ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 8373— 2014

РОБОТЫ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Термины и определения

ISO 8373:2012
Robots and robotic devices — Vocabulary
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН ООО «НИИ экономики связи и информатики «Интерэкомс» (ООО «НИИ «Интерэкомс») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 100 «Стратегический и инновационный менеджмент»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2014 г. № 1863-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 8373:2012 «Роботы и роботизированные устройства. Термины и определения» (ISO 8373:2012 «Robots and robotic devices — Vocabulary»)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2015

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 Общие термины 1
3 Механическая конструкция 3
4 Геометрия и кинематика 6
5 Программирование и управление 7
6 Функционирование 10
7 Считывание данных и навигация 12
Приложение А (справочное) Примеры типов механических конструкций 13
Библиография 15

Введение

Настоящий стандарт определяет терминологию, используемую в робототехнике и роботизированных устройствах, применяемых как в промышленной, так и непромышленной сферах. Настоящий стандарт содержит определения наиболее часто используемых терминов, которые сгруппированы по разделам в соответствии с основными направлениями робототехники.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОБОТЫ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Термины и определения

Robots and robotic devices. Vocabulary

Дата введения — 2016—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет термины, используемые по отношению к роботам и роботизированным устройствам, работающим как в промышленных, так и непромышленных областях.

2 Общие термины

В настоящем стандарте используются следующие термины с соответствующими определениями:

2.1 **манипулятор** (manipulator): Машина, механизм которой обычно состоит из последовательности сегментов. Сегменты могут быть соединены, а могут перемещаться относительно друг друга. Они могут захватывать и (или) перемещать объекты (заготовки или инструменты) с некоторой степенью свободы (4.4).

Примечание 1 — Манипулятор может управляться **оператором** (2.17), программируемым электронным контроллером или логической системой (например, кулачковым устройством, проводным устройством и т. п.).

Примечание 2 — В состав манипулятора **рабочий орган робота** (3.11) не включается.

2.2 **автономность** (autonomy): Способность выполнять задачи по предназначению, основанная на текущем состоянии изделия и особенностях считывания данных без вмешательства человека.

2.3 **физическое преобразование** (physical alteration): Преобразование механической системы.

Примечание — Механические системы не включают среду хранения информации, оперативную память и т. д.

2.4 **перепрограммируемый** (reprogrammable): Механизм, работающий таким образом, что его запрограммированные движения или вспомогательные функции можно изменить без **физических преобразований** (2.3) устройства.

2.5 **многоцелевой** (multipurpose): Допускающий адаптацию к различным приложениям путем **физических преобразований** (2.3).

2.6 **робот** (robot): Приводной механизм, программируемый по двум и более **осям** (4.3), имеющий некоторую степень **автономности** (2.2), движущийся внутри своей рабочей среды и выполняющий задачи по предназначению.

Примечание 1 — Робот включает **систему управления** (2.7) и интерфейс системы управления.

Примечание 2 — Подразделение роботов на **промышленных роботов** (2.9) и **обслуживающих роботов** (2.10) производится в соответствии с их предназначением.

2.7 **система управления** (control system): Набор функций логического управления и силовых функций, позволяющих проводить мониторинг, управление механической конструкцией **робота** (2.6) и осуществлять связь с окружающей средой (оборудованием и пользователями).

Издание официальное

2.8 **роботизированное устройство** (robotic device): Приводной механизм, имеющий характеристики **промышленного робота** (2.9) или **обслуживающего робота** (2.10). Может иметь непрограммируемые **оси** (4.3) или недостаточную степень **автономности** (2.2).

Пример — Усилительное устройство; устройство с телеуправлением; двухосный промышленный манипулятор (2.1).

2.9 **промышленный робот** (industrial robot): Автоматически управляемый, **перепрограммируемый** (2.4), **многоцелевой** (2.5) **манипулятор** (2.1), программируемый по трем и более **осям** (4.3). Он может быть либо зафиксирован в заданном месте, либо может иметь возможность передвижения для выполнения промышленных задач по автоматизации.

Примечание 1 — Промышленный робот включает:

- манипулятор, включая **исполнительные механизмы** (3.1);
- контроллер, включая **подвесной пульт обучения** (5.8) и интерфейс связи (электронное оборудование и программное обеспечение).

Примечание 2 — Данный объект может иметь дополнительные интегрированные оси.

2.10 **обслуживающий робот** (service robot): **Робот** (2.6), выполняющий полезную работу для людей и оборудования, исключая промышленные задачи по автоматизации.

Примечание 1 — Промышленные приложения автоматизации включают (и не только) производство, контроль, упаковку и сборку.

Примечание 2 — В то время как **шарнирные роботы** (3.15.5), используемые на технологических линиях — это **промышленные роботы** (2.9), аналогичные шарнирные роботы, доставляющие еду, — это **обслуживающие роботы** (2.10).

2.11 **персональный обслуживающий робот; обслуживающий робот для персонального использования** (personal service robot; service robot for personal use): **Обслуживающий робот** (2.10), используемый для непрофессиональных некоммерческих работ.

Пример — Робот — домашняя прислуга, автоматизированная инвалидная коляска, робот-нога (робот-рука и т. п.), робот для дрессировки домашних животных.

2.12 **профессиональный обслуживающий робот; обслуживающий робот для профессионального использования** (professional service robot; service robot for professional use): **Обслуживающий робот** (2.10), используемый для выполнения коммерческих работ. Обычно управляется специально обученным **оператором** (2.17).

Пример — Робот — уборщик для общественных мест, робот для доставки товаров в офисы и больницы, робот-пожарный, реабилитационный робот и робот — хирург в больницах.

2.13 **мобильный робот** (mobile robot): **Роботы** (2.6) с автономным управлением, которые могут самостоятельно передвигаться.

Примечание — Мобильный робот может быть **мобильной платформой** (3.18) с **манипулятором** (2.1) или без него.

2.14 **робототехническая система** (robot system): Система, включающая **роботов** (2.6), **рабочие органы роботов** (3.11), а также машины, оборудование, устройства и датчики, поддерживающие роботов во время работы.

2.15 **промышленная робототехническая система** (industrial robot system): Система, включающая **промышленных роботов** (2.9), **рабочие органы роботов** (3.11), машины, оборудование, устройства, внешние вспомогательные оси и датчики, поддерживающие роботов во время работы.

2.16 **робототехника** (robotics): Наука и практика разработки, производства и применения **роботов** (2.6).

2.17 **оператор** (operator): Человек, осуществляющий запуск, мониторинг и остановку работ по предназначению **робота** (2.6) или **робототехнической системы** (2.14).

2.18 **программист** (programmer): Человек, разрабатывающий **рабочие программы** (5.1.1).

Примечание — Различные способы программирования определены в 5.2.

2.19 **реципиент; бенефициар** (recipient; beneficiary): Лицо, взаимодействующее с **обслуживающим роботом** (2.10) с целью получения выгоды.

Примечание — Настоящее определение обусловливает отличие реципиента от **оператора** (2.17).

Пример — Пациент, получающий уход от медицинского робота.

2.20 **инсталляция** (installation): Операция, включающая установку **робота** (2.6) на рабочее место, подключение его к электрической сети, добавление компонентов инфраструктуры при необходимости.

2.21 **пусконаладка** (commissioning): Процесс настройки и проверки **робототехнической системы** (2.14) с последующей верификацией функций робота после **инсталляции** (2.20).

2.22 **интеграция** (integration): Действие, объединяющее **робота** (2.6) с другим оборудованием или другой машиной (включая дополнительного робота). При этом образуется станочная система, готовая к результативной деятельности (например, изготовлению деталей).

Примечание — Настоящее определение предназначено только для **промышленного робота** (2.9).

2.23 **промышленный роботизированный модуль** (industrial robot cell): Одна или несколько промышленных **робототехнических систем** (2.15), включая ассоциированные машины и оборудование, а также ассоциированное **охраняемое пространство** (4.8.5) и соответствующие защитные меры.

2.24 **промышленная роботизированная линия** (industrial robot line): Несколько промышленных **роботизированных модулей** (2.23), выполняющих одинаковые или различные функции. Сюда также входит ассоциированное оборудование, размещенное в одинарных или спаренных **охраняемых пространствах** (4.8.5).

2.25 **совместная операция** (collaborative operation): Состояние, в котором специально созданные **роботы** (2.6) работают в непосредственной кооперации с человеком внутри определенного рабочего пространства.

2.26 **робот для совместных работ** (collaborative robot): **Робот** (2.6), созданный для непосредственного взаимодействия с человеком.

2.27 **кооперация роботов** (robot cooperation): Обмен информацией и действиями между несколькими **роботами** (2.6) с тем, чтобы гарантировать эффективное выполнение ими порученных работ.

2.28 **разумный робот; робот с элементами искусственного интеллекта** (intelligent robot): **Робот** (2.6), выполняющий работу путем считывания данных из окружающей среды, взаимодействия с внешними источниками и адаптации своего поведения.

Пример — Промышленный робот (2.9), имеющий датчик изображения, чтобы захватить или положить объект; мобильный робот (2.13) с устройством предотвращения столкновений; шагающий робот (3.16.2), двигающийся по пересеченной местности.

2.29 **взаимодействие человек — робот** (human-robot interaction; HRI): Обмен информацией и действиями между человеком и **роботом** (2.6) для выполнения работ с помощью **интерфейса пользователя** (5.12).

Пример — Обмен с помощью голоса, зрения или на ощупь.

Примечание — Во избежание путаницы рекомендуется не использовать аббревиатуру HRI для интерфейса «человек — робот» при описании интерфейса пользователя.

2.30 **апробация** (validation): Подтверждение путем проверки и обеспечение объективного свидетельства, что заданные требования (к использованию робота по предназначению) выполнены.

Примечание — Адаптировано из ИСО 9000:2005, определение 3.8.5.

2.31 **верификация** (verification): Подтверждение путем проверки и обеспечение объективного свидетельства, что требования выполнены.

Примечание — Адаптировано из ИСО 9000:2005, определение 3.8.4.

3 Механическая конструкция

3.1 **привод; привод робота; привод машины** (actuator; robot actuator; machine actuator): Силовой механизм, используемый для осуществления движения **робота** (2.6).

Пример — Электродвигатель, преобразующий электрическую, гидравлическую или пневматическую энергию в энергию движения робота.

3.2 **рука робота; рука; основные оси** (robotic arm; arm; primary axes): Взаимосвязанная совокупность **звеньев** (3.6) и шарниров с силовым приводом **манипулятора** (2.1), содержащая звенья продольной формы, **которые** позиционируют **запястье** (3.3).

3.3 **запястье робота; запястье; вторичные оси** (robotic wrist; wrist; secondary axes): Взаимосвязанная совокупность **звеньев** (3.6) и шарниров с силовым приводом **манипулятора** (2.1), расположенная между **рукой** (3.2) и **рабочим органом** (3.11), к которой крепится рабочий орган и которая его позиционирует и ориентирует.

3.4 **нога робота; нога** (robotic leg; leg): **Многозвенный** (3.6) механизм, снабженный силовым приводом для поддержания и приведения в движение **мобильного робота** (2.13) за счет возвратно-поступательных движений и прерывистого контакта с **поверхностью перемещения** (7.7).

3.5 **конфигурация** (configuration): Совокупность значений положения всех шарниров, которая полностью определяет форму **робота** (2.6) в любой момент времени.

3.6 **звено** (link): Твердое тело, соединяющее соседние шарниры.

3.7 Соединения

3.7.1 **призматический шарнир; выдвижной шарнир** (prismatic joint; sliding joint): Сочленение двух **звеньев** (3.6), обеспечивающее линейное перемещение одного звена относительно другого.

3.7.2 **вращательный шарнир; новоротный шарнир** (rotary joint; revolute joint): Сочленение двух **звеньев** (3.6), обеспечивающее вращение одного звена относительно другого вокруг неподвижной оси.

3.7.3 **цилиндрический шарнир** (cylindrical joint): Сочленение двух **звеньев** (3.6), обеспечивающее поступательное и вращательное движение одного звена относительно другого вокруг оси, связанной с направлением поступательного движения.

3.7.4 **сферический шарнир** (spherical joint): Сочленение двух **звеньев** (3.6), обеспечивающее вращение одного звена относительно другого вокруг неподвижной точки по трем **степеням свободы** (4.4).

3.8 **опора** (base): Конструкция, к которой крепится первая исходная **связка (3.6) манипулятора** (2.1).

3.9 **монтажная поверхность опоры** (base mounting surface): Соединительная поверхность между **рукой** (3.2) и поддерживающей конструкцией.

3.10 **механический интерфейс** (mechanical interface): Монтажная поверхность на конце **манипулятора** (2.1), к которой крепится **рабочий орган робота** (3.11).

Примечание — См. ИСО 9409-1 и ИСО 9409-2.

3.11 **рабочий орган робота** (end effector): Устройство, специально предназначенное для крепления **механического интерфейса** (3.10), обеспечивающего работу **робота** (2.6).

Пример — Захватное устройство, гайковерт, сварочный пистолет, пистолет-распылитель.

3.12 **соединительная муфта рабочего органа робота** (end effector coupling device): Пластина или вал на конце **запястья** (3.3), а также запорные устройства и дополнительные детали, обеспечивающие надежное крепление **рабочего органа робота** (3.11) на конце запястья.

3.13 **автоматическая система замены рабочего органа робота** (automatic end effector exchange system): Соединительная муфта, расположенная между **механическим интерфейсом** (3.10) и **рабочим органом робота** (3.11) и обеспечивающая автоматическую замену рабочего органа робота.

Примечание — См. ИСО 11593.

3.14 **захватное устройство** (gripper): **Рабочий орган робота** (3.11), предназначенный для захвата и удержания детали.

3.15 Типы механических конструкций роботов

3.15.1 **робот, работающий в прямоугольной системе координат; декартов робот** (rectangular robot; Cartesian robot): **Робот** (2.6), **руки** (3.2) которого имеют три **призматических соединения** (3.7.1), **оси** (4.3) которых совпадают с декартовой координатной системой.

Пример — Портальный робот (см. рисунок А.1).

3.15.2 **цилиндрический робот** (cylindrical robot): **Робот** (2.6), **руки** (3.2) которого имеют, по крайней мере, одно **вращательное соединение** (3.7.2) и одно **призматическое соединение** (3.7.1), а его **оси** (4.3) образуют цилиндрическую координатную систему.

Примечание — См. рисунок А.2.

3.15.3 **полярный робот; сферический робот** (polar robot; spherical robot): **Робот** (2.6), **руки** (3.2) которого имеют два **вращательных соединения** (3.7.2) и одно **призматическое соединение** (3.7.1). **Оси** (4.3) образуют полярную координатную систему.

Примечание — См. рисунок А.3.

3.15.4 **подвесной робот маятникового типа** (pendular robot): **Полярный робот** (3.15.3), механическая конструкция которого включает универсальную качающуюся подсборку.

Примечание — См. рисунок А.4.

3.15.5 **шарнирный робот** (articulated robot): **Робот** (2.6), **руки** (3.2) которого имеют три и более **вращательных соединения** (3.7.2).

Примечание — См. рисунок А.5.

3.15.6 **робот типа SCARA** (SCARA robot): **Робот** (2.6), имеющий два параллельных **вращательных соединения** (3.7.2), обеспечивающих **податливость** (5.3.9) в заданной плоскости.

Примечание — SCARA определяется как «селективно согласующаяся рука для роботизированной сборки».

3.15.7 **цапфовый робот** (spine robot): **Робот** (2.6), **рука** (3.2) которого состоит из двух и более **сферических соединений** (3.7.4).

3.15.8 **параллельный робот; робот с параллельными связками** (parallel robot; parallel link robot): **Робот** (2.6), **руки** (3.2) которого имеют **связки** (3.6), образующие конструкцию с замкнутым контуром.

Пример — Платформа Стьюарта.

3.16 Типы механических конструкций мобильного робота

3.16.1 **колесный робот** (wheeled robot): **Мобильный робот** (2.13), который перемещается на колесах.

Примечание — См. рисунок А.6.

3.16.2 **шагающий робот** (legged robot): **Мобильный робот** (2.13), который перемещается на одной или нескольких **ногах** (3.4).

Примечание — См. рисунок А.7.

3.16.3 **двуногий робот** (biped robot): **Шагающий робот** (3.16.2), который перемещается на двух **ногах** (3.4).

Примечание — См. рисунок А.8.

3.16.4 **гусеничный робот; рельсовый робот** (crawler robot; tracked robot): **Мобильный робот** (2.13), который перемещается на гусеницах (по рельсам).

Примечание — См. рисунок А.9.

3.17 **антропоморфный робот** (humanoid robot): **Робот** (2.6), имеющий тело, голову и конечности. Смотрит и двигается как человек.

3.18 **мобильная платформа** (mobile platform): Сборка, включающая все компоненты **мобильного робота** (2.13), обеспечивающие локомоцию.

Примечание 1 — Мобильная платформа может включать шасси, воспринимающее **нагрузку** (6.2.1).

Примечание 2 — Чтобы не путать с термином «**опора**» (3.8), рекомендуется не использовать термин «мобильная опора» для описания мобильной платформы.

3.19 **всенаправленный мобильный механизм** (omni-directional mobile mechanism): Колесный механизм, мгновенно обеспечивающий движение **мобильного робота** (2.13) в любом направлении.

3.20 **автоматизированный робокар** (automated guided vehicle; AGV): **Мобильная платформа** (3.18), движущаяся по **заданной траектории** (4.5.4), обозначенной маркерами или внешними командами управления (обычно на заводе).

Примечание — Стандарты на AGV-роботов разработаны техническим комитетом ИСО/ТК 110 «Промышленные грузовики».

4 Геометрия и кинематика

4.1 **упреждающая кинематика** (forward kinematics): Математическое определение соотношения между координатными системами двух частей механической связи, использующее обобщенные координаты данной связи.

Примечание — Для **манипулятора** (2.1), это, как правило, соотношение между **координатной системой инструмента** (4.7.5) и **координатной системой опоры** (4.7.2).

4.2 **обратная кинематика** (inverse kinematics): Математическое определение обобщенных координат механической связи, основанное на соотношении координатных систем двух частей настоящей связи.

Примечание — Для **манипулятора** (2.1), это соотношение между **координатной системой инструмента** (4.7.5) и **координатной системой опоры** (4.7.2), используемых для определения обобщенных координат.

4.3 **ось** (axis): Направление, используемое для задания движения **робота** (2.6) в линейном или вращательном режиме.

Примечание — Понятие «ось» также используется для описания «механического соединения робота».

4.4 **степень свободы** (degree of freedom; DOF): Одна из переменных (максимальное число равно 6), необходимых для определения движения тела в пространстве.

Примечание — Чтобы не путать с термином «ось» (4.3), рекомендуется не использовать термин «степень свободы» для описания движения робота.

4.5 **расположение** (pose): Комбинация положения и ориентации тела в пространстве.

Примечание 1 — Расположение для **манипулятора** (2.1) обычно относится к положению и ориентации **рабочего органа робота** (3.11) или его **механического интерфейса** (3.10).

Примечание 2 — Расположение для **мобильного робота** (2.13) может включать набор расположений **мобильной платформы** (3.18) и какого-либо **манипулятора** (2.1), прикрепленного к мобильной платформе, по отношению к **глобальной координатной системе** (4.7.1).

4.5.1 **заданное расположение; запрограммированное расположение** (command pose; programmed pose): **Расположение** (4.5), заданное **программой задач** (5.1.1).

4.5.2 **достигнутое расположение** (attained pose): **Расположение** (4.5), достигнутое **роботом** (2.6) в ответ на **заданное расположение** (4.5.1).

4.5.3 **скоординированное расположение** (alignment pose): **Заданное расположение** (4.5), являющееся геометрической ссылкой для **робота** (2.6).

4.5.4 **путь** (path): Упорядоченный набор **расположений** (4.5).

4.6 **траектория** (trajectory): **Путь** (4.5.4) с привязкой ко времени.

4.7 Координатные системы

Примечание — См. ИСО 9787.

4.7.1 **глобальная координатная система** (world coordinate system): Стационарная (земная) координатная система, не зависящая от движения **робота** (2.6).

4.7.2 **координатная система опоры** (base coordinate system): Координатная система, связанная с **монтажной поверхностью опоры** (3.9).

4.7.3 **координатная система механического интерфейса** (mechanical interface coordinate system): Координатная система, связанная с **механическим интерфейсом** (3.10).

4.7.4 **координатная система соединения** (joint coordinate system): Координатная система, связанная с **осями** (4.3) соединения. Координаты соединения в ней определяются по отношению к предшествующим координатам соединения или к какой-либо другой координатной системе.

4.7.5 **координатная система инструмента** (tool coordinate system; TCS): Координатная система, связанная с инструментом или **рабочим органом робота** (3.11), прикрепленным к **механическому интерфейсу** (3.10).

4.7.6 **координатная система мобильной платформы** (mobile platform coordinate system): Координатная система, связанная с одним из компонентов **мобильной платформы** (3.18).

Примечание — Типовая координатная система мобильной платформы для **мобильного робота** (2.13) дает положительные значения координаты X в упреждающем направлении, положительные значения координаты Z

в направлении снизу вверх и положительные значения координаты Y в направлении, получаемом по правилу «правой руки».

4.8 Пространства

4.8.1 **максимальное пространство** (maximum space): Пространство, ометаемое движущимися деталями **робота** (2.6), по определению производителя, плюс пространство, ометаемое **рабочим органом робота** (3.11) и заготовкой.

Примечание — Для **мобильных платформ** (3.18) данный объем может рассматриваться как полный объем, теоретически ометаемый в результате движения деталей.

4.8.2 **ограниченное пространство** (restricted space): Часть **максимального пространства** (4.8.1) в пределах **ограничителя хода** (5.15), устанавливающего масштабы возможных перемещений.

Примечание — Для **мобильных платформ** (3.18) данный объем может быть ограничен специальными маркерами на полах и стенах. Пределы могут задаваться программным обеспечением во внутреннем отображении.

4.8.3 **операционное пространство** (operational space; operating space): Часть **ограниченного пространства** (4.8.2), фактически используемая при движении робота по командам **программы задач** (5.1.1).

4.8.4 **рабочее пространство** (working space): Пространство, ометаемое **ссылочной точкой запястья** (4.10). Оно определяется также диапазоном вращения и поступательного смещения каждого соединения **запястья** (3.3).

Примечание — Рабочее пространство меньше, чем пространство, ометаемое всеми движущимися деталями **манипулятора** (2.1).

4.8.5 **охраняемое пространство** (safeguarded space): Пространство, определенное зоной охраны.

4.8.6 **совместное рабочее пространство** (collaborative workspace): Рабочее пространство, находящееся внутри **охраняемого пространства** (4.8.5), где **робот** (2.6) и человек могут выполнять работы одновременно в процессе производства.

Примечание — Настоящее определение в данный момент относится только к **промышленным роботам** (2.9).

4.9 **центральная точка инструмента** (tool centre point; TCP): Точка, определенная для данного приложения по отношению к механическому интерфейсу **координатной системы** (4.7.3).

4.10 **характеристическая точка запястья; центральная точка запястья; исходная точка запястья** (wrist reference point; wrist centre point; wrist origin): Точка пересечения двух внутренних наиболее удаленных от поверхности **вторичных осей** (3.3) [то есть ближайших к **основным осям** (3.2)], или, если они не существуют, заданная точка на внутренней наиболее удаленной от поверхности вторичной оси.

4.11 **исходная точка мобильной платформы; ссылочная точка мобильной платформы** (mobile platform origin; mobile platform reference point): Исходная точка **координатной системы мобильной платформы** (4.7.6).

4.12 **преобразование координат** (coordinate transformation): Процесс перевода **координат расположения** (4.5) из одной **координатной системы** (4.7) в другую.

4.13 **сингулярность** (singularity): Ситуация, когда ранг матрицы Якоби становится меньше, чем полный ранг.

Примечание — С точки зрения математики в сингулярной **конфигурации** (3.5) скорость соединения в пространстве обобщенных координат может стать бесконечной (при оценке декартовой скорости). При фактических операциях движение, определенное в декартовом пространстве и протекающее в окрестности сингулярностей, может давать высокие осевые скорости. Данные высокие скорости могут оказаться неожиданными для **оператора** (2.17).

5 Программирование и управление

5.1 Программы

5.1.1 **программа задач** (task program): Набор инструкций по движению и вспомогательным функциям, определяющим особые работы **робота** (2.6) или **робототехнической системы** (2.14) по предназначению.

Примечание 1 — Настоящий тип программ обычно генерируется после инсталляции робота. Программы могут быть модифицированы квалифицированным специалистом при определенных условиях.

Примечание 2 — Приложением является общая рабочая область. Работа является особой для приложения.

5.1.2 **программа управления** (control program): Собственный набор управляющих инструкций, определяющих возможности, действия и реакции **робота** (2.6) или **робототехнической системы** (2.14).

Примечание — Настоящий тип программ обычно генерируется перед **инсталляцией** (2.20). Программы могут модифицироваться только производителем.

5.2 Программирование

5.2.1 **программирование задач; программирование** (task programming; programming): Процесс создания **программы задач** (5.1.1).

5.2.2 **программирование ручного ввода данных** (manual data input programming): Генерация и ввод программы непосредственно в робототехническую **систему управления** (2.7) с помощью переключателей, штепсельной панели и клавиатуры.

5.2.3 **программирование путем обучения** (teach programming): Программирование выполняется путем ручной проводки **рабочего органа робота** (3.11), ручной проводки механического моделирующего устройства, с помощью **подвесного пульта обучения** (5.8) или путем пошагового перемещения **робота** (2.6) по требуемым положениям.

5.2.4 **автономное программирование** (off-line programming): Метод программирования, в соответствии с которым **программа задач** (5.1.1) определена устройствами, расположенными отдельно от данного **робота** (2.6), для последующего их введения внутрь робота.

5.2.5 **целевое программирование** (goal-directed programming): Метод программирования, в соответствии с которым определена выполняемая работа, но **путь** (4.5.4) ее выполнения **роботом** (2.6) не задан.

5.3 Управление

5.3.1 **позиционное управление; PTP-управление** (pose-to-pose control; PTP-control): Способ управления, при котором оператор может задавать только **точки позиционирования** (4.5.1), через которые должен пройти **робот** (2.6), без определения **траектории** (4.5.4) движения между ними.

5.3.2 **непрерывное управление путем; CP-управление** (continuous path control; CP control): Метод управления, согласно которому пользователь может задать **роботу** (2.6) **путь** (4.5.4), проходимый между **заданными расположениями** (4.5.1).

5.3.3 **управление траекторией** (trajectory control): Непрерывное **управление путем** (5.3.2) с заданным профилем скорости.

5.3.4 **копирующее управление** (master-slave control): Метод управления, согласно которому движение основного устройства (мастера) воспроизводится вторичным (подчиненным) устройством.

Примечание — Копирующее управление обычно используется при **телеуправлении** (5.10).

5.3.5 **сенсорное управление** (sensory control): Схема управления, в соответствии с которой движение (сила) **робота** (2.6) настраивается в соответствии с показаниями **экстероцептивного датчика** (7.11.2).

5.3.6 **адаптивное управление** (adaptive control): Схема управления, в соответствии с которой параметры системы управления настраиваются с учетом условий технологического процесса.

5.3.7 **управление с обучением** (learning control): Схема управления, в соответствии с которой опыт, накопленный на предыдущих **циклах** (6.22), автоматически используется при изменении параметров и (или) алгоритмов управления.

5.3.8 **планирование движения** (motion planning): Процесс, с помощью которого программа управления **роботом** (2.6) определяет, как перемещать соединения механической конструкции между **заданными расположениями** (4.5.1), запрограммированными пользователем в соответствии с выбранным типом интерполяции.

5.3.9 **податливость** (compliance): Реакция **робота** (2.6) или ассоциированного инструмента на действие внешней силы.

Примечание — Если отклик не зависит от показаний датчика обратной связи, то податливость называется пассивной, если зависит — активной.

5.3.10 **рабочий режим** (operating mode; operational mode): Состояние робототехнической **системы управления** (2.7).

5.3.10.1 **автоматический режим** (automatic mode): **Рабочий режим** (5.3.10), при котором робототехническая **система управления** (2.7) работает в соответствии с **программой задач** (5.1.1).

5.3.10.2 **ручной режим** (manual mode): **Рабочий режим** (5.3.10), при котором **роботом** (2.6) можно управлять, например с помощью кнопок или джойстика, когда автоматическое управление исключается.

5.4 **серво-управление** (servo-control): Процесс, в рамках которого робототехническая **система управления** (2.7) руководит **исполнительными механизмами** (3.1) **робота** (2.6). При этом его **достигнутое расположение** (4.5.2) должно соответствовать **заданному расположению** (4.5.1).

5.5 **автоматическое функционирование** (automatic operation): Состояние, когда **робот** (2.6) сам выполняет свою **программу задач** (5.1.1) по предназначению.

5.6 **точка останова** (stop-point): **Заданное расположение** (4.5.1) (выученное или запрограммированное), достигнутое **осями** (4.3) **робота** (2.6). В данном расположении скорость равна нулю, отклонение отсутствует.

5.7 **точка пролета; промежуточная точка** (fly-by point; via point): **Заданное расположение** (4.5.1) (выученное или запрограммированное), достигнутое **осями** (4.3) **робота** (2.6) с некоторым отклонением. Величина отклонения зависит от профиля скорости в окрестности **настоящего расположения** (4.5) и заданных условий его прохождения (скорости, отклонения положения).

5.8 **подвесной кнопочный пульт; подвесной пульт обучения** (pendant; teach pendant): Ручное устройство, связанное с работой **системы управления** (2.7), с помощью которого **робота** (2.6) можно запрограммировать (перемещать).

5.9 **джойстик** (joystick): Ручное устройство управления, положения (ориентация, приложенные силы) которого измеряются, благодаря чему формируются команды **робототехнической системы управления** (2.7).

5.10 **телеуправление** (teleoperation): Управление движением **робота** (2.6) или **роботизированного устройства** (2.8) человеком из удаленного места в реальном времени.

Пример — Роботизированные операции бомбометания, сборки космических станций, подводных погружений и хирургии.

5.11 **операция воспроизведения** (playback operation): Операция **робота** (2.6), заключающаяся в повторении **программы задач** (5.1.1), заложенной **программированием путем обучения** (5.2.3).

5.12 **интерфейс пользователя** (user interface): Средства обмена информацией и действиями между человеком и **роботом** (2.6) во время **взаимодействия человека и робота** (2.29).

Пример — Микрофон, громкоговоритель, графический интерфейс пользователя, джойстик, сенсорные устройства.

5.13 **язык робота** (robot language): Язык программирования, используемый для описания **программы задач** (5.1.1).

5.14 **одновременные движения** (simultaneous motion): Движения двух и более **роботов** (2.6), находящихся в одно время под управлением одной станции. Данные движения координируются (синхронизируются) путем общей математической корреляции.

Примечание 1 — Примером одной станции управления является **подвесной пульт обучения** (5.8).

Примечание 2 — Координация может быть достигнута с помощью копирующего управления.

5.15 **ограничитель хода** (limiting device): Средства, ограничивающие **максимальное пространство** (4.8.1) путем остановки (торможения) всех движений **робота** (2.6).

5.16 **программа верификации** (program verification): Выполнение **программы задач** (5.1.1) для подтверждения **пути** (4.5.4) робота и процесса его функционирования.

Примечание — Программа верификации может включать весь путь, отслеживаемый **центральной точкой инструмента** (4.9) во время выполнения программы задач, или сегмент этого пути. Пакет инструкций может представлять собой одну инструкцию или непрерывную последовательность инструкций. Программа верификации может использоваться в новых приложениях, а также при настройке/редактировании существующих приложений.

5.17 **защитный останов** (protective stop): Тип прерывания работ для приостановки движения. Он обеспечивает защиту и позволяет возобновить выполнение работ.

5.18 **соответствующий заданному уровню безопасности** (safety-rated): Объект, характеризующийся наличием установленных защитных функций, обеспечивающих функционирование с заданным уровнем безопасности.

Пример — Уменьшенная скорость, соответствующая заданному уровню безопасности; скорость мониторинга, соответствующая заданному уровню безопасности; выходной параметр, соответствующий заданному уровню безопасности.

5.19 **одна точка управления** (single point of control): Способ управления **роботом** (2.6), когда приведение робота в движение возможно только из одного источника. Управляющий сигнал не может быть перехвачен другим источником управления.

5.20 **управление на сниженной скорости; медленное управление** (reduced speed control; slow speed control): Режим управления движением **робота** (2.6), когда скорость не превышает 250 мм/с.

Примечание 1 — Уменьшение скорости нужно, чтобы дать возможность персоналу выйти из опасной зоны, либо остановить робота.

Примечание 2 — Настоящее определение относится только к **промышленным роботам** (2.9).

6 Функционирование

6.1 **нормальные рабочие условия** (normal operating conditions): Диапазон значений параметров окружающей среды и других параметров, оказывающих влияние на функционирование робота (скачки напряжения, электромагнитные поля), внутри которого функционирование **робота** (2.6) считается правильным.

Примечание — Параметрами окружающей среды могут быть температура и влажность.

6.2 Нагрузки

6.2.1 **нагрузка** (load): Сила и (или) крутящий момент **механического интерфейса** (3.10) или **мобильной платформы** (3.18). Прикладывается по различным направлениям движения, обеспечивает заданные скорости и ускорения.

Примечание — Нагрузка является функцией массы, момента инерции, статических и динамических сил, поддерживаемых **роботом** (2.6).

6.2.2 **номинальная нагрузка** (rated load): Максимальная **нагрузка** (6.2.1), которую можно приложить к **механическому интерфейсу** (3.10) или к **мобильной платформе** (3.18) при **нормальных рабочих условиях** (6.1) без снижения параметров функционирования.

Примечание — Номинальная нагрузка при необходимости учитывает инерционные свойства **рабочего органа робота** (3.11), приспособлений и заготовок.

6.2.3 **предельная нагрузка** (limiting load): Максимальная **нагрузка** (6.2.1), указанная производителем. Она может быть приложена к **механическому интерфейсу** (3.10) или **мобильной платформе** (3.18) без повреждения или отказа механизма **робота** (2.6) в ограниченных рабочих условиях.

6.2.4 **дополнительная нагрузка; дополнительная масса** (additional load; additional mass): **Нагрузка** (6.2.1), которую выдерживает **робот** (2.6) в дополнение к **номинальной нагрузке** (6.2.2). Она еще не приложена к **механическому интерфейсу** (3.10), но приложена где-либо на **манипуляторе** (2.1), как правило, к **руке** (3.2).

6.2.5 **максимальная сила; максимальная тяга** (maximum force; maximum thrust): Сила (тяга) (исключая силу инерции), которую можно приложить непрерывно к **механическому интерфейсу** (3.10) или к **мобильной платформе** (3.18) без причинения постоянного ущерба **механизму робота** (2.6).

6.2.6 **максимальный момент; максимальный крутящий момент** (maximum moment; maximum torque): Момент (крутящий момент) (исключая момент сил инерции), который может быть приложен непрерывно к **механическому интерфейсу** (3.10) или **мобильной платформе** (3.18) без причинения постоянного ущерба механизму **робота** (2.6).

6.3 Скорость

6.3.1 **скорость индивидуального соединения; скорость индивидуальной оси** (individual joint velocity; individual axis velocity): Скорость заданной точки, обусловленная движением одного индивидуального соединения.

6.3.2 **скорость пути** (path velocity): Изменение положения вдоль **пути** (4.5.4) за единицу времени.

Примечание — См. **расположение** (4.5).

6.4 Ускорение

6.4.1 **ускорение индивидуального соединения; ускорение индивидуальной оси** (individual joint acceleration; individual axis acceleration): Ускорение заданной точки, обусловленное движением одного индивидуального соединения.

6.4.2 **ускорение пути** (path acceleration): Изменение скорости вдоль **пути** (4.5.4) за единицу времени.

6.5 **точность расположения; точность однонаправленного расположения** (pose accuracy; unidirectional pose accuracy): Разность между **заданным расположением** (4.5.1) и средним значением для совокупности **достигнутых расположений** (4.5.2) при заданном направлении.

6.6 **повторяемость расположений; повторяемость однонаправленных расположений** (pose repeatability; unidirectional pose repeatability): Соотношение **достигнутых расположений** (4.5.2) с одним **заданным расположением** (4.5.1). Достигаемые расположения реализуются в одном направлении.

6.7 **изменение точности мультинаправленных расположений** (multidirectional pose accuracy variation): Максимальное расстояние между средними значениями для совокупности **достигнутых расположений** (4.5.2), полученными при одном **заданном расположении** (4.5.1) по трем перпендикулярным направлениям.

6.8 **точность определения расстояния** (distance accuracy): Разность между заданным расстоянием и средним значением для совокупности достигнутых расстояний.

6.9 **повторяемость расстояния** (distance repeatability): Соотношение заданного расстояния и совокупности достигнутых расстояний, измеренных повторно в одном направлении.

6.10 **время стабилизации расположения** (pose stabilization time): Время, прошедшее с момента, когда **робот** (2.6) выдает сигнал о нахождении в требуемом положении, до момента, когда затухающие колебательные движения (или просто затухающее движение) **механического интерфейса** (3.10) или **мобильной платформы** (3.18) оказываются внутри заданного допуска.

6.11 **перерегулирование расположения** (pose overshoot): Максимальное расстояние между (заданным) **путем** (4.5.4) подхода и **достигнутым расположением** (4.5.2), имеющее место после выдачи **роботом** (2.6) сигнала о нахождении в заданном расположении.

6.12 **точность ухода от расположения** (drift of pose accuracy): Изменение точности **расположения** (6.5) с течением времени.

6.13 **уход повторяемости расположения** (drift of pose repeatability): Изменение **повторяемости расположения** (6.6) с течением времени.

6.14 **точность пути** (path accuracy): Разность между **заданным путем** (4.5.4) и средним для совокупности достигнутых путей.

6.15 **повторяемость пути** (path repeatability): Соотношение между несколькими **достигнутыми путями** (4.5.4) и одним заданным путем.

6.16 **точность скорости пути** (path velocity accuracy): Разность между заданной **скоростью пути** (6.3.2) и средним значением для совокупности скоростей пути, достигнутых при движении поперек пути.

6.17 **повторяемость скорости пути** (path velocity repeatability): Соотншение скоростей, достигнутых для заданной **скорости пути** (6.3.2).

6.18 **флуктуации скорости пути** (path velocity fluctuation): Разность между минимальной и максимальной скоростями в движении поперек **пути** (4.5.4), если движение вдоль пути происходит с заданной скоростью.

6.19 **минимальное время восстановления расположения** (minimum posing time): Минимальное время, протекшее между моментом ухода и моментом возвращения в стационарное состояние **механического интерфейса** (3.10) или **мобильной платформы** (3.18) при сходе с заданной траектории (включая время стабилизации).

6.20 **статическая податливость** (static compliance): Максимальное смещение **механического интерфейса** (3.10), приходящееся на единицу **нагрузки** (6.2.1), приложенной к механическому интерфейсу.

6.21 **разрешение** (resolution): Наименьшее смещение, которое может быть достигнуто по каждой **оси** (4.3) или в **соединении робота** (2.6).

6.22 **цикл** (cycle): Одноразовое выполнение **программы задач** (5.1.1).

Примечание — Некоторые программы задач могут не быть цикличными.

6.23 **время цикла** (cycle time): Время, необходимое для выполнения **цикла** (6.22).

6.24 **стандартный цикл** (standard cycle): Последовательность движений **робота** (2.6) при выполнении типовой работы (рассматриваемой как ссылка) в заданных условиях.

7 Считывание данных и навигация

7.1 **карта окружающей среды; модель окружающей среды** (environment map; environment model): Карта или модель, описывающая окружающую среду и ее основные характеристики.

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

7.2 **локализация** (localization): Распознавание **расположения** (4.5) **мобильного робота** (2.13) или его идентификация на **карте окружающей среды** (7.1).

7.3 **ориентир** (landmark): Искусственный или естественный объект, различимый на **карте окружающей среды** (7.1), используемый для **локализации** (7.2) **мобильного робота** (2.13).

7.4 **препятствие** (obstacle): Статический или движущийся объект (на земле, на стене, на потолке), препятствующий заданному движению.

Примечание — Наземные препятствия включают ступеньки, ямы, неровную местность и т. д.

7.5 **картографирование; построение карты; разработка карты** (mapping; map building; map generation): Разработка **карты окружающей среды** (7.1) для описания окружающей среды с ее геометрическими и различимыми особенностями, **ориентирами** (7.3) и **препятствиями** (7.4).

7.6 **навигация** (navigation): Принятие решения и управление направлением движения на основе **локализации** (7.2) объекта и использования **карты окружающей среды** (7.1).

Примечание — Навигация может включать планирование **пути** (4.5.4) для перемещения из одного расположения в другое и полное покрытие области.

7.7 **поверхность хода** (travel surface): Местность, по которой перемещается **мобильный робот** (2.13).

7.8 **счисление пути** (dead reckoning): Метод получения **расположения** (4.5) **мобильного робота** (2.13), используя только внутренние измерения, выполненные из известного исходного **расположения** (4.5).

7.9 **сочетание датчиков** (sensor fusion): Процесс получения уточненной информации путем объединения информации, полученной с нескольких датчиков.

7.10 **планирование задач** (task planning): Процесс решения общей проблемы путем разработки конкретной процедуры выполнения задач, включающей составляющие работы и отдельные движения.

Примечание — Планирование задач может включать автономное планирование и пользовательское планирование.

7.11 **датчик робота** (robot sensor): Преобразователь, используемый для получения внутренней и внешней информации для управления **роботом** (2.6).

7.11.1 **проприоцептивный датчик; датчик внутреннего состояния** (proprioceptive sensor; internal state sensor): **Датчик робота** (7.11), измеряющий внутреннее состояние **робота** (2.6).

Пример — Кодирующее устройство; потенциометр; тахометр; акселерометр, гироскоп.

7.11.2 **экстероцептивный датчик; датчик внешнего состояния** (exteroceptive sensor; external state sensor): **Датчик робота** (7.11), измеряющий состояние окружающей среды или взаимодействие **робота** (2.6) с окружающей средой.

Пример — GPS; датчик изображения; датчик расстояния; датчик силы; тактильный датчик; акустический датчик.

Приложение А
(справочное)

Примеры типов механических конструкций

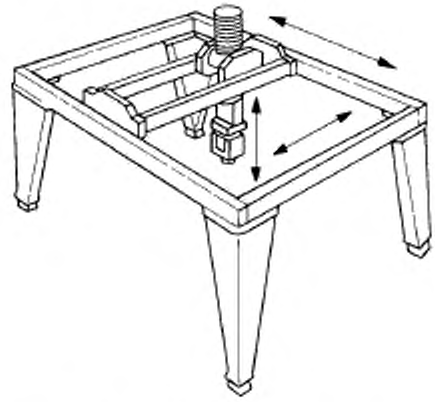

Рисунок А.1 — Декартов робот (робот, работающий в прямоугольных координатах): портальный робот

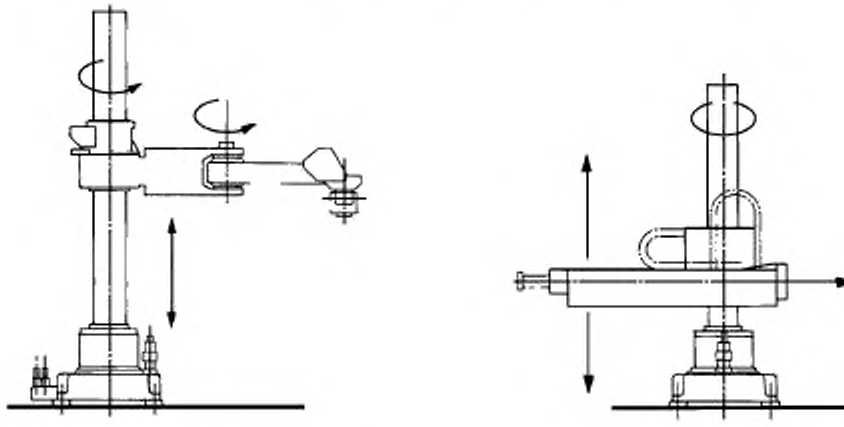

Рисунок А.2 — Цилиндрический робот

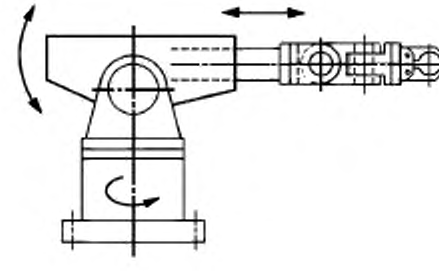

Рисунок А.3 — Полярный (сферический) робот

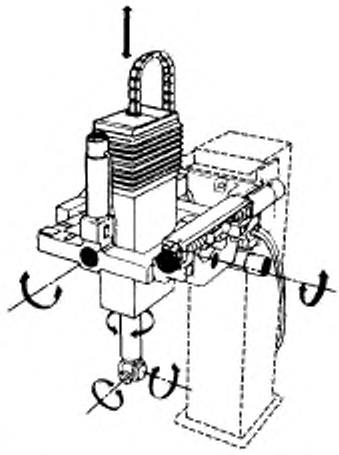

Рисунок А.4 — Подвесной робот маятникового типа

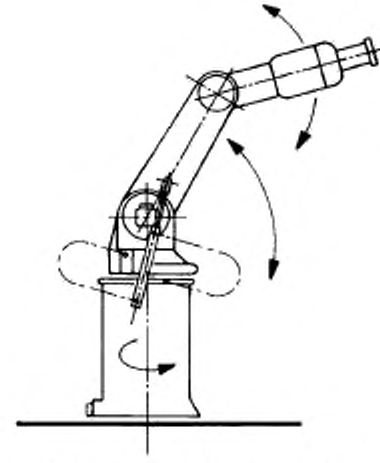

Рисунок А.5 — Шарнирный робот

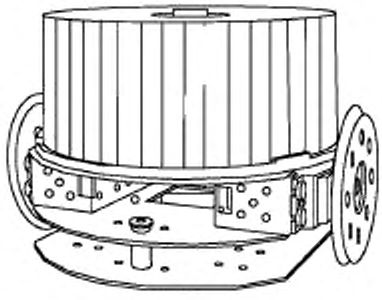

Рисунок А.6 — Колесный робот

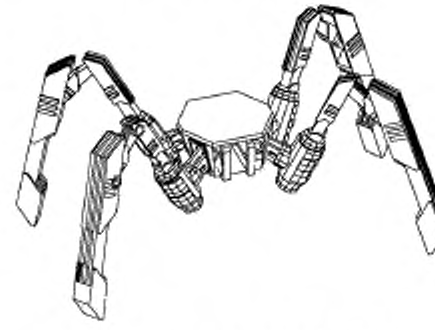

Рисунок А.7 — Шагающий робот

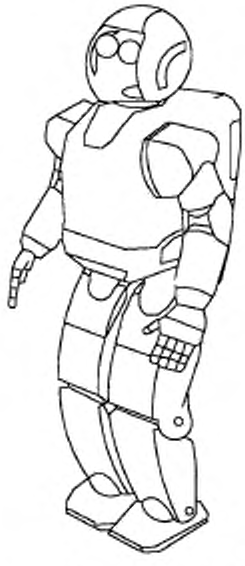

Рисунок А.8 — Двуногий робот

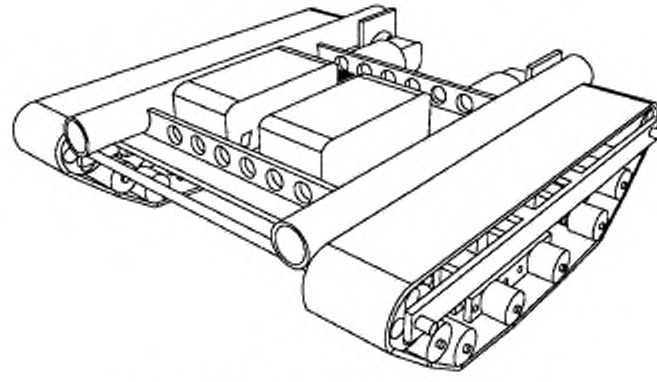

Рисунок А.9 — Рельсовый (гусеничный) робот

Библиография

[1] ИСО 9000:2005 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь
(ISO 9000:2005) (Quality management systems — Fundamentals and vocabulary)

[2] ИСО 9283:1998 Роботы манипуляционные промышленные. Критерии качества работы и соответствующие методы испытания
(ISO 9283:1998) (Manipulating industrial robots — Performance criteria and related test methods)

[3] ИСО 9409-1:2004 Роботы промышленные манипуляционные. Механические интерфейсы. Часть 1. Пластины
(ISO 9409-1:2004) (Manipulating industrial robots — Mechanical interfaces — Part 1. Plates)

[4] ИСО 9409-2.2002 Роботы промышленные манипуляционные. Механические интерфейсы. Часть 2. Валы
(ISO 9409-2:2002) (Manipulating industrial robots — Mechanical interfaces — Part 2. Shafts)

[5] ИСО 9787.2013 Роботы и роботизированные устройства. Системы координат и условных обозначений перемещений
(ISO 9787:2013) (Robots and robotic devices — Coordinate systems and motion nomenclatures)

[6] ИСО 9946:1999 Роботы промышленные манипуляционные. Представление характеристик
(ISO 9946:1999) (Manipulating industrial robots — Presentation of characteristics)

[7] ИСО 10218-1:2011 Роботы манипуляционные промышленные. Требования к технике безопасности. Часть1 . Роботы
(ISO 10218-1:2011) (Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 1: Robots)

[8] ИСО 10218-2:2011 Роботы манипуляционные промышленные. Требования к технике безопасности. Часть 1. Системы роботов и их интеграция
(ISO 10218-2:2011) (Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 2: Robot systems and integration)

[9] ИСО 11593:1996 Роботы манипуляционные промышленные. Системы автоматической смены рабочих органов. Словарь и представление характеристик
(ISO 11593:1996) (Manipulating industrial robots — Automatic end effector exchange systems — Vocabulary and presentation of characteristics)

[10] ИСО 14539:2000 Роботы манипуляционные промышленные. Манипулирование объектом с помощью захватных устройств типа зажимов. Словарь и представление характеристик
(ISO 14539:2000) (Manipulating industrial robots. Object handling with grasp-type grippers. Vocabulary and presentation of characteristics)

[11] ИСО/ТР 13309:1995 Роботы манипуляционные промышленные. Информативное руководство по испытательному оборудованию и метрологическим методам, применяемым для оценки рабочих характеристик роботов в соответствии со стандартом ИСО 9283
(ISO/TR 13309:1995) (Manipulating industrial robots — Informative guide on test equipment and metrology methods of operation for robot performance evaluation in accordance with ISO 9283)

УДК 001.4:007.52:6501/.56:006.354 ОКС 01.040.25
25.040.30

Ключевые слова: термины и определения, роботы и роботизированные устройства, робототехника, основные понятия

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 15.09.2015. Подписано в печать 09.10.2015. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,70. Тираж 33 экз. Зак. 3255.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru