

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2778619

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ И ТРУБОПРОВОДОВ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Пшенин Владимир Викторович (RU), Назаров Дмитрий Олегович (RU), Гамидов Тельман Назирович (RU)*

Заявка № 2022107148

Приоритет изобретения 18 марта 2022 г.
Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 22 августа 2022 г.
Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 18 марта 2042 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01N 29/265 (2022.05)

(21)(22) Заявка: 2022107148, 18.03.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.03.2022

Дата регистрации:
22.08.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.03.2022

(45) Опубликовано: 22.08.2022 Бюл. № 24

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Пшенин Владимир Викторович (RU),
Нагорнов Дмитрий Олегович (RU),
Гамидов Тельман Назирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 197520 U1, 12.05.2020. US
2012103097 A1, 03.05.2012. RU 2013156530 A,
20.07.2015. US 2012069172 A1, 22.03.2012. RU
2413214 C2, 27.02.2011. US 2010008462 A1,
14.01.2010.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ И ТРУБОПРОВОДОВ

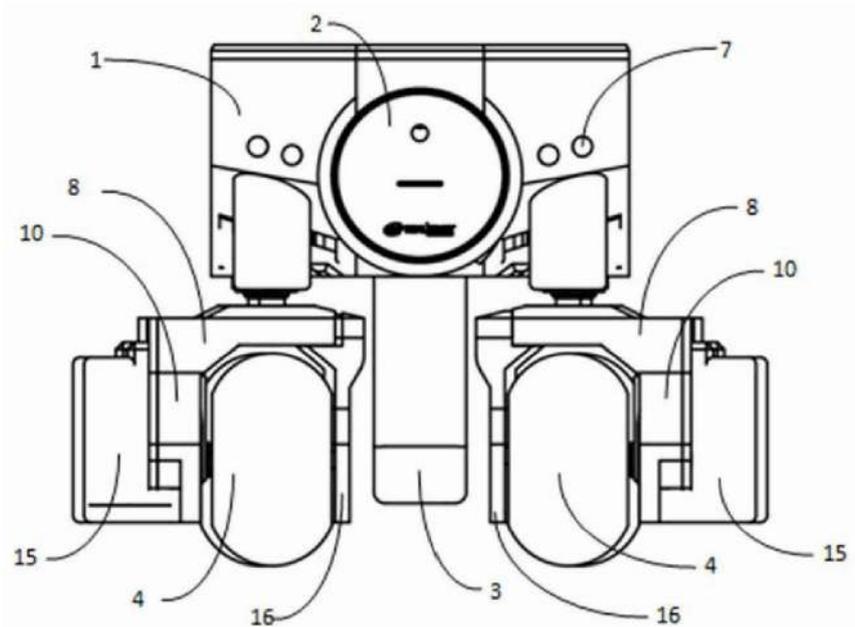
(57) Реферат:

Использование: для мониторинга технического состояния металлоконструкций и трубопроводов. Сущность изобретения заключается в том, что устройство для мониторинга технического состояния металлоконструкций и трубопроводов содержит электронный блок, датчик для ультразвуковой диагностики объекта контроля, при этом корпус устройства выполнен в форме параллелепипеда со срезанными в задней части углами, на верхней, нижней и боковых стенках корпуса выполнены отверстия в форме прямоугольников, верхняя часть корпуса выполнена в форме крышки, которая крепится к корпусу с возможностью съема, на задней части корпуса выполнены отверстия прямоугольной формы, в которые установлены крышка аккумулятора и ниже крышка электронного блока, в центре передней части корпуса выполнено отверстие в форме круга, в которое установлен объектив LIDAR с встроенной видеокамерой, а по бокам от него

выполнены отверстия меньшего диаметра, в которые установлены светодиоды, в центре нижней части установлен активный электромагнитно-акустический преобразователь, а по углам подвижные крепления, которые жестко соединены с приводом, и состоят из основного крепления, к которому крепится заглушка колеса и крышка для сервопривода, опорные колеса с неодимовыми магнитами, которые соединены с сервоприводами, которые установлены внутри корпуса, электронный блок включает в себя узел обработки и синтеза сигналов, выход которого соединен с входами накопителя и узла беспроводной связи, выход которого соединен с входом узла навигации, а вход узла обработки и синтеза сигналов электронного блока соединен с выходами LIDAR с встроенной видеокамерой, активный электромагнитно-акустический преобразователь, выходы сервопривода, активный электромагнитно-акустический преобразователь, LIDAR с встроенной

видеокамерой, светодиодами и электронного блока соединены с входами аккумулятора. Технический результат: обеспечение возможности создания малогабаритного устройства для технического

мониторинга металлоконструкций и трубопроводов, способного преодолевать различные препятствия. 5 ил.



Фиг. 1

RU 2778619 C1

RU 2778619 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01N 29/265 (2022.05)

(21)(22) Application: **2022107148, 18.03.2022**

(24) Effective date for property rights:
18.03.2022

Registration date:
22.08.2022

Priority:

(22) Date of filing: **18.03.2022**

(45) Date of publication: **22.08.2022** Bull. № 24

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2,
Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Pshenin Vladimir Viktorovich (RU),
Nagornov Dmitrii Olegovich (RU),
Gamidov Telman Nazirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**

(54) **DEVICE FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF METAL STRUCTURES AND PIPELINES**

(57) Abstract:

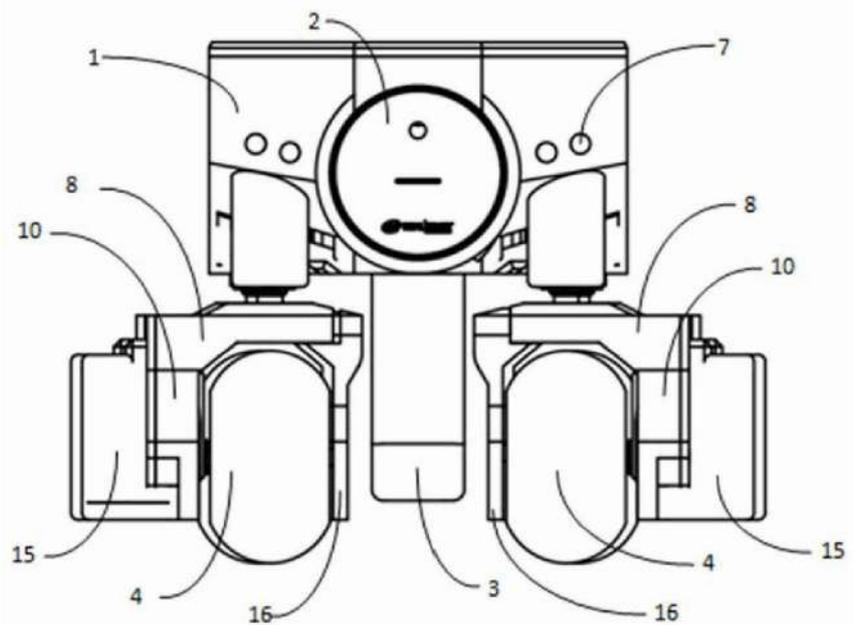
FIELD: metal structures condition monitoring.

SUBSTANCE: invention is intended for monitoring the technical condition of metal structures and pipelines. The essence of the invention lies in the fact that the device for monitoring the technical condition of metal structures and pipelines contains an electronic unit, a sensor for ultrasonic diagnostics of the test object, while the body of the device is made in the form of a parallelepiped with corners cut off at the rear, on the upper, lower and side walls of the body there are holes in the form of rectangles, the upper part of the housing is made in the form of a cover, which is attached to the housing with the possibility of removal, on the back of the housing there are rectangular holes, in which the battery cover is installed and below the cover of the electronic unit, in the center of the front part of the housing there is a hole in the form a circle in which the LIDAR lens with a built-in video camera is installed, and on the sides of it there are holes of smaller diameter, in which LEDs are installed, in the center of the lower part there is an active electromagnetic-acoustic transducer, and in the corners there are movable mounts

that are rigidly connected driven, and consist of the main mount, to which the wheel plug and the cover for the servo are attached, support wheels with neodymium magnets that are connected to the servos that are installed inside the housing, the electronic unit includes a signal processing and synthesis unit, the output of which is connected with the inputs of the storage device and the wireless communication node, the output of which is connected to the input of the navigation node, and the input of the signal processing and synthesis node of the electronic unit is connected to the outputs of LIDAR with a built-in video camera, active electromagnetic-acoustic transducer, servo drive outputs, active electromagnetic-acoustic transducer, LIDAR with a built-in video camera, LEDs and electronic unit are connected to the battery inputs.

EFFECT: providing the possibility of creating a small-sized device for technical monitoring of metal structures and pipelines, capable of overcoming various obstacles.

1 cl, 5 dwg



Фиг. 1

RU 2778619 C1

RU 2778619 C1

Изобретение относится к диагностирующему оборудованию, в частности к робототехническим устройствам для мониторинга технического состояния металлоконструкций и трубопроводов и лазерного сканирования в целях градуировки и измерения толщины.

5 Известен мобильный робот магнитного взаимодействия (патент РФ №2481997 от 29.09.2008), который содержит раму, оснащенную колесами для перемещения по опорной поверхности с высокой магнитной проницаемостью и одним постоянным магнитом, способным магнитно взаимодействовать с указанной поверхностью для сцепления
10 устройства с поверхностью. Магнит установлен таким образом, чтобы скользить вдоль опорной поверхности. Магнит размещен в опоре, способной свободно качаться, таким образом, что полюс магнита всегда находится в положении минимального расстояния от опорной поверхности, где каждая опора посажена таким образом, чтобы качаться на вращающемся валу колес. Достигается возможность свободного движения со скольжением по поверхности, подлежащей контролю.

15 Недостатком данного устройства является то, что магниты закреплены статично относительно опорной поверхности колес из-за чего устройство способно перемещаться только по конструкциям с прямолинейными ферромагнитными поверхностями. При преодолении препятствий из неметаллического материала притяжение к поверхности многократно уменьшится, и устройства окажутся в неустойчивом состоянии.

20 Известен сканирующий дефектоскоп (патент РФ №142323, опублик. 27.06.2014), включающий укрепленные на раме шасси датчик средств неразрушающего контроля с намагничивающей системой и излучающим и приемным первичными электромагнитно-акустическими преобразователями и электронный блок с предусилителем, источник
25 питания, видеоконтрольное устройство, генератор зондирующих импульсов и АЦП, отличающийся тем, что намагничивающая система выполнена в виде сердечника в форме параллелепипеда из магнитомягкой стали, на каждой нерабочей поверхности которого установлен высокоэнергетичный магнит так, чтобы одноименные полюса магнитов были направлены внутрь сердечника, а на рабочей поверхности укреплены
30 излучающий и приемный первичные электромагнитно-акустические преобразователи, при этом генератор зондирующих импульсов, видеоконтрольное устройство источник питания и АЦП размещены в электронном блоке и рама шасси установлена на двух мотор-колесах на расстоянии 10-20 мм от опорной поверхности этих колес.

Недостатком данного устройства является то, что магниты закреплены статично относительно опорной поверхности колес из-за чего устройство способно перемещаться
35 только по конструкциям с прямолинейными ферромагнитными поверхностями. При преодолении препятствий из неметаллического материала притяжение к поверхности многократно уменьшится, и устройства окажутся в неустойчивом состоянии.

Известен мобильный робот с магнитными движителями (патент РФ №2585396, опублик. 27.05.2016) для движения по вертикальным и горизонтальным поверхностям,
40 содержащий корпус с установленным на нем по меньшей мере одним колесом и приводной узел, установленный на корпусе для приведения в движение колес, представляющий собой электродвигатель с механическими передачами и приводными валами. Колесо содержит внешний барабан, имеющий кольцевую периферийную стенку, и внутренний элемент колеса, включающий в себя фрагмент из магнитно-проницаемого
45 материала и магнит, находящийся в контакте с магнитно-проницаемым материалом. Внутренний элемент колеса имеет внешний диаметр меньший, чем внутренний диаметр внешнего барабана. Внутренний элемент колеса имеет форму диска с вырезами. Постоянный магнит и фрагмент магнитно-проницаемого материала выполнены в

форме полуколец с вырезами, закрепленных на приводном валу так, что при нахождении магнита на максимальном удалении от точки контакта колеса с рабочей поверхностью большая часть линий магнитного поля проходит не через рабочую поверхность, а через магнитно-проницаемый материал внутреннего элемента колеса

5 Недостатком данного устройства является то, что подключение к пульту управления осуществляется через кабель. Это сильно уменьшает дальность использования и усложняет перемещение робота по труднодоступным участкам металлоконструкций. Также недостатком является использование только видеокамеры, что не позволяет определить точное местоположение визуального нарушения.

10 Известен магнитный дефектоскоп для обнаружения поверхностных дефектов трубопроводов (патент РФ №119885, опубл. 27.08.2012), содержащий четырехколесное шасси с несущей рамой, снабженное электроприводом из шаговых электродвигателей, которые кинематически связаны с колесами, а электрически - через блок управления шаговыми двигателями с источником питания, закрепленные на раме магнитную
15 систему, строчный преобразователь магнитного поля, управляющий электронный блок и видеоконтрольное устройство. Магнитная система выполнена в виде двух постоянных магнитов с зазором 10-20 мм между ними и укрепленных на расстоянии 10-20 мм от опорной поверхности колес, при этом постоянные магниты укреплены так, что направление их намагниченности перпендикулярно опорной поверхности колес.

20 Недостатком данного устройства является то, что устройство перемещается при помощи четырехколесного шасси с несущей рамой, из-за этого колёса находятся в жестко закреплённом положении и устройство может перемещаться только по прямолинейным поверхностям и не может преодолевать препятствия. Также в устройстве используются обыкновенные колеса, что позволяет перемещаться только по
25 горизонтальным поверхностям.

Известен роботизированный дефектоскоп для неразрушающего контроля трубопроводов (патент РФ № 197520, опубл. 12.05.2020) принятый за прототип, содержащий в себе средство доставки, на котором установлены электронный блок, датчик для ультразвуковой диагностики поверхности объекта контроля, отличающийся
30 тем, что датчик для ультразвуковой диагностики выполнен в виде цифровой фазированной антенной решетки на электромагнитно-акустических преобразователях, имеет в составе датчик зазора для определения величины рабочего зазора, на роботизированном дефектоскопе установлен привод подъема датчика ультразвуковой диагностики для регулирования величины рабочего зазора и загрузки дефектоскопа
35 через технологические люки трубопровода без повреждения датчика ультразвуковой диагностики.

Недостатком данного устройства является то, что колёса устройства закреплены перпендикулярно нижней части корпуса, из-за чего устройство может перемещаться только по прямолинейным поверхностям и не может преодолевать препятствия. Также
40 в устройстве используются обыкновенные колеса, что позволяет перемещаться только по горизонтальным поверхностям.

Техническим результатом является создание малогабаритного устройства для повышения точности технического мониторинга металлоконструкций и трубопроводов, способного преодолевать различные препятствия.

45 Технический результат достигается тем, что корпус устройства выполнен в форме параллелепипеда со срезанными в задней части углами, на верхней, нижней и боковых стенках корпуса выполнены отверстия в форме прямоугольников, верхняя часть корпуса выполнена в форме крышки, которая крепится к корпусу с возможностью съема, на

задней части корпуса выполнены отверстия прямоугольной формы, в которые установлены крышка аккумулятора и ниже крышка электронного блока, в центре передней части корпуса выполнено отверстие в форме круга, в которое установлен объектив LIDAR с встроенной видеокамерой, а по бокам от него выполнены отверстия
5 меньшего диаметра, в которые установлены светодиоды, в центре нижней части установлен активный электромагнитно-акустический преобразователь, а по углам подвижные крепления, которые жестко соединены с приводом, и состоят из основного крепления, к которому крепится заглушка колеса и крышка для сервопривода, опорные колеса с неодимовыми магнитами, которые соединены с сервоприводами, которые
10 установлены внутри корпуса, электронный блок включает в себя узел обработки и синтеза сигналов, выход которого соединен с входами накопителя и узла беспроводной связи, выход которого соединен с входом узла навигации, а вход узла обработки и синтеза сигналов электронного блока соединен с выходами LIDAR с встроенной видеокамерой, активный электромагнитно-акустический преобразователь, выходы
15 сервопривода, активный электромагнитно-акустический преобразователь, LIDAR с встроенной видеокамерой, светодиодов и электронного блока соединены с входами аккумулятора.

Устройство поясняется следующими фигурами:

- фиг. 1 – вид спереди;
- 20 фиг. 2 – вид сзади;
- фиг. 3 – вид с боку;
- фиг. 4 – вид сверху;
- фиг. 5 – колесо с неодимовым магнитом;
- 1 – корпус;
- 25 2 – LIDAR с встроенной видеокамерой;
- 3 – активный электромагнитно-акустический преобразователь (ЭМАП);
- 4 – колёса;
- 5 – неодимовые магниты;
- 6 – сервоприводы для вращения крепления;
- 30 7 – светодиоды;
- 8 – основное крепление;
- 9 – крышка;
- 10 – подвижные крепления;
- 11 – электронный блок;
- 35 12 – аккумулятор;
- 13 – крышка аккумулятора;
- 14 – крышка электронного блока;
- 15 – крышка сервопривода;
- 16 – заглушка колеса.

40 Устройство для мониторинга и лазерного сканирования металлоконструкций и трубопроводов состоит из корпуса 1, выполненного в форме параллелепипеда со срезанными в задней части углами. На верхней, нижней и боковых стенках корпуса 1 выполнены отверстия в форме прямоугольников. Верхняя часть корпуса выполнена в форме крышки 9, которая крепится к корпусу с возможностью съема. На задней части
45 корпуса выполнены отверстия прямоугольной формы, в которые установлены крышка аккумулятора 13 и ниже крышка электронного блока 14. В центре передней части корпуса 1 выполнено отверстие в форме круга, в которое установлен объектив LIDAR с встроенной видеокамерой 2, а по бокам от него выполнены отверстия меньшего

диаметра, в которые установлены светодиоды 7. В центре нижней части корпуса 1 установлен ЭМАП 3, а по углам установлены подвижные крепления 10 колес 4. Подвижные крепления 10 жестко соединены с приводом 6. Подвижные крепления 10 состоят из основного крепления 8, к которому крепится заглушка 16 колеса 4 и крышка 15 для сервопривода (на фигуре не показан). В подвижные крепления 10 установлены опорные колеса 4 с неодимовыми магнитами 5, которые соединены с сервоприводами (на фигуре не показаны). Внутри корпуса 1 установлены сервоприводы 6, которые соединены с подвижным креплением 10.

Внутри корпуса 1 установлен LIDAR с встроенной видеокамерой 2, его выход соединен с входом узла обработки и синтеза сигналов электронного блока 11. Также вход узла обработки и синтеза сигналов электронного блока 11 соединен с выходом ЭМАП 3. Электронный блок 11 включает в себя узел обработки и синтеза сигналов, узел навигации, узел беспроводной связи и накопитель информации. Выход узла обработки и синтеза сигналов соединен с входами накопителя и узла беспроводной связи. Выход узла беспроводной связи соединен с входом узла навигации. Светодиоды 7 установлены внутри корпуса 1 и совпадают с отверстиями в передней части корпуса 1.

Выходы сервопривода для вращения колес (на фигуре не показан), ЭМАП 3, LIDAR с встроенной видеокамерой 2, светодиодов и электронного блока 11 соединены с входами аккумулятора 12.

Мониторинг осуществляется следующим образом. Устройство устанавливают на поверхность металлоконструкции или трубопровода. Сервопривод 6, установленный в корпусе 1 устройства, приводит в движение отвечающее за поворот устройства подвижное крепление 10, на котором установлен сервопривод (на фигуре не показан), отвечающий за вращение колеса 4. Неодимовые магниты 5, установленные внутри колес 4, обеспечивают устойчивое положение робота при перемещении по криволинейным поверхностям, в том числе вертикальным, и преодолении разнообразных препятствий. В процессе движения видеофиксация с интеллектуальным распознаванием дефектов осуществляется оптической системой LIDAR с встроенной фронтальной видеокамерой 2, а в слабоосвещенных участках – с применением светодиодов 7. В заранее указанных для проверки точках ЭМАП 3 измеряет толщину металлических объектов, производит поиск расслоений и других дефектов без предварительной зачистки контролируемой поверхности. Информация о текущей ситуации обрабатывается с помощью узла обработки и синтеза сигналов современного электронного блока 11 и передается через узел беспроводной связи оператору, управляющему устройством с помощью узла навигации, а также сохраняется на накопителе, который может быть быстро извлечен путем снятия крышки электронного блока 14. При необходимости можно заменить аккумулятор, сняв крышку аккумулятора 13.

Участки с визуальными или физическими нарушениями свидетельствуют о наличии повреждений металлоконструкции.

Данное робототехническое устройство позволяет осуществлять лазерное сканирование в целях градуировки и измерения толщины металлических стенок ёмкостей и трубопроводов даже в местах со сложной пространственной конфигурацией, встроенная в LIDAR фронтальная камера позволяет фиксировать поврежденные участки конструкции. Устройство работает автономно и не требует непрерывное соединение с внешним источником энергии, имеет высокую скорость прохождения благодаря малому весу и наличию у каждого колеса отдельного сервопривода.

(57) Формула изобретения

Устройство для мониторинга технического состояния металлоконструкций и трубопроводов, содержащее электронный блок, датчик для ультразвуковой диагностики объекта контроля, отличающееся тем, что корпус устройства выполнен в форме параллелепипеда со срезанными в задней части углами, на верхней, нижней и боковых стенках корпуса выполнены отверстия в форме прямоугольников, верхняя часть корпуса выполнена в форме крышки, которая крепится к корпусу с возможностью съема, на задней части корпуса выполнены отверстия прямоугольной формы, в которые
5
10
15
20
25
установлены крышка аккумулятора и ниже крышка электронного блока, в центре передней части корпуса выполнено отверстие в форме круга, в которое установлен объектив LIDAR с встроенной видеокамерой, а по бокам от него выполнены отверстия меньшего диаметра, в которые установлены светодиоды, в центре нижней части установлен активный электромагнитно-акустический преобразователь, а по углам подвижные крепления, которые жестко соединены с приводом, и состоят из основного крепления, к которому крепится заглушка колеса и крышка для сервопривода, опорные колеса с неодимовыми магнитами, которые соединены с сервоприводами, которые установлены внутри корпуса, электронный блок включает в себя узел обработки и синтеза сигналов, выход которого соединен с входами накопителя и узла беспроводной связи, выход которого соединен с входом узла навигации, а вход узла обработки и синтеза сигналов электронного блока соединен с выходами LIDAR с встроенной видеокамерой, активный электромагнитно-акустический преобразователь, выходы сервопривода, активный электромагнитно-акустический преобразователь, LIDAR с встроенной видеокамерой, светодиодов и электронного блока соединены с входами аккумулятора.

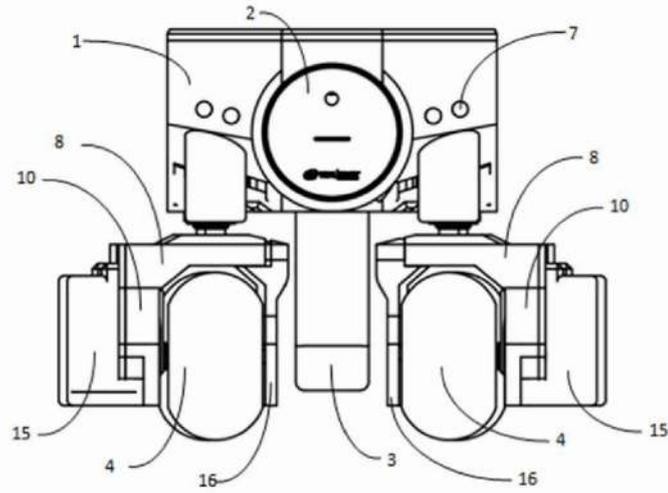
30

35

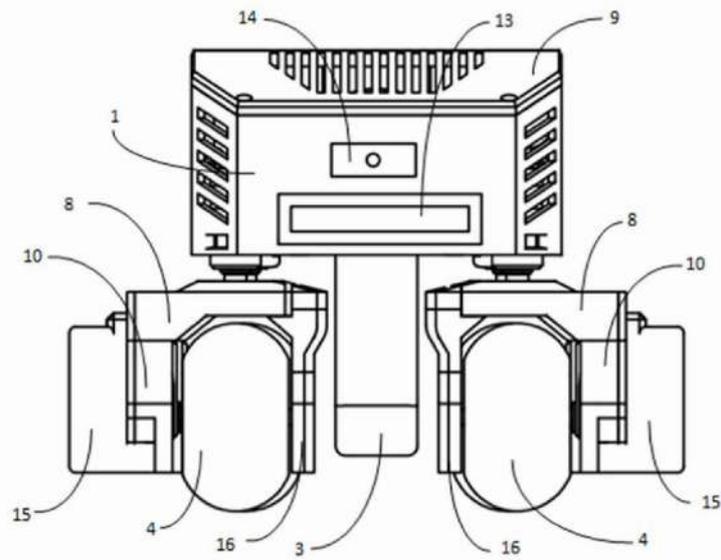
40

45

1

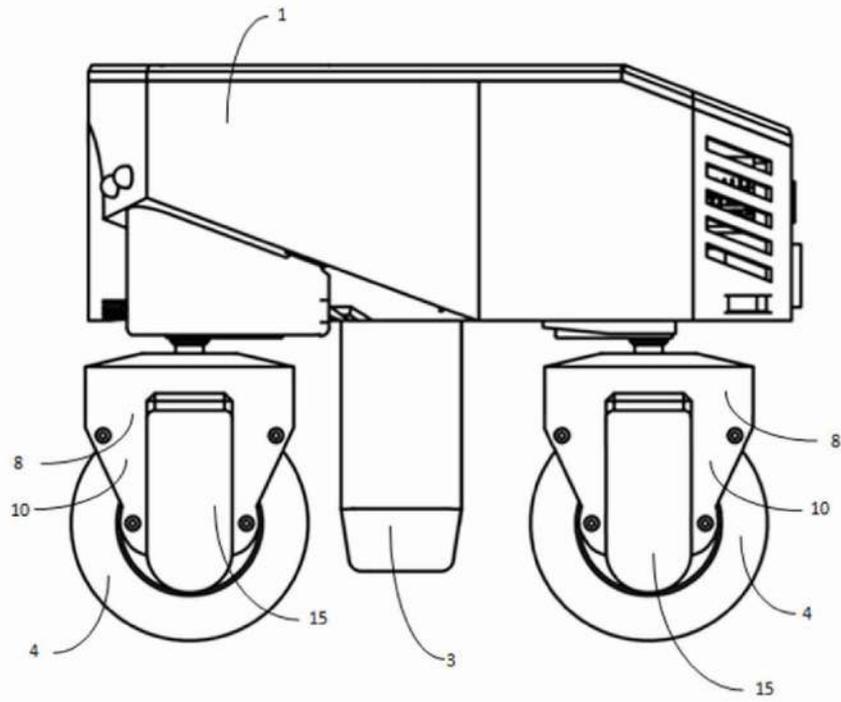


Фиг. 1

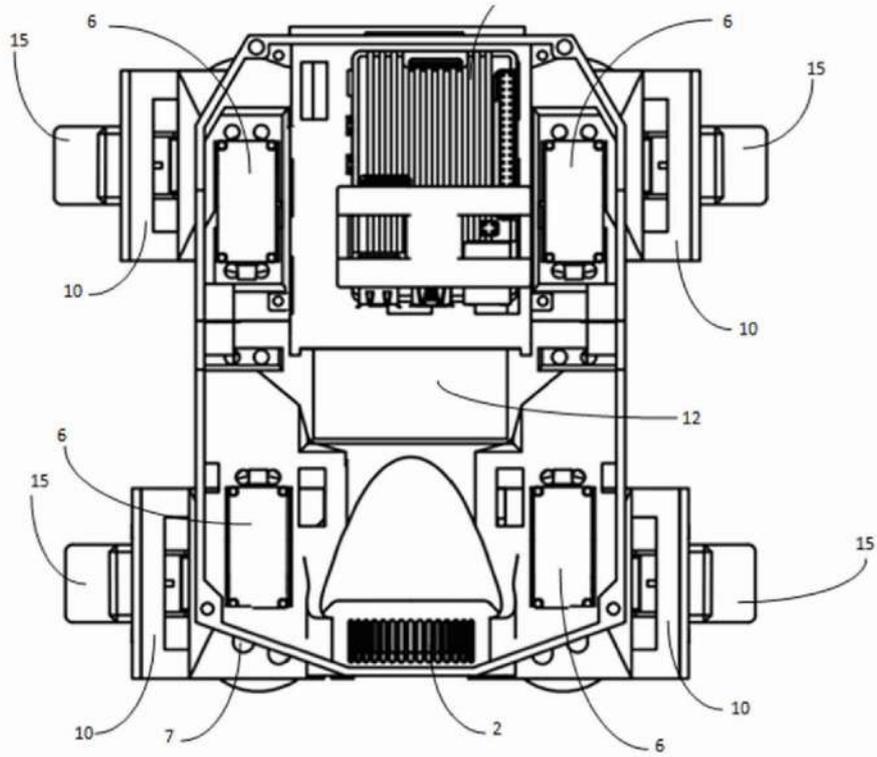


Фиг. 2

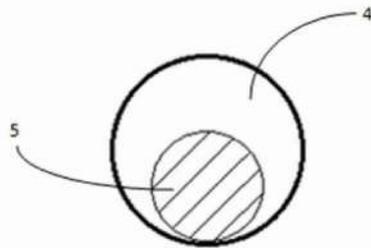
2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5