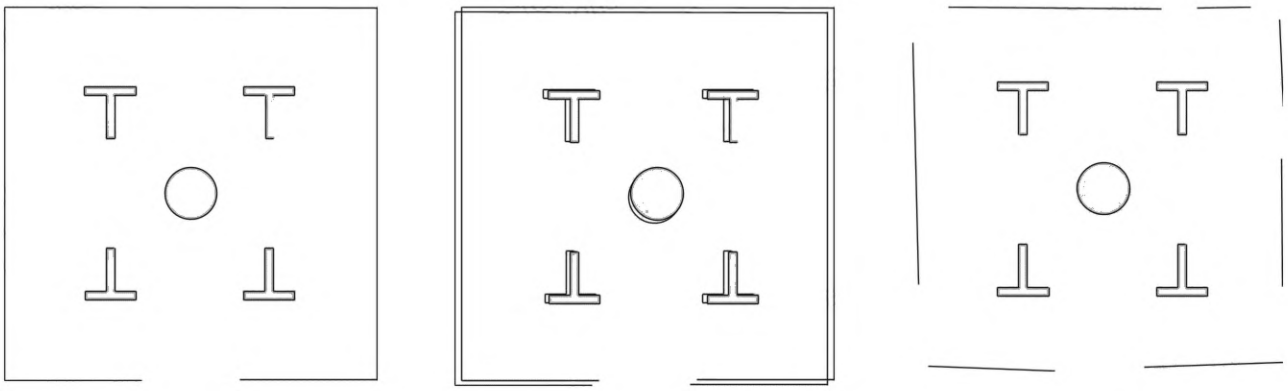
$$D_m = \frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4}\sqrt{(x_i - x_i')^2 + (y_i - y_i')^2},$$

где:

x_i, y_i — истинные значения координат x и y точки A_i,

x_i', y_i' — полученные значения координат x и y точки A_i'.

Карта, полученная в результате построения, обычно содержит такие дефекты, как отсутствие замкнутого контура или тени, как показано на рисунке 12. На рисунке 12 b) показана карта с тенями, где существует более одного контура карты, соответствующего границам и объектам. Правильное положение границ и объектов невозможно подтвердить при наличии на карте теней. На рисунке 12 c) показана карта с незамкнутым контуром, где контур карты не замкнут. Когда не существует замкнутого контура, робот не может найти границу, поскольку какая-то граница отсутствует. Карта может быть доработана, если она содержит только допустимый диапазон дефектов с учетом использования мобильного робота по назначению. Заявление о допустимом диапазоне дефектов может быть сделано опытными экспертами в данной прикладной области.



a) правильная карта b) карта с тенями c) карта с незамкнутым контуром

Рисунок 12 — Примеры построенных карт

10.3 Методика проведения испытаний

Данные испытания предусматривают одну тестовую конфигурацию. При выполнении каждой попытки необходимо соблюдать следующий порядок действий:

a) мобильный робот устанавливают в исходное пространственное расположение P_0 и переводят в режим картографирования, в котором может быть начато построение карты. Построение карты может быть выполнено в ручном режиме или в автономном режиме;

b) мобильный робот может многократно перемещаться по испытательному стенду до тех пор, пока он не построит карту с допустимым диапазоном дефектов;

c) измеряют значение D_m и регистрируют время, затраченное на создание карты.

Попытка считается неудачной, если построенная карта содержит дефекты, выходящие за пределы допустимого диапазона. Попытки повторяют 3 раза, и за точность картографирования принимают максимальное значение отклонения из 3 последовательных успешных попыток.

10.4 Результаты испытаний

В протоколе испытаний следует указать точность картографирования. В протоколе испытаний также необходимо привести конкретные условия проведения испытаний, включая условия внешней среды, как показано в таблице 7.

Таблица 7 — Результаты испытаний

Характеристика картографирования	Отклонение, мм
Точность картографирования	
Здесь следует указать информацию о рабочем режиме и коэффициенте трения поверхности испытательного стенда.	

Приложение А
(справочное)

Навигация на открытой местности

А.1 Общие положения

Данное приложение предназначено для разъяснения использования настоящего стандарта для оценки навигационных характеристик мобильных роботов, применяемых на открытой местности.

Это также относится к проведению испытаний в помещениях, где условия внешней среды или состояние поверхности перемещения отличаются от значений, определенных в 4.2 и 4.3.

А.2 Выбор колес

Навигационные характеристики мобильных роботов, предназначенных для использования на открытой местности, в значительной степени определяются сопротивлением качению колес.

Перед проведением испытаний, определенных в настоящем стандарте, необходимо выбрать колеса, которые наилучшим образом соответствует внешним условиям.

А.3 Условия проведения испытаний

А.3.1 Общие положения

Все условия проведения испытаний, определенные в разделе 4, применяют при проведении испытаний на открытой местности, за исключением положений, указанных в А.3.2 и А.3.3.

А.3.2 Условия окружающей среды

Вместо положений, указанных в 4.2, испытания должны быть проведены в тех же условиях, что и при обычном использовании робота на открытой местности.

А.3.3 Состояния поверхности перемещения

Вместо положений, указанных в 4.3, испытания должны быть проведены при тех же состояниях поверхности перемещения, что и при обычном использовании робота на открытой местности.

А.4 Характеристики пространственных расположений

Мобильный робот, предназначенный для использования на открытой местности, должен быть испытан с использованием тех же методик, которые установлены в разделе 5.

При проведении испытаний на открытой местности надлежащее GPS-оборудование, имеющее точность измерения, достаточную для обеспечения погрешности линейного измерения ±0,5 %, также считается пригодным для проведения испытаний, установленных в разделе 5.

А.5 Обнаружение и обход препятствий на открытой местности

А.5.1 Общие положения

Мобильный робот, предназначенный для использования на открытой местности, должен быть испытан на обнаружение препятствий и их обход с использованием тех же методик, которые установлены в разделах 6 и 7. Модификации, описанные далее, необходимы для оценки обнаружения препятствий и их обхода мобильными сервисными роботами на открытой местности.

А.5.2 Типы препятствий

Для оценки обнаружения и обхода препятствий мобильными сервисными роботами, предназначенными для использования на открытой местности, следует использовать малый цилиндр, большой цилиндр и деревянную стену, указанные в таблице 2.

Стол и акриловую или поликарбонатную стену, представленные в таблице 2, не следует использовать для оценки обнаружения и обхода препятствий мобильными сервисными роботами, предназначенными для использования на открытой местности.

А.5.3 Порядок проведения испытаний

Порядок проведения испытаний, определенный в 6.3 и 7.3, должен быть повторен при всех заданных условиях окружающей среды и состояниях поверхности перемещения.

А.5.4 Результаты испытаний

Протоколы испытаний, представленные в 6.4 и 7.4, должны быть оформлены для всех установленных условий окружающей среды и состояний поверхности перемещения.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 7176-13	IDT	ГОСТ Р ИСО 7176-13—96 «Кресла-коляски. Методы испытаний для определения коэффициента трения испытательных поверхностей»

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичный стандарт.

Библиография

[1]	ISO 8373:2021[1)]	Robotics — Vocabulary
[2]	ISO 9283:1998[2)]	Manipulating industrial robots — Performance criteria and related test methods
[3]	ISO 13856-3	Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 3: General principles for design and testing of pressure-sensitive bumpers, plates, wires and similar devices
[4]	ISO 18646-1:2016[3)]	Robotics — Performance criteria and related test methods for service robots — Part 1: Locomotion for wheeled robots

[1)] Действует ГОСТ Р 60.0.0.4—2023/ИСО 8373:2021 «Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения».

[2)] Действует ГОСТ Р 60.3.3.1—2016/ИСО 9283:1998 «Роботы промышленные манипуляционные. Рабочие характеристики и соответствующие методы тестирования».

[3)] Действует ГОСТ Р 60.6.3.14—2019/ИСО 18646-1:2017 «Роботы и робототехнические устройства. Рабочие характеристики и соответствующие методы испытаний сервисных роботов. Часть 1. Передвижение колесных роботов».

УДК 621.865.8:007.52:006.86:006.354 ОКС 25.040.30

Ключевые слова: роботы, робототехнические устройства, рабочие характеристики, методы испытаний, сервисные роботы, мобильные роботы, навигация

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 14.04.2026. Подписано в печать 24.04.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,64.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

gost.e-ecolog.ru