

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 220605

ШАГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛЕДНИКОВЫХ ВОДОЁМОВ

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

Авторы: *Шишкин Евгений Витальевич (RU), Ожигин Анатолий Юрьевич (RU), Лаврик Александр Юрьевич (RU)*

Заявка № 2023117946

Приоритет полезной модели 07 июля 2023 г.

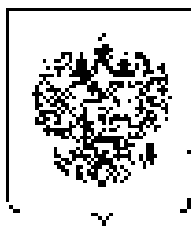
Дата государственной регистрации
в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 25 сентября 2023 г.

Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает 07 июля 2033 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21C 50/00 (2023.08); *G01N 1/00* (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023117946, 07.07.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.07.2023

Дата регистрации:
25.09.2023

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 07.07.2023

(45) Опубликовано: 25.09.2023 Бюл. № 27

Адрес для переписки:
190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО СПбГУ, Патентно-лицензионный
отдел

(72) Автор(ы):

**Шишкин Евгений Витальевич (RU),
Ожигин Анатолий Юрьевич (RU),
Лаврик Александр Юрьевич (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 214112 U1, 12.10.2022. RU 214140
U1, 12.10.2022. SU 1027343 A1, 07.07.1983. US
5762153 A, 09.06.1998. CN 206876410 U,
12.01.2018. CN 115479804 A, 16.12.2022.

(54) ШАГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛЕДНИКОВЫХ ВОДОЁМОВ

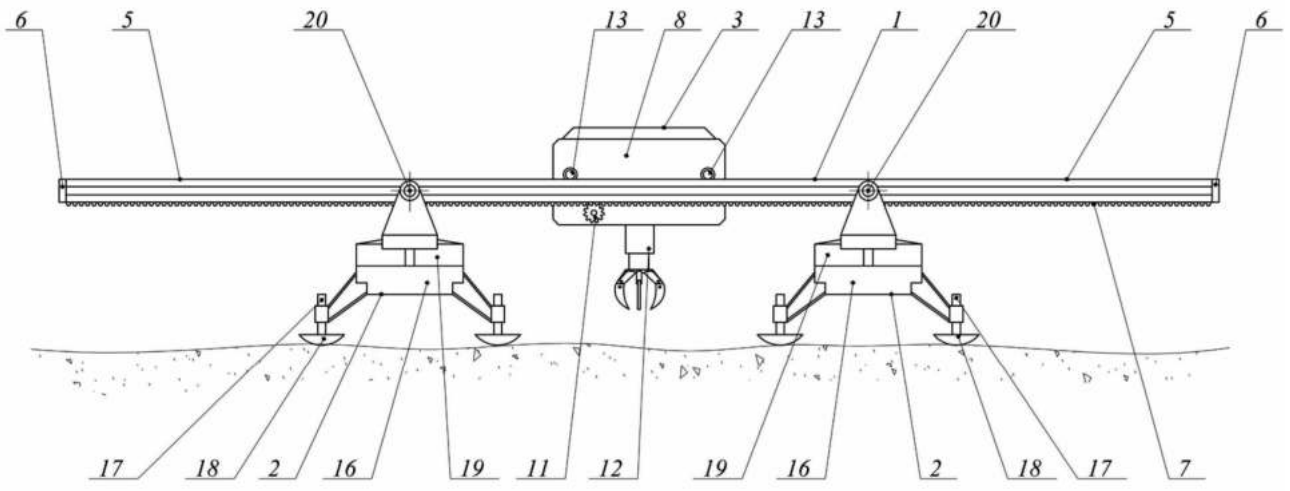
(57) Реферат:

Полезная модель относится к горному делу, в частности к устройствам для отбора проб донных отложений подледниковых водоёмов, способным передвигаться шагающим по донной поверхности, с возможностью их доставки на требуемую глубину через предварительно пробуренную в толще льда скважину. Устройство может быть также использовано для отбора проб донных отложений подледниковых озёр Антарктиды, в частности озера Восток. Повышение эффективности и стабильности работы шагающего устройства достигается за счёт применения зубчато-реечного привода

перемещения рабочего органа, обеспечивающего надежное сцепление, высокую точность и требуемую скорость перемещения рабочего органа вдоль несущей фермы, роликов, снабжённых с внутренней стороны ребордами, обеспечивающими надежную поперечную фиксацию рабочего органа на несущей ферме, и установления оптимального соотношения геометрических и инерционных параметров устройства. Техническим результатом является повышение эффективности и стабильности работы шагающего устройства. 9 ил.

RU 220605 U1

RU 220605 U1



Фиг. 1

RU 220605 U1

RU 220605 U1

Полезная модель относится к горному делу, в частности к устройствам для отбора проб донных отложений подледниковых водоёмов, способным передвигаться шаганием по донной поверхности, с возможностью их доставки на требуемую глубину через предварительно пробуренную в толще льда скважину. Устройство может быть также
5 использовано для отбора проб донных отложений подледниковых озёр Антарктиды, в частности, озера Восток.

Известно устройство для перемещения под водой (Шагающие машины для освоения ресурсов морского дна. Л., 1987 г., с. 12-13) на колёсном ходу для выполнения на дне
10 исследовательских работ. Оно выполнено в виде сварной рамы с центральным отсеком для исследовательской аппаратуры и опирается на восемь колёс, выполненных в виде цилиндров, высота которых больше диаметра. Цилиндрическая поверхность покрыта вдоль образующей шипами. Каждое колесо имеет встроенный гидромотор, создающий давление рабочей жидкости через шланги. Оси колёс на концах установлены шарнирно и подвешены на вертикальных цилиндрах.

Недостатком является то, что цилиндрическая поверхность колёс покрыта вдоль образующей шипами, что при движении приводит к разрушению поверхностного слоя
15 грунта и замутнению воды.

Известно добычное шагающее устройство для подводной разработки полезных ископаемых (авторское свидетельство SU №1027343, опубл. 07.07.1983), состоящее из
20 фермы, установленной на двух опорах, рабочего органа с тяговой тележкой и механизм поворота.

Недостатком добычного шагающего устройства является то, что опоры с внешней стороны имеют форму дуг, а механизм поворота выполнен в виде установленных на
25 концах фермы упоров с наклонными направляющими, что значительно усложняет конструкцию, создаёт дополнительные силы сопротивления при шагании и повороте при наличии неровностей на донной поверхности водоёмов.

Известно шагающее устройство для подводной добычи полезных ископаемых (патент RU № 2601880, опубл. 10.11.2016), включающее ферму, снабжённую противовесом с
30 барабаном, опоры, рабочий орган и поворотные платформы.

Недостатком шагающего устройства является то, что рабочий орган и противовес выполнены отдельно, что значительно усложняет синхронизацию работы их приводов.

Известна шагающая буровая установка (патент RU № 166446, опубл. 04.07.2016), включающая несущую ферму, выполненную из двух параллельных труб с продольными направляющими и снабжённую серьгами, шарнирно соединёнными с платформами
35 опор, при этом концы труб изогнуты вверх, образуя симметричные консоли, левую и правую и жёстко связаны между собой поперечными балками с размещёнными на них блоками, опоры, рабочий орган, выполненный в виде тележки с роликами, взаимодействующими с продольными направляющими фермы, с жестко закреплёнными на ней буровым станком и двумя лебедками, снабжёнными гибкими тяговыми
40 элементами (тросами), охватывающими блоки поперечных балок, один конец которых закреплён на барабане лебедки, а другой на тележке рабочего органа, и систему управления.

Недостатком шагающей буровой установки является конструкция механизма перемещения рабочего органа, которая включает большое количество узлов и деталей,
45 таких как блоки, размещённые на поперечных балках, две лебедки, снабжённые гибкими тяговыми элементами, охватывающими блоки поперечных балок, что приводит к снижению надёжности и эффективности работы установки.

Известно шагающее устройство для исследования донной поверхности

подледниковых водоёмов (патент RU № 214112, опубл. 12.10.2022), принятое за прототип, включающее несущую ферму, установленную на двух опорах, и рабочий орган. Несущая ферма выполнена из двух параллельно закреплённых относительно друг друга труб с симметричными консолями, установленными слева и справа соосно участку несущей фермы между опорами. Продольные направляющие выполнены в форме швеллера и установлены внутри труб несущей фермы симметрично относительно горизонтальной оси симметрии несущей фермы. Концы труб жестко связаны между собой поперечными балками. Рабочий орган выполнен в виде тяговой тележки, в верхней части которой жёстко закреплён собственный привод, который выполнен в герметичном исполнении, в нижней части которой жёстко закреплён телескопический манипулятор. На боковых сторонах тяговой тележки закреплены ролики, которые установлены в продольных направляющих несущей фермы с возможностью возвратно-поступательного движения рабочего органа вдоль несущей фермы, включая консоли. Каждая из опор состоит из опорного стола, соединённого с телескопическими штангами, жёстко связанными с опорными башмаками, и поворотной платформой.

Недостатками являются конструкция привода перемещения рабочего органа, не обеспечивающая надежное сцепление роликов тяговой тележки с продольными направляющими несущей фермы из-за возможного их проскальзывания относительно направляющих фермы, а также надежную поперечную фиксацию рабочего органа на несущей ферме и геометрические и инерционные параметры шагающего устройства, оптимальное соотношение которых не установлено, что приводит к снижению эффективности и стабильности работы устройства.

Техническим результатом являются повышение эффективности и стабильности работы шагающего устройства.

Технический результат достигается тем, что несущая ферма выполнена из двух параллельно закреплённых относительно друг друга конструкционных профилей с консолями, которые связаны между собой соединительными пластинами на концах конструкционных профилей, а в нижних пазах конструкционных профилей жёстко закреплены зубчатые рейки, рабочий орган выполнен в виде герметичного корпуса, внутри которого в нижней части жёстко закреплён червячно-цилиндрический мотор-редуктор, соединённый через валы с приводными зубчатыми шестернями, которые размещены снаружи герметичного корпуса симметрично относительно друг друга с возможностью зацепления с зубчатыми рейками, также снаружи герметичного корпуса в верхней части на боковых поверхностях симметрично относительно друг друга на верхние грани конструкционных профилей установлены ролики, выполненные с возможностью возвратно-поступательного движения рабочего органа вдоль несущей фермы, включая консоли, при этом отношении геометрических параметров шагающего устройства равно отношению инерционных параметров устройства:

$$\frac{2l_k - l_{гк}}{2l} = \frac{m_{\phi} + 2m_{оп}}{2m_{ор}},$$

где l_k – длина консоли, м;

$l_{гк}$ – длина герметичного корпуса, м;

l – длина участка несущей фермы между опорами, м;

m_{ϕ} – масса несущей фермы, кг;

$m_{оп}$ – масса опоры, кг;

$m_{ор}$ – масса рабочего органа, кг.

Шагающее устройство для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов:

- фиг. 1 – общий вид шагающего устройства;
- фиг. 2 – вид сверху на шагающее устройство;
- 5 фиг. 3 – вид сбоку на шагающее устройство;
- фиг. 4 – положение устройства в начале цикла;
- фиг. 5 – вид сверху на устройство в начале цикла;
- фиг. 6 – положение устройства в вертикальной плоскости, рабочий орган на консоли, расположенной слева;
- 10 фиг. 7 – положение устройства в горизонтальной плоскости, рабочий орган на консоли, расположенной слева;
- фиг. 8 – положение устройства в вертикальной плоскости, рабочий орган на консоли, расположенной справа;
- фиг. 9 – положение устройства в горизонтальной плоскости, рабочий орган на
- 15 консоли, расположенной справа, где:
 - 1 – несущая ферма;
 - 2 – опора;
 - 3 – рабочий орган;
 - 4 – конструкционный профиль;
 - 20 5 – консоль;
 - 6 – соединительная пластина;
 - 7 – зубчатая рейка;
 - 8 – герметичный корпус;
 - 9 – червячно-цилиндрический мотор-редуктор;
 - 25 10 – вал;
 - 11 – приводная зубчатая шестерня;
 - 12 – телескопический манипулятор;
 - 13 – ролик;
 - 14 – реборда;
 - 30 15 – верхняя грань;
 - 16 – опорный стол;
 - 17 – телескопическая штанга;
 - 18 – опорный башмак;
 - 19 – поворотная платформа;
 - 35 20 – горизонтальная ось;
 - 21 – вертикальная ось.

Шагающее устройство для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов включает несущую ферму 1, установленную на двух опорах 2, и рабочий орган 3 (фиг. 1-3). Несущая ферма 1 выполнена из двух параллельно закреплённых относительно друг друга конструкционных профилей 4 с консолями 5, связанных между собой соединительными пластинами 6. В нижних пазах конструкционных профилей 4 жёстко закреплены зубчатые рейки 7.

Рабочий орган 3 выполнен в виде герметичного корпуса 8, внутри которого, в нижней части, жёстко закреплены червячно-цилиндрический мотор-редуктор 9, соединённый через валы 10 с приводными зубчатыми шестернями 11, размещёнными снаружи герметичного корпуса 8 симметрично относительно друг друга, с возможностью зацепления с зубчатыми рейками 7, и телескопический манипулятор 12. Снаружи герметичного корпуса 8, в верхней части, на боковых поверхностях

симметрично относительно друг друга установлены ролики 13. Ролики 13 снабжены с внутренней стороны ребордами 14, которые установлены на верхние грани 15 с возможностью возвратно-поступательного движения рабочего органа 3 вдоль несущей фермы 1, включая консоли 5.

5 Каждая из опор 2 состоит из опорного стола 16, соединённого с телескопическими штангами 17, жёстко связанными с опорными башмаками 18, и поворотной платформы 19. Поворотная платформа 19 при помощи горизонтальных осей 20 шарнирно соединена с несущей фермой 1 с возможностью поворота в вертикальной плоскости и связана с опорным столом 16 вертикальной осью 21 с возможностью
10 поворота в горизонтальной плоскости. Отношение геометрических параметров шагающего устройства равно отношению инерционных параметров устройства:

$$\frac{2l_k - l_{гк}}{2l} = \frac{m_{\phi} + 2m_{оп}}{2m_{ор}},$$

15 где l_k – длина консоли, м;

$l_{гк}$ – длина герметичного корпуса, м;

l – длина участка несущей фермы между опорами, м;

m_{ϕ} – масса несущей фермы, кг;

20 $m_{оп}$ – масса опоры, кг;

$m_{ор}$ – масса рабочего органа, кг.

Работа шагающего устройства для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов осуществляется следующим образом. Устройство устанавливается на дне
25 подледникового водоёма, при этом рабочий орган 3 занимает положение на несущей ферме 1 между опорами 2, и производится отбор пробы донных отложений с помощью телескопического манипулятора 12 для отбора проб донных отложений (фиг. 4, 5). После взятия первой пробы включают червячно-цилиндрический мотор-редуктор 9, который передаёт вращающий момент через валы 10 на приводные зубчатые
30 шестерни 11. Рабочий орган 3 за счёт взаимодействия приводных зубчатых шестерен 11 с зубчатыми рейками 7, жёстко закреплёнными в нижних пазах конструкционных профилей 4, и роликов 13, выполненных с внутренней стороны с ребордами 14, с верхними гранями 15 конструкционных профилей 4 перемещается на концы консолей 5, расположенных слева (фиг. 1, 3). При этом телескопический манипулятор 12 для
35 отбора проб донных отложений находится в сложенном состоянии внутри герметичного корпуса 8, обеспечивая его свободное прохождение над поворотной платформой 19 (фиг. 1, 6). В момент достижения рабочим органом 3 концов консолей 5, расположенных слева, когда герметичный корпус 8 упирается в соединительную пластину 6, жёстко связывающую между собой концы конструкционных профилей 4 (фиг. 1, 2, 6), опора 2, расположенная справа, за счёт изменения положения центра
40 масс системы несущая ферма 1 – опоры 2 – рабочий орган 3 отрывается от дна и происходит поворот в вертикальной плоскости несущей фермы 1 относительно горизонтальных осей 20 шарнирного соединения несущей фермы 1 с опорой 2, расположенной слева, (фиг. 1, 6). В указанном положении включают привод поворота (на фигуре не показан) поворотной платформы 19 опоры 2, расположенной слева, и
45 осуществляют поворот в горизонтальной плоскости несущей фермы 1 относительно вертикальной оси 21, связанной с опорным столом 16 (фиг. 1-3, 7). Далее включают червячно-цилиндрический мотор-редуктор 9, который передаёт вращающий момент через валы 10 на приводные зубчатые шестерни 11, и за счёт взаимодействия приводных

зубчатых шестерен 11 с зубчатыми рейками 7, жёстко закреплёнными в нижних пазах конструкционных профилей 4, и роликов 13, выполненных с внутренней стороны с ребордами 14, с верхними гранями 15 конструкционных профилей 4 перемещают рабочий орган 3 в сторону консолей 5, расположенных справа (фиг. 1). Как только рабочий орган 3 смещается от концов консолей 5, расположенных слева, нарушается условие равновесия системы, происходит поворот несущей фермы 1 в вертикальной плоскости и поднятая опора 2, расположенная справа, опускается и устанавливается с помощью телескопических штанг 17 с опорными башмаками 18 на дне подледникового водоёма в новом положении (фиг. 1, 7). Производят отбор второй пробы донных отложений, при этом рабочий орган 3 находится между опорами 2. По окончании отбора второй пробы цикл шагания повторяется перемещением рабочего органа 3 на концы консолей 5, расположенных справа (фиг. 8, 9).

Пример определения отношения геометрических параметров шагающего устройства к отношению инерционных параметров устройства.

Расчёты произведены для следующих значений параметров шагающего устройства для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов: $l_k = 0,3$ м; $l_{гк} = 0,15$ м; $l = 0,4$ м; $m_\phi = 0,66$ кг; $m_{оп} = 0,15$ кг; $m_{ор} = 0,853$ кг.

Для достижения технического результата необходимо выполнение условия:

$$\frac{2l_k - l_{гк}}{2l} = \frac{m_\phi + 2m_{оп}}{2m_{ор}}.$$

После подстановки исходных данных имеем:
 $0,563 = 0,563.$

Таким образом, условие, являющееся одним из признаков заявленного шагающего устройства для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов, выполняется. Следовательно, процесс шагания устройства будет стабильным, что позволит повысить эффективность работы шагающего устройства.

Повышение эффективности и стабильности работы шагающего устройства достигается за счёт применения зубчато-реечного привода перемещения рабочего органа, обеспечивающего надежное сцепление, высокую точность и требуемую скорость перемещения рабочего органа вдоль несущей фермы, роликов, снабжённых с внутренней стороны ребордами, обеспечивающими надежную поперечную фиксацию рабочего органа на несущей ферме и установления оптимального соотношения геометрических и инерционных параметров устройства.

(57) Формула полезной модели

Шагающее устройство для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов, включающее несущую ферму, рабочий орган с телескопическим манипулятором и опоры, каждая из которых состоит из опорного стола, соединённого с телескопическими штангами, жёстко связанными с опорными башмаками, и поворотной платформы, которая при помощи горизонтальных осей шарнирно соединена с несущей фермой с возможностью поворота в вертикальной плоскости и связана с опорным столом вертикальной осью с возможностью поворота в горизонтальной плоскости, отличающееся тем, что несущая ферма выполнена из двух параллельно закреплённых относительно друг друга конструкционных профилей с консолями, которые связаны между собой соединительными пластинами на концах конструкционных профилей, а в нижних пазах конструкционных профилей жёстко закреплены зубчатые рейки, рабочий орган выполнен в виде герметичного корпуса,

внутри которого в нижней части жёстко закреплён червячно-цилиндрический мотор-редуктор, соединённый через валы с приводными зубчатыми шестернями, которые размещены снаружи герметичного корпуса симметрично относительно друг друга с возможностью зацепления с зубчатыми рейками, также снаружи герметичного корпуса в верхней части на боковых поверхностях симметрично относительно друг друга на верхние грани конструктивных профилей установлены ролики, выполненные с возможностью возвратно-поступательного движения рабочего органа вдоль несущей фермы, включая консоли, при этом отношение геометрических параметров шагающего устройства равно отношению инерционных параметров устройства

$$\frac{2l_k - l_{гк}}{2l} = \frac{m_{\phi} + 2m_{оп}}{2m_{ор}},$$

где l_k – длина консоли, м;

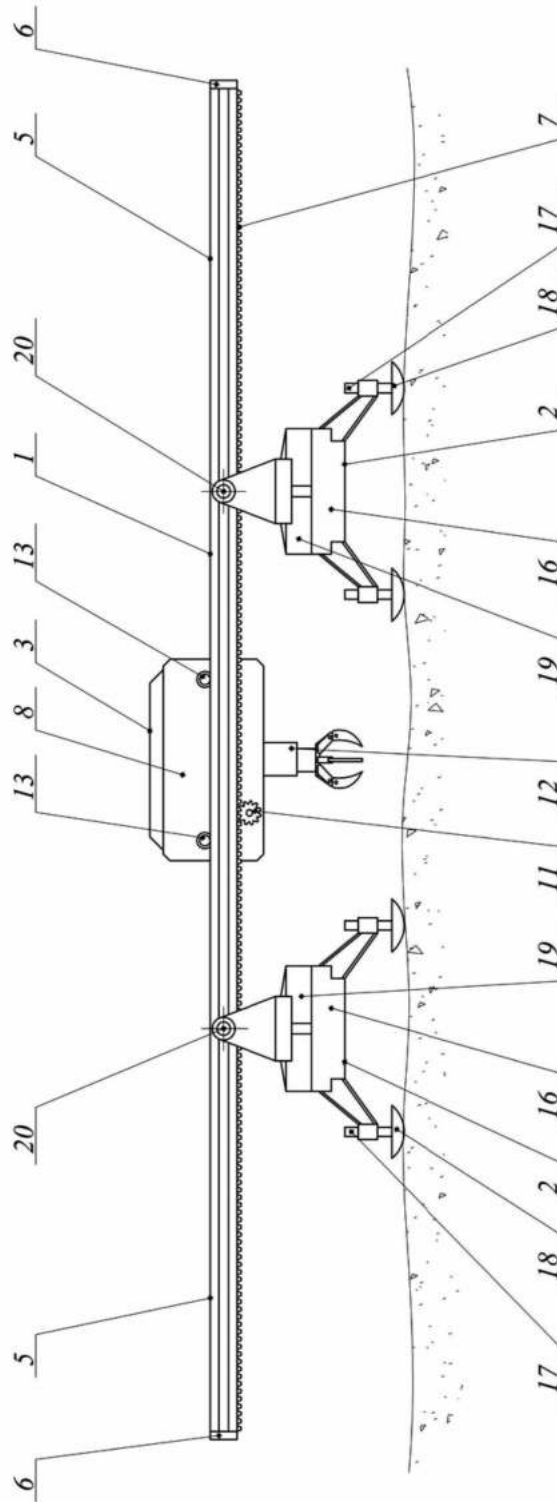
$l_{гк}$ – длина герметичного корпуса, м;

l – длина участка несущей фермы между опорами, м;

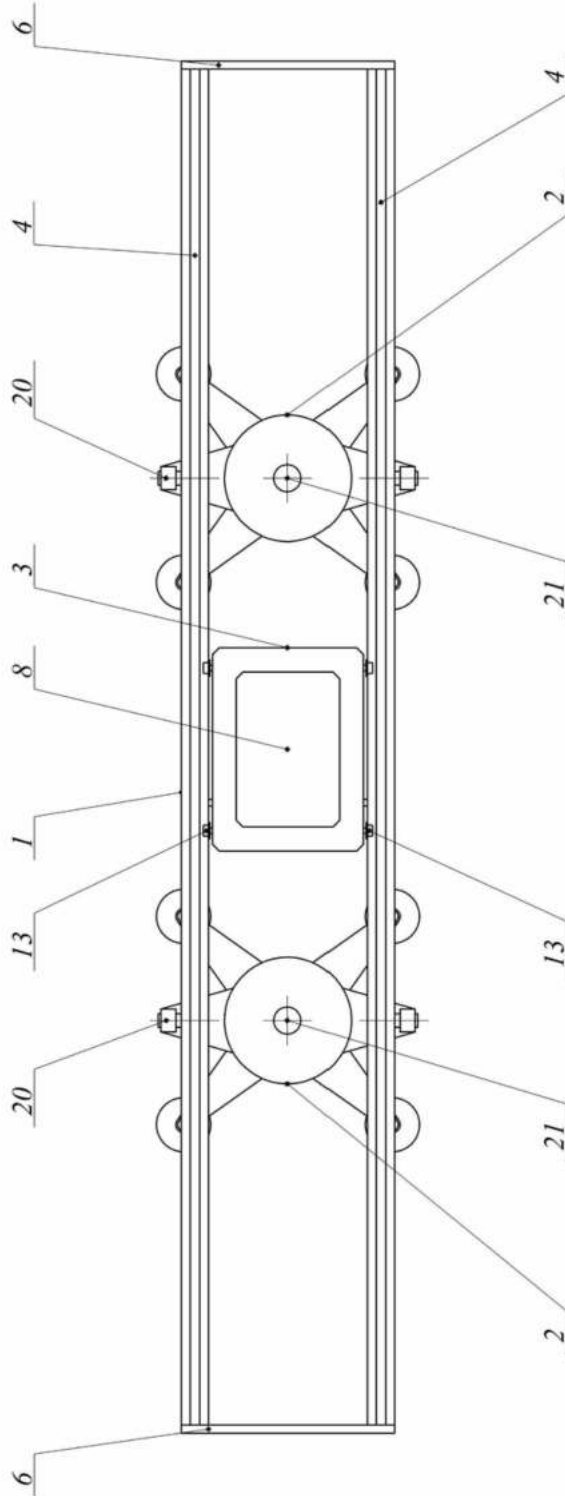
m_{ϕ} – масса несущей фермы, кг;

$m_{оп}$ – масса опоры, кг;

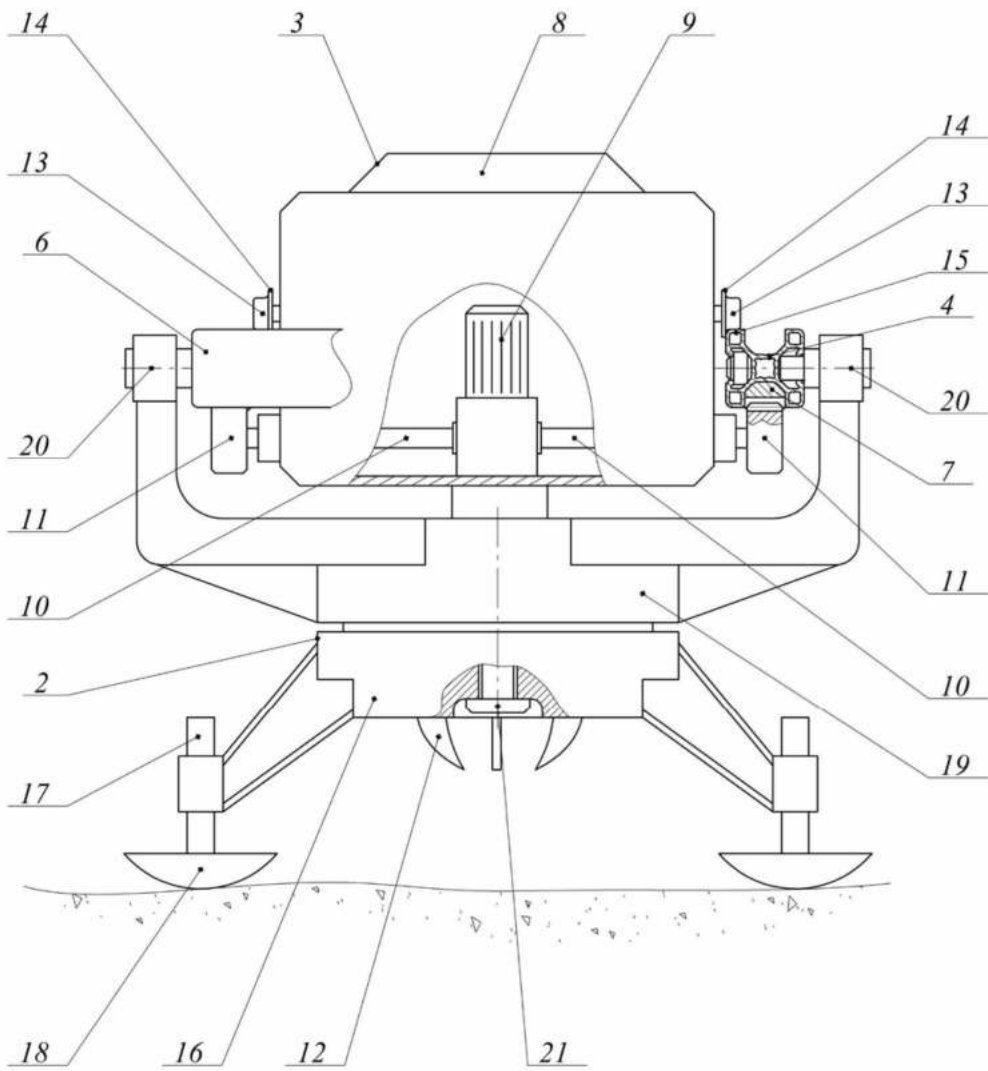
$m_{ор}$ – масса рабочего органа, кг.



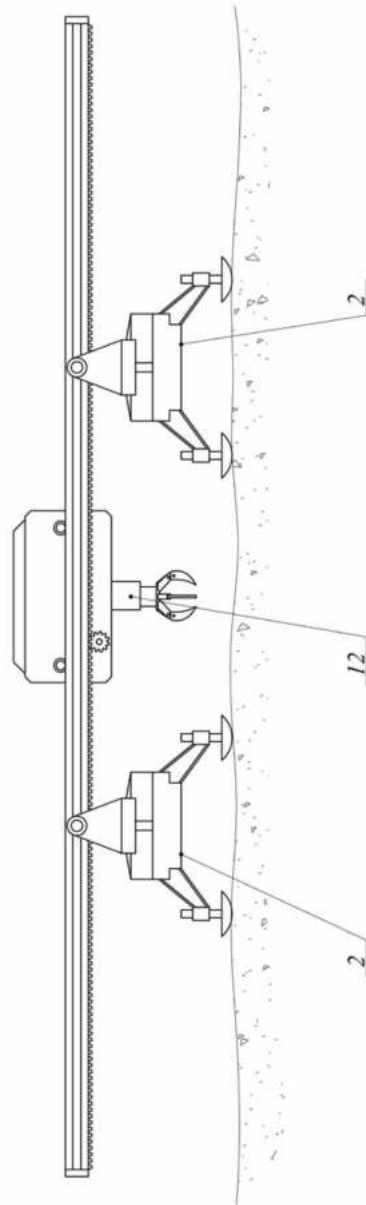
Фиг. 1



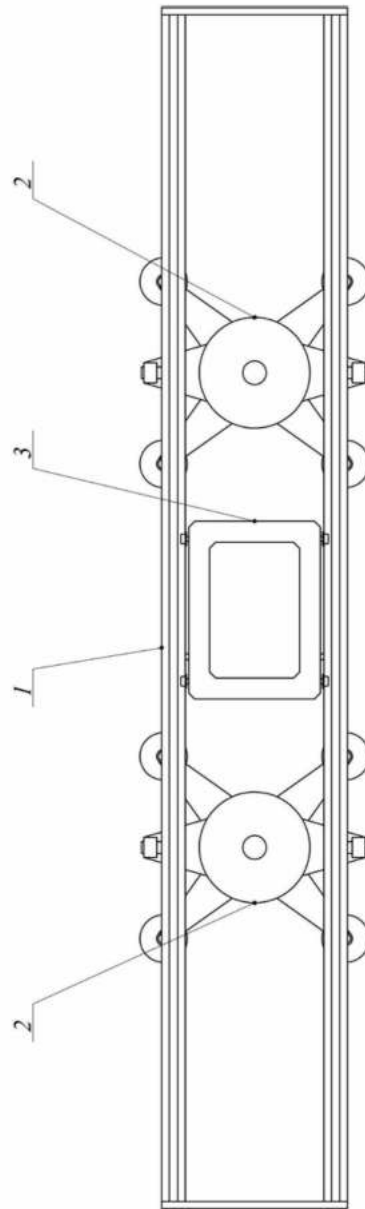
Фиг. 2



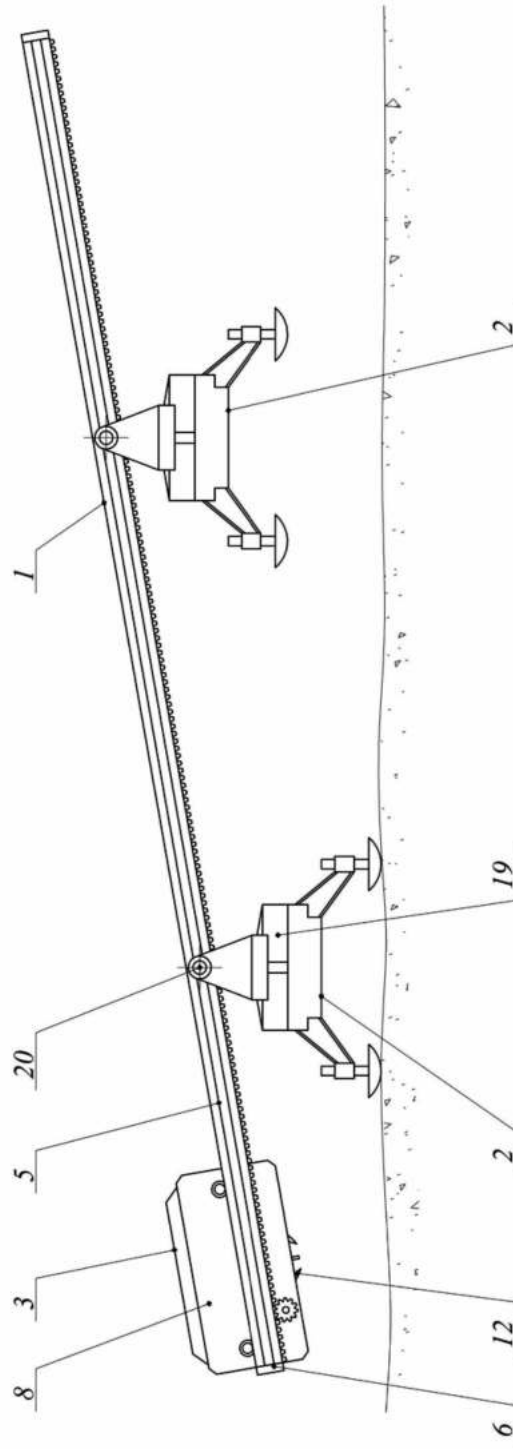
Фиг. 3



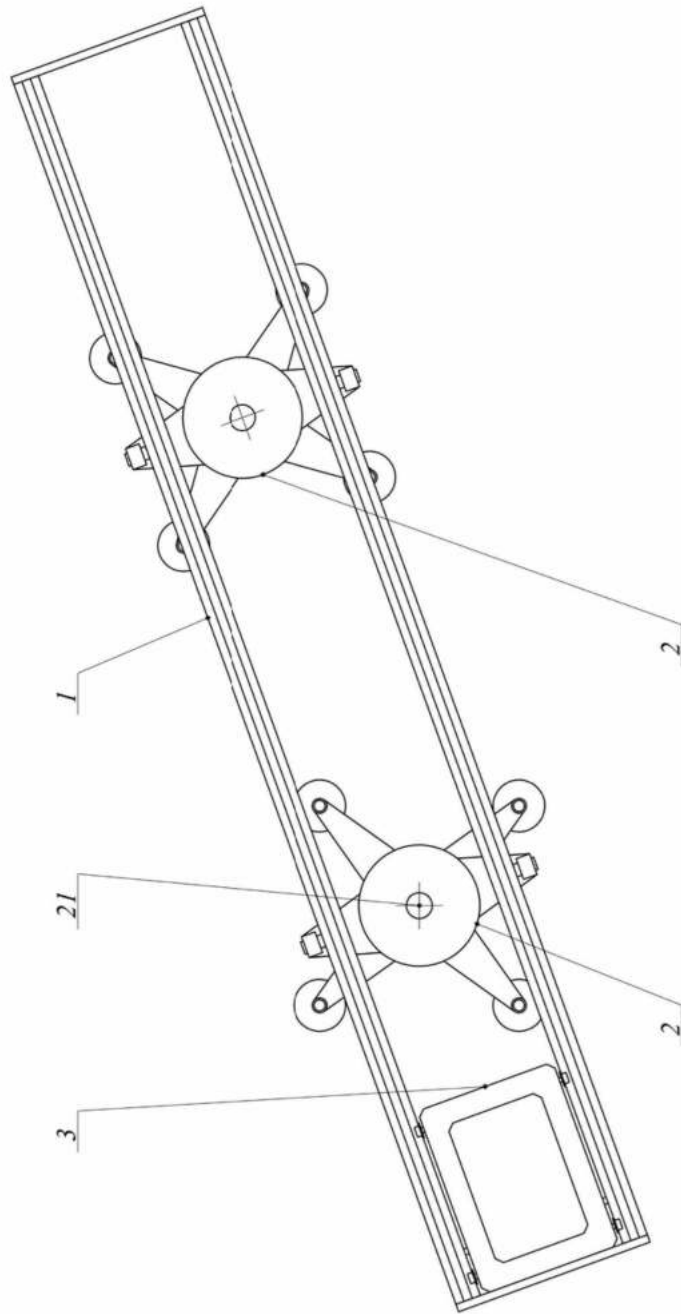
Фиг. 4



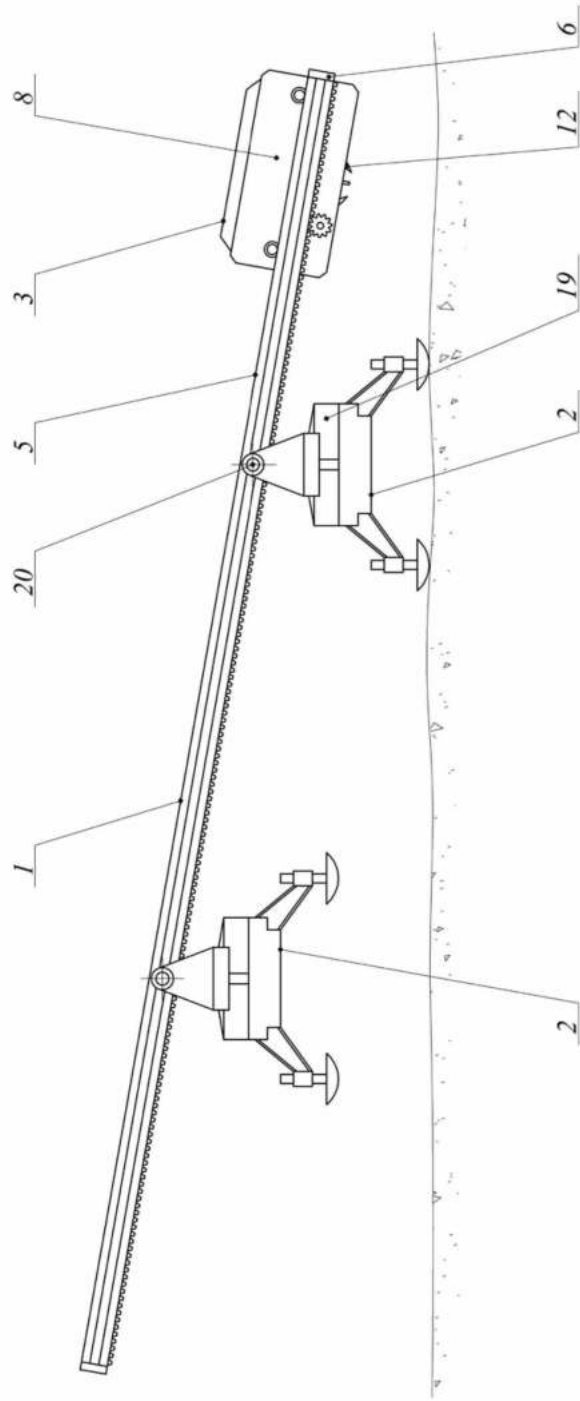
Фиг. 5



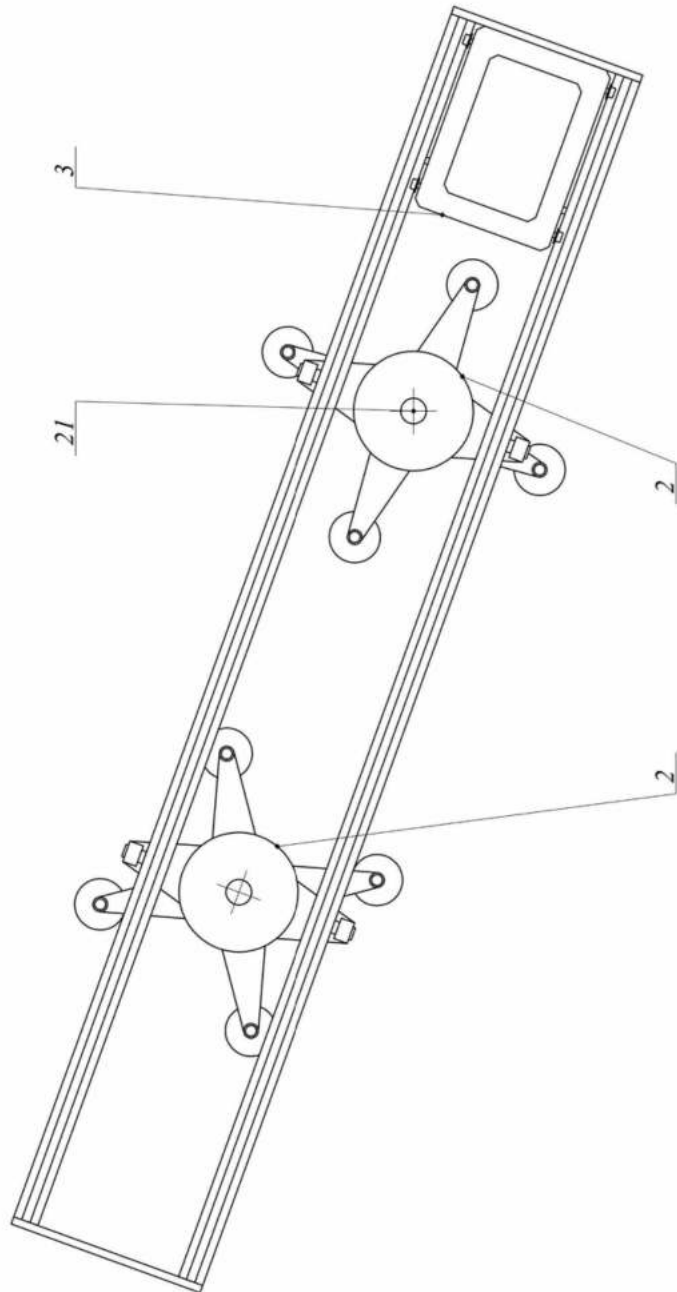
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9