ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 60.6.0.3— 2024

Роботы и робототехнические устройства

НАВИГАЦИЯ РОБОТОВ

Термины и определения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным автономным научным учреждением «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 141 «Робототехника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 ноября 2024 г. № 1715-ст

4 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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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

Введение

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

Стандарты комплекса ГОСТ Р 60 представляют собой совокупность отдельно издаваемых стандартов. Стандарты данного комплекса относятся к одной из следующих тематических групп: «Общие положения, основные понятия, термины и определения», «Технические и эксплуатационные характеристики», «Безопасность», «Виды и методы испытаний», «Механические интерфейсы», «Электрические интерфейсы», «Коммуникационные интерфейсы», «Методы 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 «Общие положения, основные понятия, термины и определения» и распространяется на мобильные роботы.

Настоящий стандарт определяет основные понятия и термины, используемые в отношении навигации мобильных роботов.

Термины расположены в алфавитном порядке. Заключенная в круглые скобки часть термина может быть опущена при использовании термина в документах по стандартизации.

Наличие квадратных скобок в терминологической статье означает, что в нее включены два (три, четыре и т. д.) термина, имеющие общие терминоэлементы.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Роботы и робототехнические устройства

НАВИГАЦИЯ РОБОТОВ

Термины и определения

Robots and robotic devices. Robots navigation. Terms and definitions

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет термины в области навигации роботов.

2 Термины и определения

1 **адаптивный алгоритм локализации:** Алгоритм для локализации робота на карте, заключающийся в том, что исходно формируется несколько гипотез о вероятном положении робота, а по мере движения робота за счет сопоставления карты с наблюдаемыми данными множество предполагаемых позиций робота сходится к локальной точке, считающейся истинным местоположением робота в пространстве.

2 **акустическая навигация:** Навигация с использованием ультразвуковых датчиков или гидроакустических систем.

3

глобальная навигационная спутниковая система; ГНСС: Навигационная спутниковая система, предназначенная для определения пространственных координат, составляющих вектора скорости движения, поправки показаний часов и скорости изменения поправки показаний часов потребителя ГНСС в любой точке на поверхности Земли, акватории Мирового океана, воздушного и околоземного космического пространства.

[ГОСТ 33472—2015, статья 3.2]

4 **глобальная навигация:** Навигация в глобальной системе координат с использованием технологий спутниковой, астрономической, магнитной и иных видов навигации, позволяющая определять абсолютные координаты местоположения робота.

5 **граф:** Топологическая модель, которая состоит из множества вершин и множества соединяющих их ребер.

6 **движение по ключевым точкам:** Способ представления маршрута робота в виде последовательности координат ключевых точек и организации движения по этому маршруту.

7 **динамическая среда:** Среда, окружающая робот, обладающая изменяющимися с течением времени физическими параметрами, неоднородностями и объектами (препятствиями).

Издание официальное

8

инерциальная навигационная система; ИНС: Устройство, имеющее в составе инерциальные датчики (акселерометры и гироскопы) и вырабатывающее по их показаниям информацию о положении, ориентации и параметрах движения объекта.

Примечание — В состав ИНС в общем случае входят информационно-измерительные модули и вычислитель, в котором реализован навигационный алгоритм.

[Адаптировано из ГОСТ Р 59987—2022, пункт 3.4]

9

карта [модель] внешней среды: Карта [модель], описывающая внешнюю среду и ее характерные особенности.

Пример — Карта с координатной сеткой, геометрическая карта, топологическая карта, семантическая карта.

[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, статья 8.1]

10

карта (робота): Карта, представляющая знание робота о рабочем пространстве и окружающей среде, а также о расположенных в них объектах

[ГОСТ 60.6.8.1—2023, статья 3.2.3]

11

картографирование (*построение карты, создание карты*): Формирование карты внешней среды для описания внешней среды с ее геометрическими и выявляемыми особенностями, наземными ориентирами и препятствиями.

[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, статья 8.5]

12 **ключевая точка:** Точка маршрута, в которой необходимо изменить скорость, режим или направление движения.

13

локализация: Определение пространственного расположения мобильного робота или его идентификация на карте внешней среды.

[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, статья 8.2]

14 **локальная навигация:** Навигация с использованием локальных систем позиционирования, позволяющих определять координаты робота по отношению к некоторой заданной начальной точке при движении по маршруту к целевой точке.

15 **локальная позиционная система;** ЛПС: Система навигации, которая использует для определения положения робота внутри ограниченной области локальные сенсоры и маяки, такие как датчики расстояния, камеры, инфракрасные датчики и другие устройства для определения положения робота относительно окружающих объектов.

16

маршрут: Путь, соединяющий упорядоченное множество пространственных расположений.

[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, пункт 5.5.4]

17 **метод наведения:** Алгоритм сближения робота с целью, который, в зависимости от координат и параметров движения робота и цели, определяет движение, обеспечивающее выход робота в целевую точку.

18 **метод потенциальных полей:** Метод локализации и организации управляемого движения робота вдоль силовых линий виртуального потенциального поля, при котором потенциальная функция поля отражает целевую точку движения, а также конфигурацию и форму препятствий.

Примечание — Потенциальное поле рассчитывается исходя из имеющейся математической модели рабочего пространства робота, в которой цель представляется притягивающим векторным полем, в то время как препятствия — отталкивающим полем.

19 **модельная навигационная система:** Система, используемая для моделирования и тестирования навигационных алгоритмов и стратегий без реального робота.

20 **навигационная система:** Совокупность приборов и программного обеспечения, позволяющих произвести ориентирование робота в пространстве.

Примечание — Навигационные системы обеспечивают ориентацию робота с помощью карт в различных форматах, определения местоположения посредством датчиков или внешних источников, информации от других объектов.

21

навигация: Процесс, включающий планирование маршрута, локализацию, картографирование и обеспечение необходимого направления перемещения.

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

[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, статья 8.6]

22 **навигация без карты:** Процесс навигации, не использующий явного представления о пространстве, в котором должна происходить навигация, а использующий распознавание объектов, найденных в окружающей среде с помощью датчиков различной физической природы.

23 **навигация по карте:** Процесс навигации, зависящий от созданных пользователем геометрических моделей или топологических карт окружающей среды.

24

наземный ориентир: Искусственный или естественный объект, идентифицируемый на карте внешней среды и используемый для локализации мобильного робота.

[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, статья 8.3]

25 **начальная точка:** Координаты исходной точки маршрута робота.

26

обход препятствий: Предотвращение взаимодействия, такого как приближение, соприкосновение или столкновение, с препятствиями благодаря их обнаружению с помощью датчиков внешнего состояния и корректировки планирования траектории.

[ГОСТ Р 60.0.0.5—2019, статья 3.6.7]

27

одновременные локализация и построение карты; ОЛПК: Построение и уточнение карты внешней среды с использованием параметров частично построенной карты для распознавания пространственного расположения мобильного робота, перемещающегося в данной среде.

Примечание — В англоязычной специальной литературе используется термин SLAM (англ. simultaneous localization and mapping).

[Адаптировано из ГОСТ Р 60.0.0.5—2019, статья 3.6.2]

28 **ОЛПК на основе графов:** Методы ОЛПК использующие граф, узлы которого соответствуют позициям робота в разные моменты времени, а ребра представляют собой пространственные ограничения, связывающие положения робота.

Примечание — Ограничения состоят в распределении вероятностей относительного преобразования между пространственными расположениями. Используя граф, построенный на основе измерений датчиков, система определяет наиболее вероятную конфигурацию пространственных расположений с учетом ребер графа. Одним из наиболее популярных подходов к ОЛПК на основе графов является метод отображения в реальном времени, основанный на инкрементном детекторе замыкания цикла на основе визуальных образов.

29 **ОЛПК на основе распознавания характерных объектов:** Методы ОЛПК, использующие легко идентифицируемые элементы в окружающей среде и создающие представление об окружающем пространстве с учетом местоположения этих ориентиров.

30 **ОЛПК, основанные на визуальных образах:** Методы ОЛПК, основанные на поиске и сопоставлении визуальных данных сенсоров с базой данных визуальных образов.

31 **ОЛПК, основанные на сетке ячеек:** Методы ОЛПК, основанные на разбиении окружающего пространства на сетку ячеек определенного размера, при этом каждая ячейка может быть занята препятствием, не занята или не исследована.

Пример — Ячейка со значением 1 будет считаться занятой, а другая со значением 0 будет полностью свободной. Значение ячейки варьируется от 0 до 1 при помощи промежуточных значений. Если никакое значение ячейке не присвоено, то ячейка не исследована.

32 **ОЛПК семантические:** Методы ОЛПК, основанные на представлении среды в виде семантических карт, связывающих семантические концепции с объектами в окружающей среде.

33 **ОЛПК топологические:** Методы ОЛПК, основанные на графоподобных описаниях окружающей среды (топологических картах).

Примечание — В топологическом описании узлы могут соответствовать значимым местам, которые легко различить. Основополагающей идеей этого подхода было то, что люди и животные не создают точных карт окружающей среды, в которой они находятся. Как правило, эти методы подходят для навигации в простых средах и применять их в более сложных и больших средах затруднительно.

34 **опорная поверхность:** Поверхность, на которой размещается робот или относительно которой он определяет расположение других объектов в окружающей среде.

35 **определение положения:** Определение текущего положения робота в пространстве относительно объектов окружающей среды и других объектов с помощью различных датчиков, таких как гироскопы, акселерометры, компасы, системы видеонаблюдения и др.

36 **оптическая навигация:** Навигация на основе машинного зрения, использующая оптические датчики, в том числе лазерный дальномер и фотометрические камеры с ПЗС-матрицами, и алгоритмы компьютерного зрения для извлечения визуальных признаков, необходимых для локализации в окружающей среде.

37 **ориентир:** Заметный неподвижный объект (естественный или искусственный) или элемент рельефа, позволяющий роботу определить свое местоположение.

Пример — Мачта, вышка, маяк, скала.

38 **персональная навигация:** Позиционирование роботом отдельных частей своей конструкции при взаимодействии с близлежащими предметами.

39

планирование выполнения задания: Процесс решения подлежащей выполнению задачи посредством разработки процедуры выполнения задания, включающей подзадачи и движения.

Примечание — Планирование выполнения задания может осуществляться пользователем или автономно роботом.

[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, статья 8.9]

40 **планирование маршрута:** Вычислительная задача по нахождению маршрута робота с учетом препятствий и ограничений.

41 **планирование перемещения:** Вычислительная задача по нахождению последовательности ключевых точек положения робота, обеспечивающих его перемещение от начальной точки к целевой точке относительно объектов окружающей среды, в том числе относительно опорной поверхности.

42

препятствие: Статический или движущийся объект либо особенность рельефа (на земле, стене или потолке), мешающий намеченному перемещению.

Примечание — К наземным препятствиям относятся уступы, ямы и пересеченная местность.

[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, статья 8.4]

43 **приведение объекта:** Управление роботом, обеспечивающее занятие роботом желаемого положения по одной или нескольким пространственным координатам.

44

пространственное расположение: Комбинация позиции и ориентации в пространстве.
[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, статья 5.5]

45 **радиолокационная навигация:** Навигация с использованием систем, способных принимать и обрабатывать радиосигналы от радиомаяков.

46 **система предотвращения столкновений:** Система обнаружения препятствий на пути робота и формирования требуемых для выполнения задачи реакций со стороны системы управления движением робота.

47 **сопровождение объекта:** Процесс отслеживания заданного объекта.

48 **стыковка с объектом:** Процесс сближения с заданным объектом и установления с ним физического контакта.

49

счисление пути: Метод вычисления пространственного расположения мобильного робота с использованием только внутренних средств измерения, начиная с известного исходного пространственного расположения.

[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, статья 8.8]

50

топологическая карта: Представление внешней среды на основе графа, включающего вершины, дуги и отношения их связности.

[ГОСТ Р 60.6.8.1—2023, пункт 3.2.8]

51

траектория: Маршрут с привязкой ко времени.

[ГОСТ Р 60.0.0.4—2023, статья 5.6]

52 **целевая точка:** Координаты конечной точки маршрута робота.

Алфавитный указатель терминов на русском языке

алгоритм локализации адаптивный 1
ГНСС 3
граф 5
движение по ключевым точкам 6
ИНС 8
карта 10
карта внешней среды 9
карта робота 10
карта топологическая 50
картографирование 11
локализация 13
локализация и построение карты одновременные 27
маршрут 16
метод наведения 17
метод потенциальных полей 18
модель внешней среды 9
навигация 21
навигация акустическая 2
навигация без карты 22
навигация глобальная 4
навигация локальная 14
навигация оптическая 36
навигация персональная 38
навигация по карте 23
навигация радиолокационная 45
обход препятствий 26
ОЛПК 27
ОЛПК на основе графов 28
ОЛПК на основе распознавания характерных объектов 29
ОЛПК, основанные на визуальных образах 30
ОЛПК, основанные на сетке ячеек 31
ОЛПК семантические 32
ОЛПК топологические 33
определение положения 35
ориентир 37
ориентир наземный 24
планирование выполнения задания 39
планирование маршрута 40
планирование перемещения 41
поверхность опорная 34
построение карты 11
препятствие 42
приведение объекта 43
расположение пространственное 44

система навигационная 20
система навигационная глобальная спутниковая 3
система навигационная инерциальная 8
система позиционная локальная 15
система предотвращения столкновений 46
система навигационная модельная 19
создание карты 11
сопровождение объекта 47
среда динамическая 7
стыковка с объектом 48
счисление пути 49
точка ключевая 12
точка начальная 25
точка целевая 52
траектория 51

УДК 004.896:007.52:629.05:006.1:006.354

ОКС 25.040.30
53.060
01.040.25

Ключевые слова: роботы, робототехнические устройства, навигация роботов, термины и определения, робототехника, мобильные роботы

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 26.11.2024. Подписано в печать 10.12.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,12.

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