

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **037467**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2021.03.31**

**(51)** Int. Cl. *A61H 3/00* (2006.01)  
*A61H 3/04* (2006.01)

**(21)** Номер заявки  
**201900166**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2019.01.23**

---

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗВИТИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

---

**(43)** **2020.07.31**

**(56)** WO-A1-2016005367  
SU-A1-1734741  
US-B1-6666831  
US-A1-20050101448  
US-B1-9713439

**(96)** **2019/ЕА/0006 (ВУ) 2019.01.23**

**(71)(72)(73)** Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

**ЛУКАШЕВИЧ ВЛАДИСЛАВ  
АНАТОЛЬЕВИЧ (ВУ)**

**(74)** Представитель:  
**Беляева Е.Н., Беляев С.Б., Сапега  
Л.Л. (ВУ)**

---

**(57)** Изобретение относится к медицинской технике, а именно к техническим средствам реабилитации, в том числе роботизированным, и может быть использовано для развития или восстановления двигательной активности человека при заболеваниях, сопровождающихся двигательными нарушениями, как в условиях стационарных медицинских и реабилитационных учреждений, так и индивидуально в домашних условиях. Предложено устройство для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, включающее подвижную опорную раму (1, 11, 31, 41, 58, 81), снабжённую размещёнными на ней колёсами (2, 12, 32, 42, 59, 82), опорой (3, 13, 33, 43, 60, 83) для рук и системой (4, 14, 34, 44, 61, 84) управления движением, а также связанным с системой управления движением экзоскелетом, состоящим из пар ортопедических модулей (5, 15, 35, 45, 62, 85), выполненных с возможностью согласованной фиксации на нижних конечностях человека и связанных с системой (4, 14, 34, 44, 61, 84) управления движением посредством гибких связей (6, 16, 36, 46, 63, 86) с возможностью управляемого согласованного изменения длины каждой связи (6, 16, 36, 46, 63, 86) в соответствии с заданным положением соответствующей нижней конечности в пространстве относительно опорной рамы (1, 11, 31, 41, 58, 81). Колёса (2, 12, 32, 42, 59, 82) выполнены и размещены на опорной раме (1, 11, 31, 41, 58, 81) с возможностью перемещения по меньшей мере по одной поверхности, выбранной из поверхности (7, 17, 37, 47, 64), расположенной ниже опорной рамы (1, 11, 31, 41, 58, 81), и поверхности (87), расположенной выше опорной рамы (1, 11, 31, 41, 58, 81).

**B1**

**037467**

**037467**

**B1**

Изобретение относится к медицинской технике, а именно к техническим средствам реабилитации, в том числе роботизированным, и может быть использовано для развития или восстановления двигательной активности человека при заболеваниях, сопровождающихся двигательными нарушениями, в таких областях, как реабилитация (восстановительная медицина), травматология и ортопедия, неврология, нейрореабилитация (послеоперационная реабилитация), гериатрия, спортивная медицина. Заявляемое устройство может использоваться как в условиях стационарных медицинских и реабилитационных учреждений, так и индивидуально в домашних условиях.

Известно, чтобы восстановить двигательные способности, человек должен постоянно разрабатывать лишённую подвижности конечность, заниматься лечебной гимнастикой. Для облегчения выполнения задач по разработке ног пациентов на более поздних стадиях реабилитации или с незначительными нарушениями двигательной активности специалистами в области медицины были разработаны специальные простейшие устройства - ходунки. Это специальные приспособления, подходящие для людей, которым тяжело самостоятельно передвигаться при сохранении основных двигательных навыках. Они в основном предназначены для снижения нагрузки на ноги, а также сохранения равновесие во время стояния или при ходьбе. В тексте описания для единообразия при упоминании людей, для которых предназначено заявляемое устройство, будет использован термин "пользователь", который будет включать как пациентов, проходящих реабилитацию под контролем медицинских работников, так и людей, самостоятельно использующих данные устройства в домашних условиях в режиме реабилитации или в режиме тренажёра.

Ходунки, в зависимости от конкретных условий их использования, а также от стадии реабилитации, на которой они используются, могут иметь самую различную конструкцию. Так, известны ходунки [1]:

стационарные (конструкция полностью переставляется перед собой при движении, а нагрузка с ног переносится на руки; используются на начальном этапе восстановления, когда человеку сложно удерживать баланс);

универсальные (пользователь может перейти из фиксированного в шагающее положение; можно использовать как в самом начале реабилитации, так и тогда, когда пользователь немного восстановится);

шагающие (пользователь может попеременно перемещать правые и левые ножки ходунков, имитируя собственные шаги; используются на поздних стадиях реабилитации);

на колесиках, находящихся впереди рамы (не рекомендованы для тех пользователей, у которых нарушена координация движений; нельзя использовать пользователям на первом этапе восстановления), среди которых можно выделить роллеры (подходят для длительных прогулок; передние колёса поворачиваются; обязательно присутствуют ручки с регулируемой высотой, а также сиденье).

По типу опоры пользователя можно выделить:

ходунки с опорой под локоть (обеспечивают максимальные равновесие и устойчивость во время ходьбы; могут оснащаться ремнями для фиксации корпуса);

ходунки с подмышечной опорой (обеспечивают высокий уровень устойчивости во время передвижения; подходят для пользователей с нарушением координации; могут оснащаться специальной мягкой перекладиной, которая обеспечивает упор грудной клетки для удержания равновесия и облегчения передвижения);

ходунки с опорой на предплечье (используются на начальных стадиях терапии тяжёлых травм, например при переломе позвоночника, шейки бедра или таких заболеваний, как паралич, полиартрит, когда больной не может стоять, опираясь только на кисти рук; снабжены специальными ручками-опорами для предплечий). Этот вид устройств выполняет, скорее, функции тренажёра: человек сохраняет тонус мышц, что значительно облегчает его дальнейшую реабилитацию.

Специалистами разрабатывается большое количество конструкций ходунков, снабжённых различными дополнительными функциональными конструктивными элементами, большинство из которых предназначено для упрощения и удобства перемещения ходунков под "управлением" самого пользователя. Это могут быть подвесные устройства различных типов для снижения нагрузки от веса тела на ноги [2], регулируемые опорные рамы и опоры для рук/предплечий [3], и подвесные устройства для снижения нагрузки от веса тела на ноги, и регулируемые опорные рамы и опоры для рук/предплечий в рамках одного устройства [4], специальные колёсные опоры, в том числе с самоориентирующимися колёсами [5] и т.д.

Также известны ходунки, выполненные в виде подвижной опорной рамы с опорами для рук, с колёсами с двусторонней стабилизирующей подвеской и автоматической тормозной системой, интегрированной с системой управления движением со средством визуализации, в том числе с системами предупреждения препятствий, датчиками местности и средствами управления обратной связью с пользователем [6]. Такие ходунки эффективно обеспечивают поддержку веса верхней части тела пользователя, а также упрощают управление скоростью и траекторией передвижения человека с их помощью.

Ходунки для проходящих реабилитацию пользователей (людей с временно утраченной или ограниченной двигательной активностью, инвалидов, пожилых людей) в большинстве своём имеют целый ряд положительных моментов. Так, они обеспечивают возможность вертикализации человека и в той или иной мере (в зависимости от особенностей конструкции и типа ходунков) устойчивость такого положе-

ния тела. Надёжность опоры обеспечивается, в частности, за счёт большой опорной площади с несколькими точками опоры, формируемой жёсткой рамной конструкцией. Многообразие существующих конструкций обеспечивают возможность подбора модели, наиболее подходящей для каждого конкретного человека в зависимости от заболевания или стадии реабилитации, или особенностей организма, или т.п. условий. Ходунки обеспечивают уменьшение нагрузки на ноги и обеспечивают возможность устойчивого передвижения по неровной поверхности. В то же время, несмотря на то, что действия, выполняемые с помощью таких устройств, являются полезной дополнительной нагрузкой на самые различные мышцы пользователя (при этом не только мышцы ног), они только достаточно условно могут рассматриваться как технические средства реабилитации или тренажёры, поскольку нагрузка на различные группы мышц практически неуправляема и носит произвольный характер, что не позволяет формировать у пользователя в головном мозге устойчивый образ анатомически правильного положения и/или анатомически правильного движения.

В последнее время в области реабилитации людей с нарушением двигательной активности широко развивается направление, основанное на использовании экзоскелетов, которые считаются перспективной технологией реабилитации. Однако при использовании в качестве технических средств реабилитации или тренажёров экзоскелетов возникает ряд вопросов и проблем, связанных с обеспечением физической активности человека. По определению Всемирной организации здравоохранения, физическая активность - это какое-либо движение тела, производимое скелетными мышцами, которое требует расхода энергии. Выполняемое же с помощью экзоскелета движение нижних конечностей представляет собой пассивное движение без сокращения мышц. Выполнение такого пассивного движения будет сопровождаться предельно низким расходом энергии, который не может обеспечить человеку физическую активность. Ещё одной проблемой использования экзоскелетов является наличие в ряде случаев у людей на начальных стадиях реабилитации контрактур в тазобедренных, коленных, голеностопных суставах.

Среди наиболее перспективных технологий медицинской реабилитации в части развития и восстановления двигательной активности человека в первую очередь рассматриваются роботизированные реабилитационные системы или устройства с автоматизированной системой управления. Роботизированные системы могут использоваться не только для создания простых и повторяющихся стереотипных моделей движения, но и для создания более сложной контролируемой мультисенсорной стимуляции человека, которая заключается во временном и пространственном суммировании разного рода возбудителей (тактильные, зрительные, слуховые, равнозначные, проприоцептивные раздражители).

Практика использования роботизированных экзоскелетов показала, что они представляют собой эффективное средство реабилитации не только для восстановления способности передвигаться, но и для улучшения уровня физической активности спустя годы после травмы [7, 8]. При этом ортопедические модули экзоскелета, фиксируемые, в частности, на ногах человека, благодаря программному управлению траекторией их перемещения, с самого первого занятия задают анатомически правильное положение и анатомически правильную траекторию перемещения ног человека в пространстве в зависимости от вида движения (вперёд по ровной поверхности, вперёд "по ступенькам", в сторону и т.д.), что способствует формированию в мозге образа данного вида движения.

Так, известен тренажёр [9] для обучения ходьбе в естественном алгоритме в реабилитации больных детским церебральным параличом, который состоит из функционально и электрически связанных между собой: палатки на колёсах с металлическим штативом; трёх резервуаров, прикрепляемых к штативу и предназначенных для подачи воздуха в крепления; надувных креплений; насоса с ручной или автоматической подачей воздуха в резервуары и надувные крепления; тренировочных сапог; коллоидной жидкости; насоса, обеспечивающего автоматическую попеременную подачу жидкости в камеры сапог в естественном алгоритме ходьбы; четырёх мягких трубок, связывающих подающий жидкость насос и камеры сапог; передних и пяточных супинаторов, расположенных на подошве сапог; четырёх звуко- и светозащитных элементов, расположенных в камерах сапог; и электродвигателя, обеспечивающего пошаговое продвижение палатки вместе с больным в заданном темпе. Вертикальная часть штатива встроена в центральную часть задней стенки палатки, а горизонтальная - в центральную часть купола. Резервуары прикрепляются к штативу на уровне головы, шеи и туловища пациента и имеют на боковых и передних стенках отверстия, обрамленные цилиндрами с завинчивающимися крышками. Надувные крепления предназначены для поддержки в устойчивом вертикальном положении головы, шеи и туловища и представляют собой эластичные гофрированные шланги, один конец которых вшит в шапочку, воротник или жилет, а второй - надевается на соответствующие цилиндры резервуаров. Тренировочные сапоги разделены на переднюю и заднюю камеры и выполнены из двух слоёв водоотталкивающей и упругой ткани с пористой прослойкой между ними. Коллоидная жидкость свободно циркулирует во внутреннем пространстве передней и задней камер сапог, обеспечивая утяжеление соответствующей части конечности. Жидкость зелёного цвета предназначена для подачи в передние камеры, а красного цвета - для подачи в задние камеры сапог. Мягкие трубки соответствующего цвета связывают подающий жидкость насос и камеры сапог. Трубки надеваются на цилиндры, обрамляющие отверстия в верхней части голенищ сапог. Супинаторы расположены на подошве сапог и имеют две металлические пластины с контактами электрической цепи, которые под воздействием силы тяжести жидкости смыкаются и включают электрически связанные с ними

звуко- и светоэлементы, расположенные в камерах сапог. Указанные элементы обеспечивают синхронные звуковой и световой эффекты при утяжелении соответствующей части конечности. Указанный в изобретении технический результат - обеспечение прямохождения в естественном алгоритме "пятка - носок левой ноги, пятка - носок правой ноги". Как видно из краткого описания конструкции устройства, она достаточно громоздка и сложна в обслуживании и индивидуальных настройках и не может использоваться без специально подготовленного специалиста, тем более индивидуально самостоятельно вне условий стационара.

Автором также ранее была предложена система восстановления двигательной активности человека [10], выполненная в виде роботизированного кинезитренажера, содержащего полный экзоскелет человека, сформированный управляемым подвижным каркасом, состоящим из кинематически связанных между собой соответствующих частям тела ортопедических модулей, выполненных с возможностью фиксации на соответствующих частях тела и приводимых в движение подсистемой приводов, причём управляемый подвижный каркас кинематически связан с внешним жёстким стационарным каркасом, выполненным в виде объёмной рамной конструкции, определяющей пространство для изменения положения ортопедических модулей и формирующей совместно с управляемым подвижным каркасом двухслойный экзоскелет. Система также содержит программно-аппаратные средства управления изменением через соответствующий привод положения в пространстве каждого ортопедического модуля, выполненные на базе компьютера с контроллером. Также система содержит средства обратной связи на базе датчиков физиологических показателей организма человека. Подсистема электромеханических приводов, каждый из которых связан с соответствующим ортопедическим модулем посредством соответствующей гибкой связи, размещена на внешнем стационарном каркасе. Программно-аппаратные средства дополнительно содержат подсистему визуализации виртуальной реальности, выполненную с возможностью согласованного функционирования с подсистемой электромеханических приводов. В такой системе двухслойный экзоскелет снабжён средством фиксации исходного положения тела в подвешенном состоянии с опорой в тазобедренной области и/или в области верхней части туловища. Клинические испытания и практика использования таких роботизированных кинезитренажеров показала очень высокую их эффективность. Однако система, принимая во внимание её достаточно высокую стоимость и сложность, а также "стационарность" внешнего каркаса и занимаемое им существенное по площади и объёму пространство, эффективно может использоваться в условиях стационаров учреждений здравоохранения и не подходит для индивидуального использования в бытовых условиях, тем более, в режиме передвижения каркаса. К условным недостаткам такой системы в отношении возможности индивидуального использования можно также отнести необходимость "настройки", в том числе и программной, на индивидуальные показатели и параметры пациента, а также большое время, затрачиваемое на размещение и "подключение" (фиксация ортопедических модулей и датчиков на теле) к системе пациента.

Таким образом, анализ уровня техники и опыт практической реабилитации в современных условиях показывают, что повышение эффективности реабилитации людей в части развития и восстановления их двигательной активности может быть достигнуто (как по количественным, так и по качественным показателям) за счёт разработки индивидуальных мобильных устройств, снабжённых элементами роботизированных экзоскелетов. При этом основной проблемой, которую решал автор в этом направлении, было соединение в одном устройстве достоинств и преимуществ простейших индивидуальных технических средств реабилитации типа ходунков и сложных роботизированных систем на базе экзоскелета. При этом недостатки каждого из указанных видов устройств должны быть устранены или, по меньшей мере, сведены к минимуму.

В качестве прототипа по совокупности общих технических признаков для заявляемого устройства для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, было принято описанное выше устройство ходунков, выполненных в виде подвижной опорной рамы с опорами для рук, с колёсами и с системой управления движением со средством визуализации [6].

Таким образом, задачей изобретения является разработка устройства для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, которое можно использовать в домашних условиях в качестве индивидуального технического средства реабилитации. Устройство должно иметь простую, маневренную и легко управляемую как программно-аппаратными средствами, так и самим пользователем конструкцию. Устройство должно обеспечивать выбор средств опоры частей тела пользователя с учётом центра тяжести тела и с обеспечением его вертикального положения, а также индивидуальную регулировку упомянутых средств опоры. Устройство также должно включать в себя элементы роботизированного экзоскелета и обеспечивать возможность функционирования, как в режиме пассивной нагрузки, так и в режиме тренажёра. Устройство также должно обеспечивать возможность контроля (как удалённого, в том числе централизованного, так и самоконтроля) процесса реабилитации и возможность изменения/корректировки режима функционирования в зависимости от текущего состояния пользователя.

Поставленная задача решается, и технические результаты достигаются заявляемым устройством для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, включающим подвижную опорную раму, снабжённую размещёнными на ней по меньшей мере тремя колёса-

ми, опорой для рук и системой управления движением. Поставленная задача решается, и технические результаты достигаются за счёт того, что устройство дополнительно снабжено связанным с системой управления движением экзоскелетом, состоящим по меньшей мере из одной пары ортопедических модулей, выполненных с возможностью согласованной фиксации на нижних конечностях человека и связанных с системой управления движением посредством гибких связей с возможностью управляемого согласованного изменения длины каждой связи в соответствии с заданным положением соответствующей нижней конечности в пространстве относительно опорной рамы. При этом колёса выполнены и размещены на опорной раме с возможностью перемещения по меньшей мере по одной поверхности, выбранной из поверхности, расположенной ниже опорной рамы, и поверхности, расположенной выше опорной рамы.

Заявляемое устройство имеет достаточно простую и маневренную конструкцию, которая может размещаться по полу или по потолку (по закреплённым на потолке специальным направляющим), как под управлением аппаратно-программного блока и экзоскелета, так и под самостоятельным управлением человека. По существу, заявляемое устройство конструктивно может быть исполнено в небольших габаритах обычных простейших ходунков из уровня техники, в том числе складным, с аналогичными характеристиками массы, что обеспечивает сохранение высокой маневренности и возможности индивидуального использования в домашних условиях. При этом роботизированный экзоскелет состоит из парных ортопедических модулей, фиксируемых на нижних конечностях человека и связанных с размещённой непосредственно на опорной раме системой управления движением посредством гибких связей. Таким образом, в заявляемом устройстве в качестве каркаса экзоскелета используется опорная рама ходунков и не предусмотрено каких либо дополнительных каркасных элементов, входящих в состав экзоскелета, или системы управления ортопедическими модулями экзоскелета. Максимальная необходимая длина и материал, из которого выполнены гибкие связи ортопедических модулей с системой управления движением, при этом могут быть выбраны специалистами в данной области техники в зависимости от предъявляемых к ним в каждом конкретном случае требований (например, эластичность, прочность на разрыв и т.п.), индивидуальных параметров человека (рост, масса, общее физическое состояние), целей использования устройства (средство реабилитации, тренажёр) и других условий. С учётом возможности замены гибких связей устройство имеет расширенные возможности использования. Согласованное изменение длины каждой связи из одной пары в соответствии с заданным положением соответствующей нижней конечности в пространстве относительно опорной рамы может осуществляться, например, посредством соответствующего электромеханического модуля, управляемого, в свою очередь, посредством модуля программного управления из состава системы управления движением. Учитывая современный уровень развития электроники и электротехники, наличие системы управления движением позволяет сохранить малые габариты и массу и высокую маневренность устройства в целом.

Как уже было упомянуто выше, в некоторых формах реализации устройства колёса могут быть выполнены и размещены на опорной раме с возможностью перемещения по поверхности, расположенной выше опорной рамы, при этом на указанной поверхности предусмотрены направляющие для перемещения колёс с удержанием устройства в "подвешенном" состоянии. В таких формах реализации удержание пользователя в вертикальном положении осуществляется также посредством опор для рук с регулируемой высотой, но направленных вниз от опорной рамы. Положение пользователя по отношению к опорной раме может дополнительно фиксироваться с помощью подвесов с регулируемой длиной, чтобы, например, ступни человека устойчиво соприкасались с полом.

Для возможности адаптации заявляемого устройства к росту человека рама предпочтительно выполнена с возможностью регулируемого изменения её высоты.

Для того чтобы сохранить вертикальное положение тела человека без дополнительной нагрузки на кисти рук или плечевые суставы, опора для рук предпочтительно может быть выполнена с возможностью опоры по всей длине предплечья и снабжена рукоятками для фиксации положения кистей. Такое положение руки для опоры является одним из наиболее удобных.

Заявляемое устройство может содержать две и более пары ортопедических модулей. В предпочтительных формах реализации заявляемое устройство содержит одну пару ортопедических модулей, которые фиксируются на ногах в области голеностопных суставов с одновременным охватом голени и стопы. Это позволяет, прежде всего, обеспечить правильную постановку стопы на пол при выполнении шагов. В то же время возможны и другие формы реализации, в которых, например, имеется вторая пара ортопедических модулей, фиксируемых, например, в области коленных суставов, что позволяет управлять/контролировать положение коленей при выполнении шагов.

В ряде предпочтительных форм реализации заявляемого устройства для облегчения/управления ходьбы опорная рама может быть выполнена с электромеханическим приводом, предпочтительно переднеприводной, с автоматическим управлением передвижением в пространстве.

В общем случае в предпочтительных формах реализации заявляемого устройства система управления движением содержит взаимосвязанные модуль программного управления, электромеханический модуль и по меньшей мере один связанный с опорной рамой и/или телом человека датчик, выбранный из группы, включающей по меньшей мере датчик положения, датчик нагрузки, датчик физиологических

параметров человека, и снабжена средством визуализации. Такая структура системы управления движением, несмотря на свою простоту, позволяет организовать каналы обратной связи с человеком и задать индивидуальный режим управления движением с возможностью его автоматической настройки и корректировки.

В ряде предпочтительных форм реализации, особенно в формах реализации, в которых поверхность, по которой перемещаются колёса, расположена выше опорной рамы, заявляемое устройство может быть дополнительно снабжено жёстко связанной с опорной рамой системой поддержки веса, включающей опоры и связанные с опорами посредством регулируемых по длине гибких элементов подвеса элементы фиксации тела человека, выбранные из группы, включающей по меньшей мере элементы фиксации подмышечных впадин, элементы фиксации талии, элементы фиксации бедер. Структура системы управления движением в таких формах реализации может быть аналогична описанной выше.

Описанные выше и другие достоинства и преимущества заявляемого устройства для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, далее будут рассмотрены более подробно на примере некоторых возможных предпочтительных, но не ограничивающих форма реализации со ссылками на позиции фигур чертежей, на которых схематично представлены:

фиг. 1 - вид сбоку заявляемого устройства с пользователем в одной из предпочтительных форм реализации;

фиг. 2 - вид спереди устройства по фиг. 1;

фиг. 3 - вид сбоку заявляемого устройства с пользователем в другой предпочтительной форме реализации;

фиг. 4 - вид спереди устройства по фиг. 3;

фиг. 5 - вид сбоку заявляемого устройства с пользователем в ещё одной предпочтительной форме реализации;

фиг. 6 - вид спереди устройства по фиг. 5;

фиг. 7 - вид сбоку заявляемого устройства в ещё одной предпочтительной форме реализации;

фиг. 8 - вид спереди устройства по фиг. 7;

фиг. 9 - вид сбоку заявляемого устройства с пользователем в ещё одной предпочтительной форме реализации;

фиг. 10 - вид спереди устройства по фиг. 9;

фиг. 11 - местный вид А по фиг. 9 в увеличенном масштабе;

фиг. 12 - вид сбоку заявляемого устройства с пользователем в ещё одной предпочтительной форме реализации;

фиг. 13 - вид спереди устройства по фиг. 9;

фиг. 14 - функциональна схема системы "пользователь - заявляемое устройство".

На фиг. 1 схематично изображён вид сбоку, а на фиг. 2 - вид спереди заявляемого устройства с пользователем в одной из предпочтительных форм реализации. Устройство для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, в представленной форме реализации включает подвижную опорную раму 1, снабжённую размещёнными на ней четырьмя колёсами 2, опорой 3 для рук и системой 4 управления движением. Устройство также снабжено связанным с системой 4 управления движением экзоскелетом, состоящим в представленной форме реализации из одной пары ортопедических модулей 5, выполненных с возможностью согласованной фиксации на нижних конечностях человека и связанных с системой 4 управления движением посредством гибких связей 6 с возможностью управляемого согласованного изменения длины каждой связи 6 в соответствии с заданным положением соответствующей нижней конечности в пространстве относительно опорной рамы 1. В представленной форме реализации колёса 2 выполнены и размещены на опорной раме 1 с возможностью перемещения по поверхности 7, расположенной ниже опорной рамы 1. Опорная рама 1 выполнена с возможностью регулируемого дискретного изменения высоты, для чего на ней предусмотрены вертикально распределённые установочные отверстия 8. Опора 3 для рук выполнена с возможностью опоры по всей длине предплечья и снабжена рукоятками 9 для фиксации положения кистей. Ортопедические модули 5 выполнены с возможностью фиксации в области голеностопных суставов с одновременным охватом голени и стопы. Опорная рама 1 выполнена с электромеханическим приводом 10, предпочтительно переднеприводной, с автоматическим управлением передвижением в пространстве.

На фиг. 3 схематично изображён вид сбоку, а на фиг. 4 - вид спереди заявляемого устройства с пользователем в другой предпочтительной форме реализации.

Устройство для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, в представленной форме реализации включает подвижную опорную раму 11, снабжённую размещёнными на ней четырьмя колёсами 12, опорой 13 для рук и системой 14 управления движением. Устройство также снабжено связанным с системой 14 управления движением экзоскелетом, состоящим в представленной форме реализации из одной пары ортопедических модулей 15, выполненных с возможностью согласованной фиксации на нижних конечностях человека и связанных с системой 14 управления движением посредством гибких связей 16 с возможностью управляемого согласованного изменения длины каждой связи 16 в соответствии с заданным положением соответствующей нижней конечности в про-

странстве относительно опорной рамы 11. В представленной форме реализации колёса 12 выполнены и размещены на опорной раме 11 с возможностью перемещения по поверхности 17, расположенной ниже опорной рамы 11. Опорная рама 11 выполнена с возможностью регулируемого дискретного изменения высоты, для чего на ней предусмотрены вертикально распределённые установочные отверстия 18. Опора 13 для рук выполнена с возможностью опоры по всей длине предплечья и снабжена рукоятками 19 для фиксации положения кистей. Ортопедические модули 15 выполнены с возможностью фиксации в области голеностопных суставов с одновременным охватом голени и стопы. Опорная рама 11 выполнена с электромеханическим приводом 20, предпочтительно переднеприводной, с автоматическим управлением передвижением в пространстве. В представленной форме реализации устройство также снабжено жёстко связанной с опорной рамой 11 системой 21 поддержки веса, включающей опоры 22 с перекладиной 23 и связанные с опорами 22 в зоне перекладины 23 посредством регулируемых по длине гибких элементов 24 подвеса элементы 25 фиксации подмышечных впадин, элементы 26 фиксации талии, элементы 27 фиксации бедер. Для упрощения и сокращения процесса фиксации все упомянутые элементы 25, 26, 27 фиксации соединены посредством перемычек 28 в одну систему 29 гравитационной разгрузки тела. Высота опор 22 может регулироваться посредством вертикально распределённых установочных отверстий 18. Длина гибких элементов 24 подвеса может регулироваться посредством либо электромеханического привода 20, либо отдельного электропривода 30, связанного с системой 14 управления движением.

На фиг. 5 схематично изображён вид сбоку, а на фиг. 6 - вид спереди заявляемого устройства с пользователем в ещё одной предпочтительной форме реализации. Устройство для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, в представленной форме реализации включает подвижную опорную раму 31, снабжённую размещёнными на ней четырьмя колёсами 32, опорой 33 для рук и системой 34 управления движением. Устройство также снабжено связанным с системой 34 управления движением экзоскелетом, состоящим в представленной форме реализации из двух пар ортопедических модулей 35, выполненных с возможностью согласованной фиксации на нижних конечностях человека и связанных с системой 34 управления движением посредством гибких связей 36 с возможностью управляемого согласованного изменения длины каждой связи 36 в соответствии с заданным положением соответствующей нижней конечности в пространстве относительно опорной рамы 31. В представленной форме реализации колёса 32 выполнены и размещены на опорной раме 31 с возможностью перемещения по поверхности 37, расположенной ниже опорной рамы 31. Опорная рама 31 выполнена с возможностью регулируемого дискретного изменения высоты, для чего на ней предусмотрены вертикально распределённые установочные отверстия 38. Опора 33 для рук выполнена с возможностью опоры по всей длине предплечья и снабжена рукоятками 39 для фиксации положения кистей. Ортопедические модули 35 выполнены с возможностью фиксации в области голеностопных суставов с одновременным охватом голени и стопы, а также в области коленных суставов. Опорная рама 31 выполнена также с возможностью регулировки положения опор 33 для рук, для чего в ней предусмотрены горизонтально распределённые установочные отверстия 40. Опорная рама 31 выполнена с электромеханическим приводом (позицией не обозначен), предпочтительно переднеприводной, с автоматическим управлением передвижением в пространстве.

На фиг. 7 схематично изображён вид сбоку, а на фиг. 8 - вид спереди заявляемого устройства с пользователем в ещё одной предпочтительной форме реализации. Устройство для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, в представленной форме реализации включает подвижную опорную раму 41, снабжённую размещёнными на ней четырьмя колёсами 42, опорой 43 для рук и системой 44 управления движением. Устройство также снабжено связанным с системой 44 управления движением экзоскелетом, состоящим в представленной форме реализации из двух пар ортопедических модулей 45, выполненных с возможностью согласованной фиксации на нижних конечностях человека и связанных с системой 44 управления движением посредством гибких связей 46 с возможностью управляемого согласованного изменения длины каждой связи 46 в соответствии с заданным положением соответствующей нижней конечности в пространстве относительно опорной рамы 41. В представленной форме реализации колёса 42 выполнены и размещены на опорной раме 41 с возможностью перемещения по поверхности 47, расположенной ниже опорной рамы 41. Опорная рама 41 выполнена с возможностью регулируемого дискретного изменения высоты, для чего на ней предусмотрены вертикально распределённые установочные отверстия 48. Опора 43 для рук выполнена с возможностью опоры по всей длине предплечья и снабжена рукоятками 49 для фиксации положения кистей. Ортопедические модули 45 выполнены с возможностью фиксации в области голеностопных суставов с одновременным охватом голени и стопы, а также в области коленных суставов. Опорная рама 41 выполнена также с возможностью регулировки положения опор 43 для рук, для чего в ней предусмотрены горизонтально распределённые установочные отверстия 50. В представленной форме реализации устройство также снабжено жёстко связанной с опорной рамой 41 системой поддержки веса, включающей кронштейны 51 и связанные с кронштейнами 51 посредством регулируемых по длине гибких элементов 52 подвеса элементы 53 фиксации подмышечных впадин, элементы 54 фиксации талии, элементы 55 фиксации бедер. Для упрощения и сокращения процесса фиксации все упомянутые элементы 53, 54, 55 фиксации соединены посредством перемычек 56 в одну систему 57 элементов фиксации. Высота кронштейнов

51 может регулироваться посредством вертикально распределённых установочных отверстий 48. Длина гибких элементов 52 подвеса может регулироваться посредством общего электромеханического привода (позицией не обозначен) из состава системы 44 управления движением. Опорная рама 41 выполнена с электромеханическим приводом (позицией не обозначен), предпочтительно переднеприводной, с автоматическим управлением передвижением в пространстве.

На фиг. 9 схематично изображён вид сбоку, а на фиг. 10 - вид спереди заявляемого устройства с пользователем в ещё одной предпочтительной форме реализации. Устройство для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, в представленной форме реализации включает подвижную опорную раму 58, снабжённую размещёнными на ней четырьмя колёсами 59, опорой 60 для рук и системой 61 управления движением. Устройство также снабжено связанным с системой 61 управления движением экзоскелетом, состоящим в представленной форме реализации из двух пар ортопедических модулей 62, выполненных с возможностью согласованной фиксации на нижних конечностях человека и связанных с системой 61 управления движением посредством гибких связей 63 с возможностью управляемого согласованного изменения длины каждой связи 63 в соответствии с заданным положением соответствующей нижней конечности в пространстве относительно опорной рамы 58. В представленной форме реализации колёса 59 выполнены и размещены на опорной раме 58 с возможностью перемещения по поверхности 64, расположенной ниже опорной рамы 58. Опорная рама 58 выполнена с возможностью регулируемого дискретного изменения высоты, для чего на ней предусмотрены вертикально распределённые установочные отверстия 65. Опора 60 для рук выполнена с возможностью опоры по всей длине предплечья и снабжена рукоятками 66 для фиксации положения кистей. Ортопедические модули 62 выполнены с возможностью фиксации в области голеностопных суставов с одновременным охватом голени и стопы, а также в области коленных суставов. Опорная рама 58 выполнена также с возможностью регулировки положения опор 60 для рук, для чего в ней предусмотрены горизонтально распределённые установочные отверстия 67. В представленной форме реализации устройство также снабжено жёстко связанной с опорной рамой 58 системой поддержки веса, включающей кронштейны 68 и связанные с кронштейнами 68 посредством регулируемых по длине гибких элементов 69 подвеса элементы 70 фиксации подмышечных впадин, элементы 71 фиксации талии, элементы 72 фиксации бедер. Для упрощения и сокращения процесса фиксации все упомянутые элементы 70, 71, 72 фиксации соединены посредством перемычек 73 в одну систему 74 гравитационной разгрузки тела. Высота кронштейнов 68 может регулироваться посредством вертикально распределённых установочных отверстий 65. Длина гибких элементов 69 подвеса может регулироваться посредством общего электромеханического привода (позицией не обозначен) из состава системы 61 управления движением. Система 61 управления движением также снабжена, фиксируемыми на теле пользователя интерфейсами управления устройством потенциалами пользователя: 75 - потенциалами головного мозга, 76 - сердечными потенциалами, 77 - потенциалами мышц. Опорная рама 58 выполнена с электромеханическим приводом (позицией не обозначен), предпочтительно переднеприводной, с автоматическим управлением передвижением в пространстве.

На фиг. 11 представлен местный вид А (в зоне рукоятки 66) по фиг. 9 в увеличенном масштабе. Рукоятка 66 в представленной форме реализации выполнена в виде пульта ручного управления, содержит элементы управления, выполненные в виде кнопок: кнопка 78 "старт/стоп", кнопки 79, 80 поворота, и связана с системой 61 управления движением.

На фиг. 12 схематично изображён вид сбоку, а на фиг. 13 - вид спереди заявляемого устройства с пользователем в ещё одной предпочтительной форме реализации. Устройство для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, в представленной форме реализации включает подвижную опорную раму 81, снабжённую размещёнными на ней четырьмя колёсами 82, опорой 83 для рук и системой 84 управления движением. Устройство также снабжено связанным с системой 84 управления движением экзоскелетом, состоящим в представленной форме реализации из одной пары ортопедических модулей 85, выполненных с возможностью согласованной фиксации на нижних конечностях человека и связанных с системой 84 управления движением посредством гибких связей 86 с возможностью управляемого согласованного изменения длины каждой связи 86 в соответствии с заданным положением соответствующей нижней конечности в пространстве относительно опорной рамы 81. В представленной форме реализации колёса 82 выполнены и размещены на опорной раме 81 с возможностью перемещения по поверхности 87, расположенной выше опорной рамы 81. При этом на поверхности 87 должны быть предусмотрены направляющие для перемещения колёс 82 с удержанием устройства в подвешенном состоянии. Для упрощения схематичного изображения и ввиду очевидности для специалистов в данной области техники возможных форм выполнения направляющих на фиг. 12 и 13 не изображены. Опорная рама 81 выполнена с возможностью регулируемого дискретного изменения высоты, для чего на ней предусмотрены вертикально распределённые установочные отверстия 88. Опора 83 для рук выполнена с возможностью опоры по всей длине предплечья и снабжена рукоятками 89 для фиксации положения кистей. Опорная рама 81 выполнена с электромеханическим приводом 90, предпочтительно переднеприводной, с автоматическим управлением передвижением в пространстве. Ортопедические модули 85 выполнены с возможностью фиксации в области голеностопных суставов с одновремен-



ным охватом голени и стопы. В представленной форме реализации устройство также снабжено системой 91 поддержки веса, включающей связанные с опорной рамой 81 посредством регулируемых по длине гибких элементов 92 подвеса элементы 93 фиксации подмышечных впадин, элементы 94 фиксации талии, элементы 95 фиксации бедер. Для упрощения и сокращения процесса фиксации все упомянутые элементы 93, 94, 95 фиксации соединены посредством перемычек 96 в одну систему 97 гравитационной разгрузки тела. Длина гибких элементов 92 подвеса может регулироваться посредством либо электромеханического привода 90, либо отдельного электропривода 98, связанного с системой 84 управления движением.

На фиг. 14 изображена функциональная схема системы "пользователь - заявляемое устройство", на которой представлены функциональные возможности заявляемого устройства, а также связи между заявляемым устройством, пользователем и другими объектами.

Представленная на вышеописанных чертежах система 4, 14, 34, 44, 61, 84 управления движением содержит взаимосвязанные модуль программного управления, электромеханический модуль и по меньшей мере один связанный с опорной рамой и/или телом человека датчик, выбранный из группы, включающей по меньшей мере датчик положения, датчик нагрузки, датчик физиологических параметров человека, и снабжена средством визуализации. Указанные конструктивные элементы для упрощения изображений и ввиду очевидности для специалистов возможных форм их реализации на чертежах не изображены.

Работа заявляемого устройства будет рассмотрена на примере формы реализации, представленной на фиг. 9 и 10. При этом основные принципы функционирования устройства и его связей с пользователем будут оставаться справедливыми и для других возможных форм реализации, в том числе и не упомянутых выше в рамках описания и не проиллюстрированных с помощью графических материалов.

Пользователь либо самостоятельно, либо с помощью другого человека надевает систему 74 гравитационной разгрузки тела, фиксируя на теле соединённые посредством перемычек 73 элемент 70 фиксации подмышечных впадин, элемент 71 фиксации талии и элемент 72 фиксации бедер, на которых предусмотрены фиксаторы/застёжки любой подходящей и удобной для пользователя конструкции, обеспечивающей надёжное удержание указанных элементов на теле человека. Система 74 гравитационной разгрузки тела посредством регулируемых по длине гибких элементов 69 подвеса связана с кронштейнами 68 и образует вместе с ними систему поддержки веса. Высота кронштейнов 68 посредством вертикально распределённых установочных отверстий 65 и длина гибких элементов 69 подвеса посредством общего электромеханического привода (позицией не обозначен) из состава системы 61 управления движением регулируются таким образом, чтобы ступни ног пользователя находились в контакте с поверхностью 64, расположенной ниже опорной рамы 58, но мышцы ног при этом не были "нагружены" за счёт массы тела пользователя в полной мере. На ноги пользователя надеваются парные ортопедические модули 62 из состава экзоскелета, которые попарно согласовано фиксируются в области голеностопных суставов с одновременным охватом голени и стопы, а также в области коленных суставов. Ортопедические модули 62 связаны с системой 61 управления движением посредством гибких связей 63. На теле пользователя также фиксируют интерфейсы управления устройством потенциалами пользователя: 75 - потенциалами головного мозга, 76 - сердечными потенциалами, 77 - потенциалами мышц, которые связаны с системой 61 управления движением.

Далее регулируют положение опор 60 для рук на опорной раме 58 посредством горизонтально распределённых установочных отверстий 67. При этом пользователь располагает в удобном упорном положении на опоре 60 для рук руки по всей длине предплечья и фиксирует положение кистей рук путём захвата кистями рук рукояток 66.

Подвижная опорная рама 58 снабжена размещёнными на ней четырьмя колёсами 59, уже упомянутой выше опорой 60 для рук и системой 61 управления движением. Колёса 59 выполнены и размещены на опорной раме 58 с возможностью перемещения по поверхности 64, расположенной ниже опорной рамы 58.

Устройство может работать в нескольких режимах.

Так, перемещение опорной рамы 58 с колёсами 59 по поверхности 64 может обеспечиваться за счёт собственной мускульной силы пользователя при выполнении им шаговых движений, которые координируются системой 61 управления движением через ортопедические модули 62 экзоскелета посредством управляемых гибких связей 63. При этом система 61 управления движением направляет команду на электропривод, который согласовано изменяет длину каждой связи 63 как парных ортопедических модулей 62, так и различных пар в соответствии с заданным (анатомически правильным) положением соответствующей ноги пользователя в пространстве относительно опорной рамы 58. В рассматриваемом примере наличие двух пар ортопедических модулей 62 позволяет контролировать и управлять положением в пространстве, как голеностопного сустава, так и коленного, что обеспечивает достаточно быстрое и устойчивое формирование у пользователя правильного "механического" образа выполнения шаговых движений.

Как уже было упомянуто выше, опорная рама 58 выполнена и оснащена электромеханическим приводом (позицией не обозначен), который одновременно является приводом колёс 59 и может обеспечи-

вать перемещение опорной 58 без приложения пользователем собственной мускульной силы. Предпочтительно рама выполняется переднеприводной, с автоматическим управлением передвижением в пространстве, в частности, посредством системы 61 управления движением.

В режиме, когда подключён электропривод колёс 59, пользователь может обрабатывать не только "траекторию" шаговых движений, формируя в головном мозге соответствующий образ, но и ритмичность, скорость и другие характеристики движения. При этом система 61 управления движением будет осуществлять согласование изменения длин гибких элементов 63 ортопедических модулей 62 и скорости и направления перемещения опорной рамы 58, а также регулировать их в соответствии с текущими показателями самочувствия пользователя, сведения о которых поступают в систему 61 управления движением с соответствующих датчиков. Таким образом, пользователь будет акцентировать внимание только на эффективном выполнении заданных шаговых движений. При необходимости пользователь может самостоятельно начинать движение опорной рамы 58 или останавливать её, менять направление перемещения и т.д. с помощью соответствующих элементов управления, расположенных на рукоятке/ах опоры/опор 60 для рук. Элементы управления удобнее всего выполнять в виде связанных с системой 61 управления движением кнопок: кнопка 78 "старт/стоп", кнопки 79, 80 поворота, рычажков, переключателей и т.п. В системе 61 управления движением предусмотрено также устройство визуализации, например монитор, на который могут выводиться самые различные данные и в самом различном виде - от числовых показателей самочувствия пользователя (пульс, давление и т.п.) и результатов занятия (количество качество выполненных шагов, пройденное расстояние и т.п.) до графического изображения траектории перемещения и модели окружающего пространства). Наличие средства визуализации позволяет формировать в дополнение к "механической" ещё и "визуальную" составляющую образа анатомически правильного движения.

В более сложных режимах система 61 управления движением может быть также оснащена связанным с системой 61 управления движением устройством виртуальной реальности (например, очки, шлем или т.п.), которое надевается на голову пользователя и "погружает" его в трёхмерное виртуальное пространство, находясь в котором с помощью экзоскелета пользователь выполняет те или иные шаговые движения, соответствующие виртуальной обстановке.

Общие возможности заявляемого устройства для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, во всевозможных режимах его использования проиллюстрированы фиг. 14, где изображена функциональная схема системы "пользователь - заявляемое устройство", в частности возможные связи между пользователем и устройством, а также объектами внешнего пространства в целях обеспечения перемещения пользователя с помощью заявляемого устройства. Так, функциональная схема включает режимы произвольного (сознательно управляемого пользователем) и непроизвольного (управляемого посредством заявляемого устройства) перемещения в пространстве, а также канал обратной связи пользователь - система 4, 14, 34, 44, 61, 84 управления движением, обеспечивающий возможность корректировок управляющих воздействий системы 4, 14, 34, 44, 61, 84 управления движением, в частности направления и скорости перемещения подвижной опоры 1, 11, 31, 41, 58, 81, согласованного изменения длины гибких связей 6, 16, 36, 46, 63, 86 пар ортопедических модулей 5, 15, 35, 45, 62, 85 и т.д.

Таким образом, по своей сути заявляемое устройство представляет собой многофункциональный мобильный домашний экзоскелет для персонализированного адаптивного развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, включая развитие силы, ловкости и выносливости для всех элементов нервной и мышечной систем. При этом заявляемое устройство состоит из конструктивных элементов, которые можно условно разделить на три взаимосвязанных функциональных модуля - механический, силовой и электронный, при этом элементы, входящие в состав электронного модуля, управляют функционированием элементов, входящих в состав силового и механического модулей, в соответствии с индивидуальными показателями и возможностями пользователя, что позволяет в наиболее эффективном режиме активировать нервную систему, мышцы, связки и суставы и сформировать в мозге стереотип движения, включая правильную траекторию перемещения ног, правильный темп и ритм шаговых движений.

### Источники информации

1. <http://fb.ru/article/226211/hodunki-dlya-invalidov-i-pojilyih-lyudey-vidyi-opisanie-pravila-vyibora>
2. Заявка US № 200180000628 A1, опублик. 04.01.2018.
3. Заявка US № 200170319424 A1, опублик. 09.11.2017.
4. Заявка CN № 107874984 A, опублик. 06.04.2018.
5. Патент RU № 2284177 C2, опублик. 10.04.2005.
6. Заявка US № 2017258664 A1, опублик. 14.09.2017.
7. Bach Baunsgaard C, Vig Nissen U, Katrin Brust A, Frotzler A, Ribeill C, Kalke YB, León N, Gómez B, Samuelsson K, Antepohl W. Gait training after spinal cord injury: safety, feasibility and gait function following 8 weeks of training with the exoskeletons from Ekso Bionics. Spinal Cord. 2018;56:106-116.
8. Gorgey AS, Wade R, Sumrell R, Villadelgado L, Khalil RE, Lavis T. Exoskeleton Training May Improve Level of Physical Activity After Spinal Cord Injury: A Case Series. Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2017;23:245-255
9. Патент RU № 2351304 C2, опублик. 10.04.2009.
10. Патент EA № 030027B1, опублик. 29.06.2018 г.

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для развития и восстановления двигательной активности человека, в частности навыков ходьбы, включающее подвижную опорную раму (1, 11, 31, 41, 58, 81), снабжённую размещёнными на ней по меньшей мере тремя колёсами (2, 12, 32, 42, 59, 82), опорой (3, 13, 33, 43, 60, 83) для рук и системой (4, 14, 34, 44, 61, 84) управления движением, отличающееся тем, что дополнительно снабжено связанным с системой управления движением экзоскелетом, состоящим по меньшей мере из одной пары ортопедических модулей (5, 15, 35, 45, 62, 85), выполненных с возможностью согласованной фиксации на нижних конечностях человека и связанных с системой (4, 14, 34, 44, 61, 84) управления движением посредством гибких связей (6, 16, 36, 46, 63, 86) с возможностью управляемого согласованного изменения длины каждой связи (6, 16, 36, 46, 63, 86) в соответствии с заданным положением соответствующей нижней конечности в пространстве относительно опорной рамы (1, 11, 31, 41, 58, 81), при этом колёса (2, 12, 32, 42, 59, 82) выполнены и размещены на опорной раме (1, 11, 31, 41, 58, 81) с возможностью перемещения по меньшей мере по одной поверхности, выбранной из поверхности (7, 17, 37, 47, 64), расположенной ниже опорной рамы (1, 11, 31, 41, 58, 81), и поверхности (87), расположенной выше опорной рамы (1, 11, 31, 41, 58, 81).

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что колёса (82) выполнены и размещены на опорной раме (81) с возможностью перемещения по поверхности (87), расположенной выше опорной рамы (81), при этом на указанной поверхности (87) предусмотрены направляющие для перемещения колёс (82) с удержанием устройства в подвешенном состоянии.

3. Устройство по любому из пп.1 или 2, отличающееся тем, что опорная рама (1, 11, 31, 41, 58, 81) выполнена с возможностью регулируемого изменения высоты.

4. Устройство по любому из пп.1 или 2, отличающееся тем, что опора (3, 13, 33, 43, 60, 83) для рук выполнена с возможностью опоры по всей длине предплечья и снабжена рукоятками (9, 19, 39, 49, 66, 89) для фиксации положения кистей.

5. Устройство по любому из пп.1 или 2, отличающееся тем, что ортопедические модули (5, 15, 35, 45, 62, 85) выполнены с возможностью фиксации по меньшей мере в области голеностопных суставов с одновременным охватом голени и стопы.

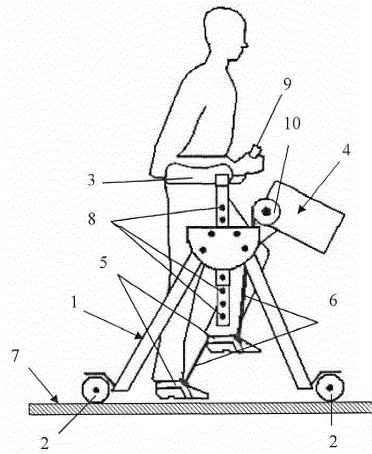
6. Устройство по любому из пп.1 или 2, отличающееся тем, что опорная рама (1, 11, 31, 41, 58, 81) выполнена с электромеханическим приводом (10, 20, 30), предпочтительно переднеприводной, с автоматическим управлением передвижением в пространстве.

7. Устройство по любому из пп.1 или 2, отличающееся тем, что система (4, 14, 34, 44, 61, 84) управления движением содержит взаимосвязанные модуль программного управления, электромеханический модуль и по меньшей мере один связанный с опорной рамой и/или телом человека датчик, выбранный из группы, включающей по меньшей мере датчик положения, датчик нагрузки, датчик физиологических параметров человека, и снабжена средством визуализации.

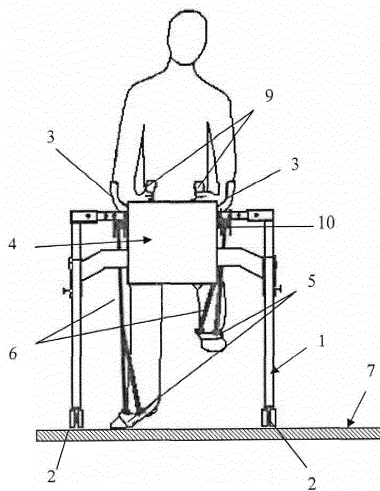
8. Устройство по любому из пп.1 или 2, отличающееся тем, что дополнительно снабжено жёстко связанной с опорной рамой (11, 81) системой (21, 91) поддержки веса, включающей опоры (22) и связанные с опорами (22) посредством регулируемых по длине гибких элементов (24, 92) подвеса элементы фиксации тела человека, выбранные из группы, включающей по меньшей мере элементы (25, 93) фиксации подмышечных впадин, элементы (26, 94) фиксации талии, элементы (27, 95) фиксации бедер.

9. Устройство по п.8, отличающееся тем, что система (4, 14, 34, 44, 61, 84) управления движением содержит взаимосвязанные модуль программного управления, электромеханический модуль и по меньшей мере один связанный с опорной рамой и/или телом человека датчик, выбранный из группы, включающей по меньшей мере датчик положения, датчик нагрузки, датчик физиологических параметров че-

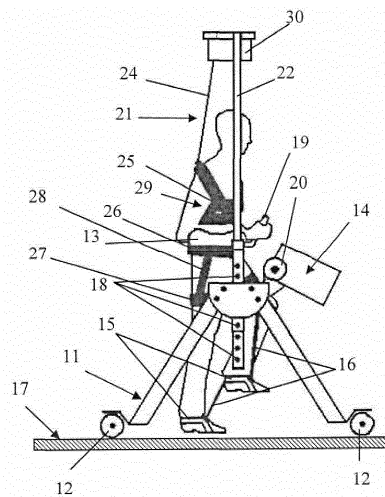
ловека, и снабжена средством визуализации.



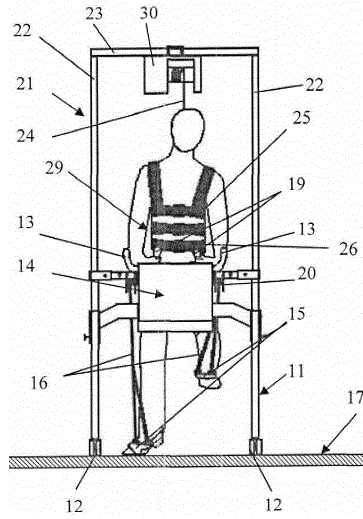
Фиг. 1



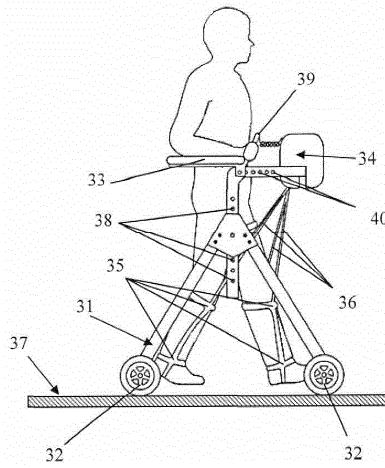
Фиг. 2



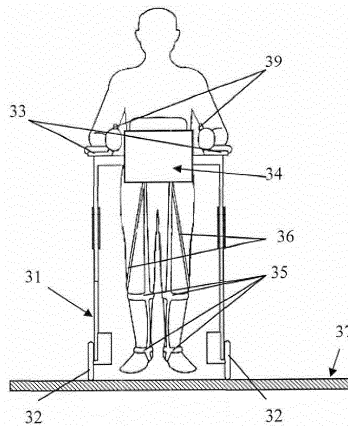
Фиг. 3



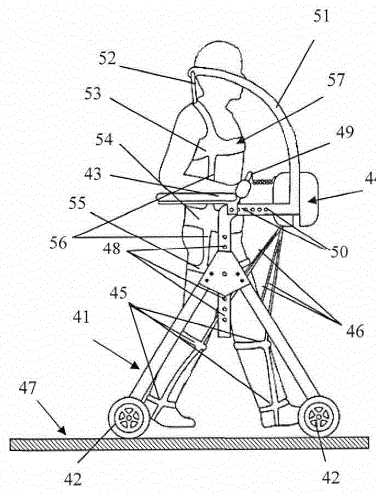
Фиг. 4



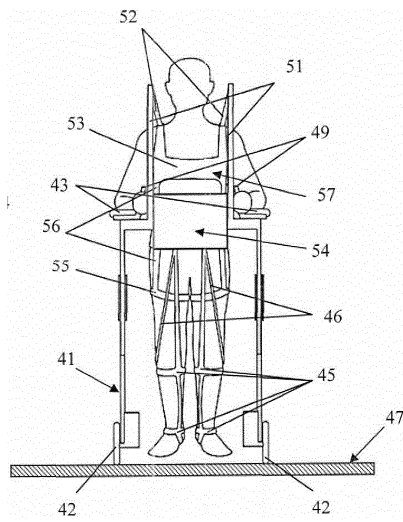
Фиг. 5



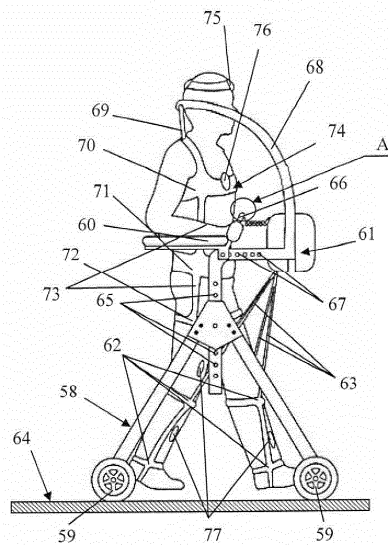
Фиг. 6



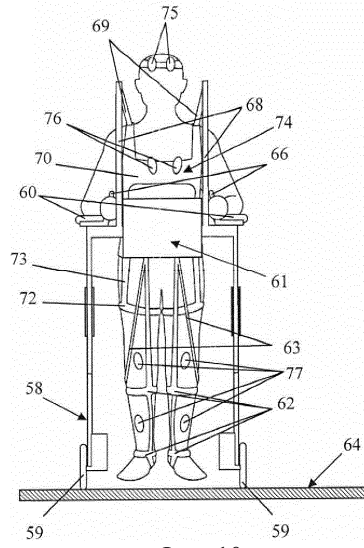
Фиг. 7



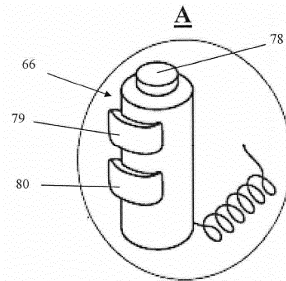
Фиг. 8



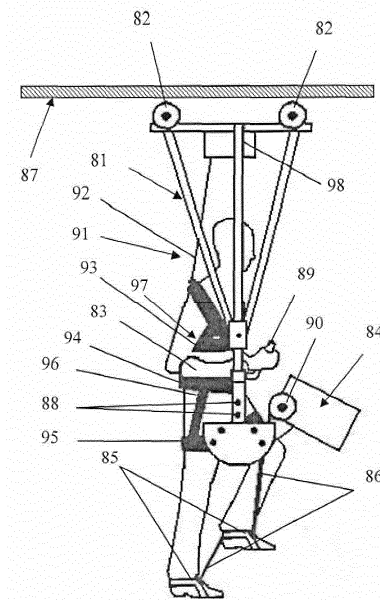
Фиг. 9



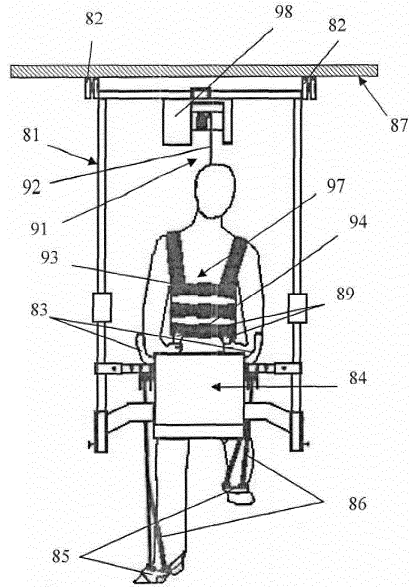
Фиг. 10



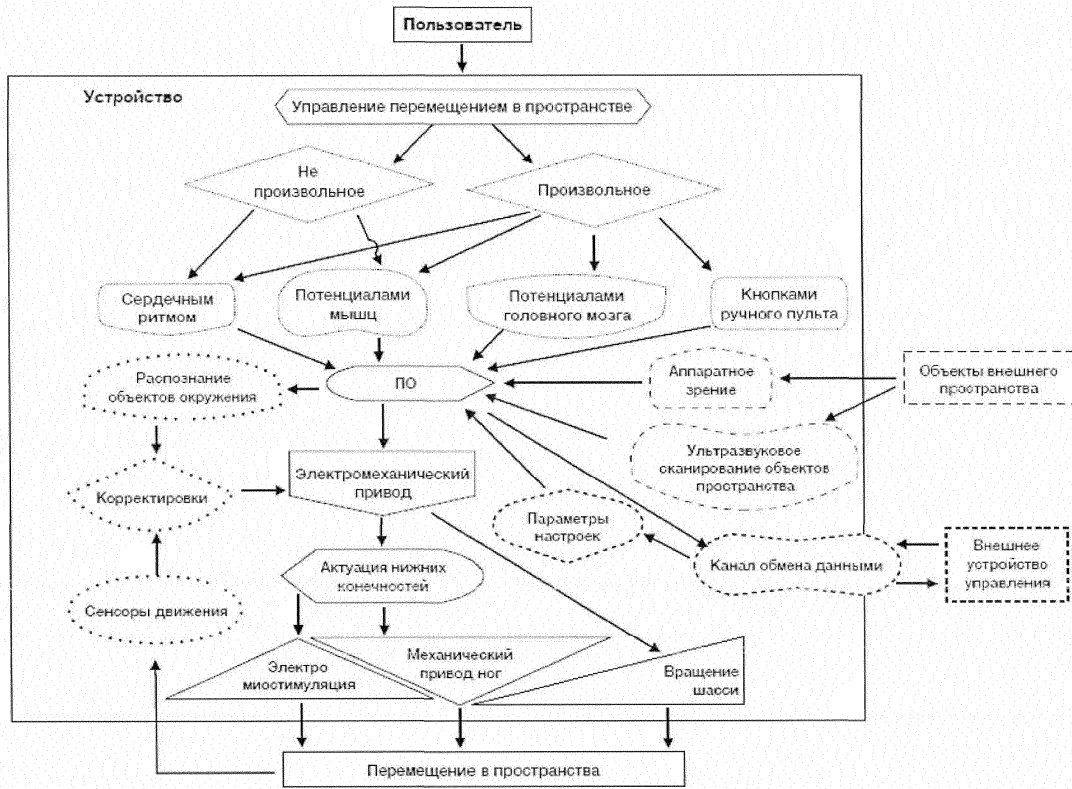
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14