

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202293325** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.01.23

(22) Дата подачи заявки
2021.05.21

(51) Int. Cl. *A61B 5/11* (2006.01)
A43B 3/00 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/103 (2006.01)
G01P 13/00 (2006.01)
G06K 9/00 (2006.01)

(54) СИСТЕМА АНАЛИЗА ПОХОДКИ

(31) 63/030,006; 63/054,007

(32) 2020.05.26; 2020.07.20

(33) US

(86) PCT/US2021/033558

(87) WO 2021/242623 2021.12.02

(71) Заявитель:

РИДЖЕНЕРОН

ФАРМАСЬЮТИКАЛЗ, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:

У Сюэфан, Элейдж Райнол, Хэмон

Сара, Уиппермен Мэттью Ф., Харари

Оливье (US)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Раскрыта система анализа походки. Некоторые реализации системы анализа походки содержат оснащенную измерительной аппаратурой обувь, включающую в себя мобильные датчики, процессор, считываемое компьютером устройство хранения данных, хранящее программные инструкции. Программные инструкции могут управлять системой для выполнения операций, включая определение информации о походке пользователя, выполняющего программу тестирования, с использованием оснащенной измерительной аппаратурой обуви. Операции также могут включать в себя определение параметров походки на основе информации о походке. Операции также могут включать в себя определение симметрии походки пользователя на основе параметров походки. Операции также могут включать в себя определение характерных признаков походки пользователя на основе параметров походки. Операции также могут включать в себя определение эффекта лечения на основе характерных признаков походки.

A1

202293325

202293325

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-576635EA/042

СИСТЕМА АНАЛИЗА ПОХОДКИ

ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ССЫЛКИ НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

[0001A] Данная заявка испрашивает приоритет по предварительной заявке США № 63/030006, поданной 26 мая 2020 г., и предварительной заявке США № 63/054007, поданной 20 июля 2020 г., содержание каждой из которых включено сюда посредством ссылки во всей своей полноте.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0001] Нарушения походки могут быть результатом широкого разнообразия травм, заболеваний и других недугов. В настоящее время тесты, используемые для диагностики нарушений походки, часто включают простые функциональные оценки. Однако, данные, собранные из таких тестов, являются субъективными и не обеспечивают достаточную информацию для оценки относительной тяжести недугов. В некоторых случаях клиническая лаборатория может выполнять оценки походки. Однако, высокая стоимость и сложность систем датчиков лабораторного класса могут ограничивать их размер. В связи с этим они не позволяют оценивать походку на значительном расстоянии.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

[0002] Далее представлено упрощенное краткое описание раскрытого предмета изобретения для того, чтобы обеспечить основное понимание некоторых аспектов раскрытого предмета изобретения. Это краткое описание не предназначено для идентификации ключевых или критических элементов раскрытого предмета изобретения или очерчивания объема заявленного предмета изобретения.

[0003] Настоящее раскрытие предлагает системы и способы анализа походки. В некоторых реализациях система анализа походки включает в себя оснащенную измерительной аппаратурой обувь, включающую в себя один или более мобильных датчиков, процессор, считываемое компьютером устройство хранения данных, хранящее программные инструкции. Программные инструкции, при исполнении процессором, могут управлять системой для выполнения операций, включая определение, с использованием оснащенной измерительной аппаратурой обуви, информации о походке пользователя, выполняющего процедуру тестирования. Операции также могут включать определение параметров походки на основе информации о походке. Операции также могут включать определение симметрии походки пользователя на основе параметров походки. Операции также могут включать определение характерных признаков походки пользователя на основе параметров походки. Операции также могут включать определение эффекта лечения на основе характерных признаков походки.

ЧЕРТЕЖИ

[0004] Фиг. 1A показывает блок-схему, иллюстрирующую примерную среду для реализации систем и способов в соответствии с аспектами настоящего раскрытия.

[0005] Фиг. 1B показывает элементы шагов, определяемые системами и способами

в соответствии с аспектами настоящего раскрытия.

[0006] Фиг. 1С показывает информацию о походке, предоставляемую оснащенной измерительной аппаратурой обувью в систему анализа походки в соответствии с аспектами настоящего раскрытия.

[0007] Фиг. 1D показывает параметры походки по отношению к оснащенной измерительной аппаратурой обуви в соответствии с аспектами настоящего раскрытия.

[0008] Фиг. 1E показывает параметры походки по отношению к фазам походки в соответствии с аспектами настоящего раскрытия.

[0009] Фиг. 2 показывает блок-схему, иллюстрирующую пример системы анализа походки в соответствии с аспектами настоящего раскрытия.

[0010] Фиг. 3 показывает блок-схему последовательности операций, иллюстрирующую пример способа определения опорной информации о походке в соответствии с аспектами настоящего раскрытия.

[0011] Фиг. 4 показывает блок-схему последовательности операций, иллюстрирующую пример способа оценки эффективности лечения в соответствии с аспектами настоящего раскрытия.

[0012] Фиг. 5A, 5B и 5C показывают параметры походки в соответствии с аспектами настоящего раскрытия.

[0013] Фиг. 6A, 6B и 6C показывают тепловые карты, иллюстрирующие корреляции между параметрами походки в соответствии с аспектами настоящего раскрытия.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[0014] Настоящее раскрытие относится к оценке походки. Более конкретно, настоящее раскрытие относится к оценке походок и определению эффектов лечения на основе оценок походки. Эффекты лечения являются относительными улучшениями в походке человека в результате лечения заболевания по сравнению с эталонной походкой. Реализации раскрытых здесь систем и способов генерируют информацию о походке по нескольким шагам с использованием носимых датчиков, определяют параметры походки на основе информации о походке, определяют характерные признаки походки на основе параметров походки и определяют эффективность лечения на основе характерных признаков походки и параметров походки.

[0015] Теперь будет сделана ссылка на конкретные реализации, проиллюстрированные на сопроводительных чертежах. В последующем подробном описании изложены многочисленные конкретные детали, обеспечивающие полное понимание раскрытых реализаций. Однако, специалисту в данной области техники будет очевидно, что реализации могут быть осуществлены на практике без этих конкретных подробностей. В других случаях общеизвестные способы, процедуры, компоненты, схемы и сети не были подробно описаны, чтобы избежать ненужного затруднения понимания аспектов реализаций.

[0016] Фиг. 1A показывает блок-схему системы, иллюстрирующую примерную

среду 101 для реализации систем и способов в соответствии с аспектами настоящего раскрытия. Среда 101 включает в себя пользователя 105, передвигающегося по земле 107 пешком в надетой обуви 109А и 109В, оснащенной измерительной аппаратурой. Оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109А и 109В создает соответствующую информацию 115А и 115В о походке и предоставляет ее в систему 113 анализа походки с использованием одной или нескольких линий 119А и 119В связи. Например, система 113 анализа походки может принимать информацию 115А, 115В о походке от оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А, 109В, в то время как пользователь 105 выполняет процедуру тестирования, включающую ходьбу, бег и стояние.

[0017] Пользователь 105 может быть любым человеком. В некоторых реализациях пользователь 105 может быть человеком, имеющим заболевание, которое влияет на походку человека 105, в отношении которого пользователь 105 может получать лечение, такое как физиотерапия. Заболевания могут представлять собой, например, повреждение (травму), нарушение или порок развития опорно-двигательной или неврологической систем человека, которые вызывают асимметрию в шаге пользователя 105. Например, повреждение нерва из-за межпозвоночной грыжи пользователя может побуждать пользователя 105 опираться больше на одну ногу, чем на другую. Кроме того, в некоторых реализациях пользователь 105 может быть непораженным болезнью человеком, у которого отсутствуют или по существу отсутствуют какие-либо заболевания, влияющие на походку. Пользователь 105 может генерировать опорную информацию 115А, 115В о походке, представляющую шаг в отсутствие болезни.

[0018] Оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109А, 109В может представлять собой пару оснащенных измерительной аппаратурой туфель (ботинок), стелек, носков или другой покрывающий стопу предмет, носимый пользователем 105. Оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109А, 109В может содержать мобильные датчики, включая акселерометры, гироскоп, датчики давления и преобразователи силы (датчики силы). Оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109А, 109В может также включать в себя процессор, считываемую компьютером память и устройство передачи данных. В некоторых реализациях процессор, считываемая компьютером память и устройство передачи данных предоставляются специализированной интегральной схемой (ASIC), которая усиливает, приводит в определенное состояние, нормализует и объединяет сигналы, выдаваемые датчиками, генерируя информацию 115А, 115В о походке, которую процессор передает в систему 113 анализа походки с использованием устройства передачи данных через линии 119А, 119В связи. В некоторых реализациях оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109А, 109В может представлять собой MOTICON SCIENCE INSOLES от MOTICON REGO AG, Германия.

[0019] Система 113 анализа походки может представлять собой одно или более вычислительных устройств, которые анализируют информацию 115 о походке, определяя параметры походки. Используя параметры походки, система 113 анализа походки может оценивать походку пользователя 105. Кроме того, на основе параметров походки и

анализа походки система 113 анализа походки может определить эффективность лечения, которое пользователь 105 может проходить. Например, система 113 анализа походки может сравнивать текущие параметры походки пользователя 105 с его прошлыми параметрами походки и другой опорной информацией, идентифицируя улучшения в эффективности.

[0020] Линии 119А, 119В связи могут представлять собой любые проводные линии связи, беспроводные линии связи или их комбинацию, которые используют любую комбинацию одного или более типов способов и протоколов передачи. Например, линии 119А и 119В связи могут использовать протокол беспроводной связи BLUETOOTH®. В некоторых реализациях оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109А и 109В может осуществлять потоковую передачу информации в систему 113 анализа походки через линии 119А, 119В связи. В некоторых других реализациях оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109А и 109В может пакетировать и передавать информацию 115А, 115В о походке через линии 119А, 119В связи после завершения процедуры тестирования.

[0021] Фиг. 1В показывает элементы шага 121 пользователя 105, измеряемые на расстоянии 119 системами и способами в соответствии с аспектами настоящего раскрытия. Шаг 121 включает фазу 123 опоры и фазу 125 переноса (ноги при ходьбе). Компоненты (составляющие) фазы 123 опоры могут включать в себя начальный контакт 127, перенос 129 массы тела, середину 131 опоры, завершение 133 опоры и предперенос 135. Составляющие фазы 125 переноса могут включать в себя начало 137 переноса, середину 139 переноса и завершение 141 переноса. Дополнительно, начало 127 контакта, перенос 129 массы тела могут представлять собой первую комбинацию, в которой обе стопы пользователя 105 контактируют с землей, что называется движением 143 с двойной поддержкой (опорой). Середина 131 опоры и завершение 133 опоры могут представлять собой вторую комбинацию, в которой только одна из стоп пользователя 105 контактирует с землей, что называется движением 134 с одиночной поддержкой. Предперенос 135 может представлять собой второе движение 147 с двойной поддержкой. Начало 137 переноса, середина 139 переноса и завершение 141 переноса могут быть вторым движением 149 с одиночной поддержкой. Хотя фиг. 1В показывает единственный шаг 121 на расстоянии 119, понятно, что системы и способы, согласующиеся с раскрытыми здесь, могут включать в себя процедуры оценки походки, включающей два или более шагов на больших расстояниях.

[0022] Фиг. 1С показывает информацию 115А, 115В о походке, предоставляемую оснащенной измерительной аппаратурой обувью 109А или 109В в систему 113 анализа походки через линию 119А, 119В связи в соответствии с аспектами настоящего раскрытия. В некоторых реализациях оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109А, 109В включает в себя датчики 116 силы и акселерометр 165. Например, датчики 161 силы могут измерять вертикальное давление, приложенное между стопой 105 пользователя и землей. Кроме того, в некоторых реализациях датчики 161 силы могут

быть распределены по площади оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А, 109В. Как проиллюстрировано в примере, показанном на фиг. 1С, оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109А, 109В может содержать 16 датчиков 161 силы, по существу распределенных по всей площади поверхности оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А, 109В. В некоторых реализациях датчики 161 силы сгруппированы в точках контакта, соответствующих подушечкам и пятке стопы пользователя. В некоторых реализациях датчики 161 силы распределены по существу по всей площади оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А, 109В с повышенной плотностью в точках контакта, соответствующих подушечкам и пятке.

[0023] Кроме того, оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109А, 109В может включать в себя один или более акселерометров 165, которые выводят данные, указывающие на ускорение по одной или более осям. В некоторых реализациях акселерометр 165 является многоосным (вертикальная ось X, горизонтальная ось Y и угломестная ось Z) акселерометром, который может измерять ускорение по шести степеням свободы (поступательное перемещение вперед (ось +X), поступательное перемещение назад (ось -X), вправо (ось +Y), влево (ось -Y), вверх (ось +Z), вниз (ось -Z), наклон (вращение вокруг оси X), крен (вращение вокруг оси Y) и рыскание (вращение вокруг оси Z). Например, измерительный блок акселерометра 165 может быть трехмерным гироскопом.

[0024] Дополнительно, обувь 109А, 109В может включать в себя контроллеры 169, включающие в себя соответствующие микропроцессоры, схемы ввода/вывода (I/O) данных, схемы приведения данных к определенным условиям и передатчики (не показаны). В некоторых реализациях контроллеры 169 также могут включать в себя акселерометры 165. Контроллеры 169 собирают данные с датчиков 161 силы и акселерометров 165 через цифровые схемы I/O с частотой между примерно 30 Гц и примерно 120 Гц. Кроме того, контроллеры 169 могут включать в себя аппаратные средства, программное обеспечение или их комбинацию, которая усиливает, приводит к определенным условиям и обрабатывает данные от датчиков 161 силы и акселерометров 165 для определения информации 115А, 115В о походке. Дополнительно, контроллер 169 может передавать информацию 115А, 115В о походке с использованием передатчика через линии 119А, 119В связи. Хотя фиг. 1С иллюстрирует только информацию 115А о походке и элементы оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А, включая датчики 161 силы, акселерометр 165 и контроллер 169, понятно, что оснащенная измерительной аппаратурой обувь 109В может включать в себя одинаковые или аналогичные датчики, вырабатывающие по существу ту же самую или подобную информацию 115В о походке.

[0025] Информация 115А, 115В о походке может включать, например, информацию, представляющую полную силу реакции земли, которая может быть суммой выходных сигналов датчиков 161 силы, умноженных на соответствующую площадь поверхности датчиков 161 силы. Кроме того, контроллер 169 может определять

соответствующие центры давления для оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А, 109В. Дополнительно, контроллер 169 может определить соответствующие моменты времени событий удара пяткой (начального контакта) и отрыва носка (завершения опоры) по полной силе, индивидуальной силе, центру давления и ускорению вдоль переднезаднего направления. Другие данные, определяемые контроллером 169, могут включать в себя давление, прикладываемое к каждому датчику давления, 3D-ускорение и 3D-угловую скорость.

[0026] Фиг. 1D показывает пример линий 171А и 171В походки, определенных системой 113 анализа походки на основе информации 115А и 115В о походке от оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А и 109В. Линия походки представляет поступательное движение центра давления (СОР) во время фазы опоры (например, опоры 123) шага (например, шага 121). Линии 171А, 171В походки представляют среднюю линию походки из шагов, пройденных во время тестовой ходьбы. Линии 173А и 173В отклонения походки представляют среднеквадратичное отклонение линий 171А, 171В походки в медиально-латеральном направлении во время ходьбы. Различия между левой и правой стопами обозначены визуальными линиями и процентными значениями 175. Процентные значения приведены относительно длины и ширины стельки. Например, фиг. 1D иллюстрирует 1% разницу между левой и правой стопой в медиально-латеральном направлении в центральной части стопы. В некоторых реализациях линии 171А, 171В походки вычисляются для отдельных шагов во время процедуры тестирования. Линии 171А, 171В походки и другая информация о походке могут быть определены с использованием информации привязки по времени, баланса, давления, силы и движения, полученной от оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А и 109В.

[0027] Фиг. 1Е иллюстрирует пример параметров походки, соответствующих составляющим шага (например, шага 121), определяемых системой 113 анализа походки для одной из стоп пользователя на основе информации о силе (например, информации 115А и 115В о походке) от оснащенной измерительной аппаратурой обуви (например, оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А, 109В). Параметры походки для шага могут включать в себя начальный контакт 127, перенос 129 массы тела, середину 131 опоры, завершение 133 опоры и предперенос 135, которые могут быть такими же, как описано выше в отношении фиг. 1В. Как показано на фиг. 1Е, первая пиковая сила 179 реакции земли может возникать после удара пяткой (ранняя фаза опоры), возникающего во время переноса 129 массы тела. Кроме того, локальная минимальная сила 181 может возникать во время середины 131 опоры между переносом 129 массы тела и завершением 133 опоры. Дополнительно, вторая пиковая сила 183 реакции земли может возникать перед отрывом носка (поздняя фаза опоры) предпереноса 135.

[0028] Фиг. 2 показывает блок-схему системы, иллюстрирующую пример системы 113 анализа походки, которая может быть такой же или аналогичной той, которая описана выше. Система 113 анализа походки включает в себя аппаратные средства и программное обеспечение, которые выполняют раскрытые здесь процессы и функции. Система 113

анализа походки включает в себя вычислительное устройство 230, устройство 233 ввода/вывода (I/O) и систему 235 хранения. Устройство 233 I/O может включать в себя любое устройство, которое позволяет человеку (например, пользователю 103) взаимодействовать с вычислительным устройством 230 (например, пользовательским интерфейсом), и/или любое устройство, которое позволяет вычислительному устройству 230 осуществлять связь с одним или более другими вычислительными устройствами с использованием любого типа линии связи. Устройство 233 I/O может быть, например, сенсорным дисплеем, указательным устройством, клавиатурой и т.д.

[0029] Система 235 хранения (данных) может содержать считываемое компьютером, энергонезависимое аппаратное устройство хранения, которое хранит информацию и программные инструкции. Например, система 235 хранения может представлять собой один или более флэш-накопителей и/или накопителей на жестких дисках. В соответствии с аспектами настоящего раскрытия система 235 хранения может хранить пользовательские профили 257, репозиторий (архив) 259 информации о походке, параметры 261 походки и опорную информацию 263 о походке. Пользовательские профили 257 могут включать информацию, описывающую людей (например, пользователя 105), для которых система 113 анализа походки собрала информацию 115А, 115В о походке. Пользовательские профили 257 могут содержать демографическую и физическую информацию о пользователях, включая идентификационные данные, возраст, пол, рост, вес, индекс массы тела, боли, повреждения и заболевания. Репозиторий 259 информации о походке может хранить информацию 115А, 115В о походке, сгенерированную оснащенной измерительной аппаратурой обувью 109А, 109В. Например, информация о походке может включать в себя силу в расчете на данные времени и ускорение в расчете на данные времени, полученные от оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А, 109В. Параметры 261 походки могут хранить информацию, сгенерированную системой анализа походки на основе информации, включенной в пользовательские профили 257 и репозиторий 259 информации о походке. В некоторых реализациях параметры 261 походки могут включать в себя некоторые или все из информации, проиллюстрированной на фиг. 5А, 5В и 5С. Опорная информация 263 о походке может включать в себя информацию, связывающую параметры походки с опорной информацией для походов, испытывающих влияние заболеваний. В некоторых реализациях опорная информация 263 о походке может характеризовать конкретные параметры походки или их комбинации с состояниями заболеваний. Например, опорная информация 263 о походке определяет соответствие между параметрами походки, указывающими на силу и асимметрию походки пациента, и конкретным заболеванием и серьезностью заболевания.

[0030] В некоторых реализациях вычислительное устройство 230 включает в себя один или более процессоров 239 (например, микропроцессор, микросхему или специализированную интегральную схему), одно или более запоминающих устройств 221 (например, память с произвольным доступом (RAM) и постоянную память (ROM)), один

или более интерфейсов 223 I/O и один или более сетевых интерфейсов 245. Запоминающее устройство 221 может включать в себя локальную память (например, RAM- и кэш-память), применяемую во время исполнения программных инструкций. Кроме того, вычислительное устройство 230 включает в себя по меньшей мере один канал 232 связи (например, шину данных), посредством которого он осуществляет связь с устройством 233 I/O и системой 235 хранения. Процессор 239 выполняет инструкции компьютерной программы (например, операционную систему и/или прикладные программы), которые могут храниться в запоминающем устройстве 221 и/или системе 235 хранения.

[0031] Процессор 239 также может исполнять инструкции компьютерной программы модуля 271 параметров походки, модуля 273 анализа походки и модуля 275 оценки лечения. Модуль 271 параметров походки может определять информацию, сохраненную в параметрах 261 походки, используя информацию 115A, 115B о походке, сгенерированную оснащенной измерительной аппаратурой обувью 109A, 109B и хранимую в репозитории 259 информацию о походке. Модуль 273 анализа походки может определить корреляции между различной информацией о походке и параметрами походки, чтобы охарактеризовать походки пользователей. Например, модуль 273 анализа походки может использовать корреляции Спирмена (Spearman) между параметрами походки, такими как проиллюстрированы примерными тепловыми картами, показанными на фиг. 6A, 6B и 6C. В некоторых реализациях модуль 273 анализа походки может определять характерные признаки походки индивидуальных пользователей. Модуль 275 оценки лечения может определять эффективность лечения на основе характерных признаков походки, параметров походки, информации о походке и профилей. В некоторых реализациях модуль 275 оценки лечения может определять различия между характерными признаками походки пользователя и опорными характерными признаками походки, хранимыми в опорной информации 263 о походке, чтобы оценить улучшение в походке пользователя вследствие лечения. Например, модуль 275 оценки лечения может сравнивать линию походки пользователя, такую как показанная на фиг. 1D, с предыдущей линией походки, с опорной линией походки, полученной от пораженных заболеванием людей сходного профиля (физического и демографического), имеющих такое же или подобное заболевание, и опорной линией походки, полученной от не имеющих заболевания людей аналогичного профиля.

[0032] Следует отметить, что вычислительное устройство 230 может содержать любое промышленное вычислительное изделие общего назначения, способное исполнять компьютерные программные инструкции, установленные на нем (например, персональный компьютер, сервер и т.д.). Однако, вычислительное устройство 230 является только представителем различных возможных эквивалентных вычислительных устройств, которые могут выполнять описанные здесь процессы. В связи с этим, в реализациях функциональность, обеспечиваемая вычислительным устройством 230, может представлять собой любую комбинацию из общих и/или специализированных

аппаратных средств и/или компьютерных программных инструкций. В каждой реализации программные инструкции и аппаратные средства могут быть созданы с использованием стандартных методов программирования и инженерной разработки, соответственно.

[0033] Блок-схемы последовательностей операций на фиг. 3 и 4 иллюстрируют примеры функциональности и работы некоторых реализаций систем, способов и компьютерных программных продуктов согласно различным реализациям, соответствующим настоящему раскрытию. Каждый блок (этап) в блок-схемах последовательностей операций по фиг. 3 и 4 может представлять модуль, сегмент или часть программных инструкций, который включает в себя одну или более исполняемых компьютером инструкций для реализации проиллюстрированных функций и операций. В некоторых альтернативных реализациях функции и/или операции, проиллюстрированные на конкретном этапе блок-схемы последовательности операций, могут осуществляться не в порядке, показанном на фиг. 3 и 4. Например, два этапа, показанные последовательно, могут исполняться по существу одновременно или этапы иногда могут выполняться в обратном порядке, в зависимости от задействованной функциональности. Также следует отметить, что каждый этап блок-схемы последовательности операций и комбинации этапов в блок-схеме могут быть реализованы с помощью специализированных аппаратных систем, которые выполняют заданные функции или действия, или комбинаций специализированных аппаратных средств и компьютерных инструкций.

[0034] Фиг. 3 иллюстрирует способ 300 определения опорной информации о походке (например, опорной информации 263 о походке) в соответствии с некоторыми реализациями, соответствующими настоящему раскрытию. На этапе 307 способ 300 может включать определение информации о походке (например, информации 115A, 115B о походке) пользователей (например, пользователя 105), выполнение процедур тестирования с использованием оснащенной измерительной аппаратурой обуви (например, оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109A, 109B). В некоторых реализациях пользователи включают людей, по существу не имеющих заболеваний, влияющих на их походку. Кроме того, в некоторых реализациях пользователи также включают людей, имеющих заболевания, влияющие на их походку. Пользователи могут выражать недомогания (заболевания) в различной степени. Например, пользователи могут пройти различные лечения и выздороветь от их заболеваний. В некоторых реализациях процедуры тестирования включают в себя тестирования при ходьбе и в положении стоя. Например, процедуры тестирования могут предусматривать, что испытуемые стоят неподвижно в течение около 30 секунд, проходят расстояние (например, расстояние 119) с первой, комфортной скоростью, стоят неподвижно в течение некоторого периода времени, проходят расстояние со второй, низкой скоростью, стоят неподвижно в течение упомянутого периода времени и проходят расстояние с третьей, быстрой скоростью. В некоторых реализациях расстояние больше или равно примерно 10 метрам, а время в положении стоя может быть больше или равно примерно 30 секундам.

[0035] На этапе 311 способ 300 определяет параметры походки с использованием

данных походки, собранных на этапе 307. В некоторых реализациях определение параметров походки включает в себя на этапе 315 интегрирование параметров походки, определенных на этапе 311 по процедурам тестирования. В некоторых реализациях интегрирование включает определение средних значений и среднеквадратичных отклонений параметров походки на расстоянии, используемом в процедуре тестирования. В некоторых реализациях определение параметров походки также включает в себя на этапе 319 определение составляющих фаз походки, возникающих в ходе процедур тестирования, с использованием параметров походки, определенных на этапе 311. Составляющие фаз походки могут быть теми же самыми или подобными описанным выше. В некоторых реализациях фазы походки включают фазу опоры (начальный контакт, перенос массы тела, середина опоры, завершение опоры, предперенос) и фазу переноса (начало переноса, середина переноса, завершение переноса). В некоторых реализациях определение параметров походки также включает в себя на этапе 325 определение уровней скорости походки (например, медленная, комфортная, быстрая) параметров походки, определенных на этапе 311. В некоторых реализациях определение параметров походки также включает в себя на этапе 327 объединение параметров походки, определенных на этапе 311 на уровнях скорости, определенных на этапе 323. В некоторых реализациях параметры походки могут включать в себя, для каждой стопы пользователя, среднюю длину линии походки, среднюю ширину линии походки, средний центр давления (ось X, ось Y, ось Z), среднеквадратичное отклонение центра давления (ось X, ось Y, ось Z), длину ограничительной рамки центра давления, ширину ограничительной рамки центра давления, средний центр скорости давления, центр длины следа давления, среднюю полную силу во время составляющих фаз опоры, максимальную полную силу во время фазы опоры, среднее всех максимумов полной силы во время фазы опоры, среднее время цикла походки, средний темп (частота шагов) походки, среднее время двойной поддержки, среднюю долю двойной поддержки, среднюю длительность шага, средняя длительность опоры, среднеквадратичное отклонение длительности опоры, среднюю длительность переноса, среднеквадратичное отклонение длительности переноса, среднюю долю фазы опоры, среднеквадратичное отклонение фазы опоры, среднюю долю длительности переноса, увеличение силы, динамику отрыва, динамику направления походки, среднюю длину шага, гибкость стопы, расстояние ходьбы и среднюю скорость ходьбы. Например, параметры походки могут включать некоторые или все из показанных на фиг. 5A, 5B и 5C.

[0036] На этапе 331 способ 300 определяет симметрии походки на основе параметров походки, определенных на этапах 311. Симметрия походки может указывать, опирается ли пользователь на одну стопу больше, чем на другую. На этапе 335 способ определяет опорные характерные признаки походки с использованием параметров походки, определенных на этапе 311, и симметрий походки, определенных на этапе 331. На этапе 339 способ определяет корреляции между параметрами походки, определенными на этапе 311. Корреляции между параметрами походки могут быть вычислены путем

вывода корреляций Спирмена между исходными значениями для параметров походки. Параметры, которые кластеризуются (группируются) вместе, являются высоко коррелированными, указывая, что они измеряют очень сходные тенденции в ходьбе. Параметры имеют низкую внутри-индивидуальную вариабельность, измеряемую с помощью внутриклассовой корреляции (ICC). В некоторых реализациях примерно от 5 до 7 кластеров из 61 исходных параметров походки могут быть использованы для описания сходных тенденций ходьбы. Эти переменные часто имеют сходные названия или измеряют одно и то же движение билатерально (левая против правой стопы). Большинство параметров в этом исследовании имеют высокую внутриклассовую корреляцию (например, низкую внутри-индивидуальную вариабельность). Конечные точки, которые представляют собой сводные метрики множественных параметров, контролируют шум индивидуального параметра, так что этот анализ может помочь вычислять эти конечные точки. Идентификация переменных с высокой внутриклассовой корреляцией помогает уточнить конечные точки-кандидаты для сравнения клинических групп. Этот анализ может помочь сообщить об асимметрии в характерах ходьбы у человека.

[0037] На этапе 343 способ 300 определяет корреляции между параметрами походки, определенными на этапе 311, и симметриями походки, определенными на этапе 331. Например, система может использовать линейное моделирование и анализ основных компонентов (составляющих) (PCA) для определения взаимосвязей между параметрами походки и клиническими и демографическими переменными.

[0038] Фиг. 4 показывает блок-схему последовательности операций, иллюстрирующую пример способа оценки эффективности лечения в соответствии с аспектами настоящего раскрытия. На этапе 405 способ 400 может включать определение информации о походке (например, информации 115A, 115B о походке) пользователя (например, пользователя 105), выполнение процедуры оценки с использованием оснащенной измерительной аппаратурой обуви (например, оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109A, 109B). В некоторых реализациях пользователь может быть пользователем, страдающим заболеванием и который может получать лечение от этого заболевания. В некоторых реализациях процедура оценки может быть той же самой или аналогичной процедуре тестирования, описанной здесь ранее в отношении фиг. 3, этап 307.

[0039] На этапе 409 способ 400 определяет параметры походки с использованием данных походки, собранных на этапе 405, тем же самым или подобным способом, как было описано здесь ранее в отношении фиг. 3, этап 311. Как подробно описано выше, в некоторых реализациях определение параметров походки может включать в себя интегрирование параметров походки на этапе 413, определение составляющих фаз походки на этапе 417, определение уровней скорости походки на этапе 421 и объединение параметров походки на соответствующих уровнях скорости на этапе 425.

[0040] На этапе 429 способ 400 определяет симметрии походки на основе

параметров походки, определенных на этапе 409. На этапе 433 способ определяет опорные характерные признаки походки, используя параметры походки, определенные на этапе 409, и симметрии походки, определенные на этапе 429. На этапе 437 способ 400 определяет эффекты лечения на основе характерных признаков, определенных на этапе 433, и параметров походки, определенных на этапе 409. В некоторых реализациях характерные признаки походки пациента и параметры походки сравниваются с предыдущими характерными признаками походки, чтобы идентифицировать изменения. Например, сравнение может определить, изменило ли лечение пациента его характерные признаки походки. В некоторых реализациях характерные признаки походки пациента и параметры походки могут сравниваться с опорными характерными признаками походки и параметрами походки, чтобы определить сходства. Например, сравнение может определить, сходны ли характерные признаки походки пациента и параметр походки с опорными характерными признаками походки и параметрами походки при разных уровнях заболевания, таких как различные степени остеоартрита.

[0041] Фиг. 5А, 5В и 5С показывают примерные параметры походки в соответствии с аспектами настоящего раскрытия. Параметры походки, показанные на фиг. 5А, 5В и 5С, могут быть теми же самыми или сходными с параметрами, вышеописанными ранее. В некоторых реализациях параметры походки, показанные на фиг. 5А, 5В и 5С, включают информацию, выведенную из информации, полученной непосредственно от датчиков оснащенной измерительной аппаратурой обуви (например, оснащенной измерительной аппаратурой обуви 109А, 109В). Дополнительно, параметры походки, показанные на фиг. 5А, 5В и 5С, могут включать информацию, непосредственно полученную от датчиков оснащенной измерительной аппаратурой обуви. Понятно, что можно использовать некоторые или все из параметров походки, показанных на фиг. 5А, 5В и 5С, и могут быть включены другие подходящие параметры, описывающие аспекты походки пользователя.

[0042] Фиг. 6А, 6В и 6С показывают тепловые карты, иллюстрирующие корреляции между параметрами походки в соответствии с аспектами настоящего раскрытия. Фиг. 6А иллюстрирует корреляции среди параметров походки с группой нормальной (например, средней) скорости ходьбы. Фиг. 6В иллюстрирует кластеризацию параметров походки для группы нормальной скорости ходьбы, демонстрирующую уникальные характерные признаки походки. Фиг. 6С иллюстрирует кластеризацию в пределах группы медленной, нормальной и быстрой скорости, демонстрирующую, что люди имеют уникальные характерные признаки походки.

[0043] Тепловые карты, показанные на фиг. 6А, 6В и 6С, иллюстрируют вариацию в параметрах походки с использованием неконтролируемой иерархической кластеризации к параметру группы, которые показывают тенденции на основе клинических и демографических переменных. На тепловых картах клинические и демографические переменные связаны друг с другом (например, смешаны), и сходные переменные строк кластеризованы вместе. Столбцы тепловых карт представляют отдельные процедуры тестирования, в которых отдельные пользователи (например, пользователь 105)

кластеризованы сами с собой. В некоторых реализациях параметры походки могут включать примерно 45 параметров, соответствующих отчету о походке, и примерно 16 параметров, соответствующих балансу. Примерно от 5 до 7 кластеров из 61 исходных параметров походки могут быть использованы для идентификации сходных тенденций походки. Для каждого параметра система анализа походки (например, система 113 анализа походки) может вычислять среднее для индивидуальных пользователей в пределах каждого уровня скорости. Эти параметры находятся в одной и той же категории или измеряют одно и то же движение билатерально (левая против правой стопы). Для каждой пары параметров система анализа походки может вычислять корреляции Спирмена в пределах индивидуальных уровней скорости. Корреляции Спирмена можно использовать в качестве метрики расстояния для выполнения неконтролируемой иерархической кластеризации для визуализации тенденций. Дополнительно, анализ основных составляющих (классификация) сокращает переменные с 61 размерностей до двух размерностей (основных составляющих) при сохранении практически всех изменений исходных данных. Вышеописанный анализ может сообщать об асимметрии в характерах походки пользователей (различия в измерениях левой против правой стопы). Кроме того, отдельные пользователи могут быть идентифицированы посредством их уникальных характерных признаков походки.

[0044] Настоящее раскрытие не должно ограничиваться терминами конкретной реализации, описанной в этой заявке, которые предназначены для иллюстрации различных аспектов. Многие модификации и вариации могут быть выполнены без отклонения от его сущности и объема, что будет очевидно специалистам в данной области техники. Функционально эквивалентные способы и устройства в пределах объема раскрытия, в дополнение к перечисленным здесь, будут очевидны специалистам в данной области техники из приведенных выше описаний. Предполагается, что такие модификации и вариации попадают в объем прилагаемой формулы изобретения. Настоящее раскрытие должно ограничиваться только терминами прилагаемой формулы изобретения вместе с полным объемом эквивалентов, на который правомочны такие пункты формулы изобретения. Также следует понимать, что используемая здесь терминология, предназначена для цели описания примеров реализаций и не предназначена для ограничения.

[0045] Что касается использования здесь по существу любых терминов во множественном и/или единственном числе, специалисты в данной области техники могут переходить от множественного числа к единственному и/или от единственного числа к множественному числу, как это соответствует контексту и/или применению. Различные перестановки в единственном/множественном числе могут быть явным образом изложены здесь для ясности.

[0046] Специалистам в данной области техники будет понятно, что, в целом, используемые здесь термины, и особенно в прилагаемой формуле изобретения (например, пунктах прилагаемой формулы изобретения), в общем задуманы как «открытые» термины

(например, термин «включающий в себя» следует интерпретировать как «включающий в себя, но не ограниченный этим»; термин «имеющий» следует интерпретировать как «имеющий по меньшей мере»; термин «включает в себя» следует интерпретировать как «включает в себя, но не ограничен этим», и т.д.). Дополнительно специалистам в данной области техники будет понятно, что, если предусматривается конкретное число для введенного перечисления в пункте формулы, такое намерение будет явно изложено в пункте формулы, и при отсутствии такого перечисления такое намерение отсутствует. Например, в качестве помощи в понимании, следующая прилагаемая формула изобретения может содержать использование вводных фраз «по меньшей мере один» и «один или более», чтобы вводить перечисления в пункте формулы. Однако, использование таких фраз не должно толковаться как подразумевающее, что введение перечисления в пункте формулы с помощью неопределенных артиклей «а» или «an» (форм единственного числа) ограничивает любой конкретный пункт формулы, содержащий такое введенное перечисление, реализациями, содержащими только одно такое перечисление, даже когда тот же самый пункт формулы включает вводные фразы «один или более» или «по меньшей мере один» и неопределенные артикли «а» или «an» (например, «а» или «an» (понятие, выраженное формой единственного числа) должно интерпретироваться как означающее «по меньшей мере один» или «один или более»); то же самое справедливо для применения определенных артиклей, используемых для введения перечислений в пункте формулы. Кроме того, даже если явно указано конкретное число введенного перечисления в пункте формулы, специалистам в данной области техники должно быть понятно, что такое перечисление должно интерпретироваться как означающее по меньшей мере перечисленное число (например, простое перечисление типа «два перечисления», без других модификаторов, означает по меньшей мере два перечисления, или два или более перечислений). Более того, в тех случаях, где используется условие, аналогичное «по меньшей мере одному из А, В и С, и т.д.», в общем такая конструкция подразумевается в том смысле, что специалист в данной области техники должен понимать данное условие (например, «система, имеющая по меньшей мере одно из А, В и С», будет включать, но без ограничения, системы, которые имеют отдельно А, отдельно В, отдельно С, А и В вместе, А и С вместе, В и С вместе, и/или А, В и С вместе и т.д.). В тех случаях, когда используется условие, аналогичное «по меньшей мере одному из А, В или С и т.д.», в общем такая конструкция подразумевается в том смысле, что специалист в данной области техники должен понимать данное условие (например, «система, имеющая по меньшей мере одно из А, В или С», будет включать, но без ограничения, системы, которые имеют отдельно А, отдельно В, отдельно С, А и В вместе, А и С вместе, В и С вместе, и/или А, В и С вместе и т.д.). Следует дополнительно понимать, что специалистам в данной области техники должно быть понятно, что практически любое дизъюнктивное слово и/или фраза, представляющие два или более альтернативных терминов в описании, формуле изобретения или на чертежах, должны пониматься как предполагающие возможности включения одного из терминов, любого из

терминов или обоих терминов. Например, фраза «А или В» будет пониматься включающей возможности «А» или «В» или «А и В». Кроме того, если признаки или аспекты раскрытия описаны в терминах групп Маркуша, специалистам в данной области техники будет понятно, что раскрытие при этом также описывается в терминах любого отдельного члена или подгруппы членов группы Маркуша.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система анализа походки, содержащая:
 - оснащенную измерительной аппаратурой обувь, включающую в себя один или более мобильных датчиков;
 - процессор; и
 - считываемое компьютером устройство хранения данных, хранящее программные инструкции, которые, при исполнении процессором, управляют системой, чтобы:
 - определять, с использованием оснащенной измерительной аппаратурой обуви, информацию о походке пользователя, выполняющего процедуру тестирования;
 - определять множество параметров походки на основе информации о походке;
 - определять симметрию походки пользователя на основе множества параметров походки;
 - определять характерные признаки походки пользователя на основе множества параметров походки; и
 - определять эффект лечения на основе характерных признаков походки.
2. Система анализа походки по п. 1, причем упомянутые один или более мобильных датчиков включают в себя множество преобразователей силы и многоосный акселерометр.
3. Система анализа походки по п. 1, причем множество параметров походки включают в себя линии походки и отклонения от линий походки.
4. Система анализа походки по п. 1, причем множество параметров походки включают в себя:
 - первую пиковую силу реакции земли, представляющую возникновение составляющей удара пяткой шага пользователя;
 - локальную минимальную силу, представляющую возникновение составляющей завершения опоры шага пользователя; и
 - вторую пиковую силу реакции земли, представляющую возникновение составляющей предпереноса шага пользователя.
5. Система анализа походки по п. 1, причем определение множества параметров походки включает в себя интегрирование множества параметров походки, определенных на расстоянии процедуры тестирования.
6. Система анализа походки по п. 5, причем определение множества параметров походки включает в себя определение составляющих шага пользователя во время процедуры тестирования.
7. Система анализа походки по п. 6, причем определение множества параметров походки включает в себя определение соответствующих уровней скорости походки из составляющих шага пользователя.
8. Система анализа походки по п. 7, причем определение соответствующих уровней

скорости походки включает в себя выбор соответствующих уровней скорости походки из набора, содержащего: уровень медленной скорости, уровень нормальной скорости и уровень быстрой скорости.

9. Система анализа походки по п. 8, причем определение параметров походки включает в себя объединение множества параметров походки на основе соответствующих уровней скорости походки из множества параметров походки.

10. Способ анализа походки с использованием оснащенной измерительной аппаратурой обуви, содержащий:

определение информации о походке пользователя, выполняющего процедуру тестирования, на основе данных походки, полученных от оснащенной измерительной аппаратурой обуви;

определение множества параметров походки на основе информации о походке;

определение симметрии походки пользователя на основе множества параметров походки;

определение характерных признаков походки пользователя на основе множества параметров походки; и

определение эффекта лечения на основе характерных признаков походки.

11. Способ по п. 10, причем определение информации о походке содержит прием данных походки от множества преобразователей силы и многоосного акселерометра, включенных в упомянутую обувь.

12. Способ по п. 10, причем множество параметров походки включают в себя линии походки и отклонения от линий походки.

13. Способ по п. 10, причем множество параметров походки включают в себя:

первую пиковую силу реакции земли, представляющую возникновение составляющей удара пяткой шага пользователя;

локальную минимальную силу, представляющую возникновение составляющей завершения опоры шага пользователя; и

вторую пиковую силу реакции земли, представляющую возникновение составляющей предпереноса шага пользователя.

14. Способ по п. 10, причем определение множества параметров походки включает в себя интегрирование множества параметров походки, определенных на расстоянии процедуры тестирования.

15. Способ по п. 14, причем определение множества параметров походки включает в себя определение составляющих шага пользователя во время процедуры тестирования.

16. Способ по п. 15, причем определение множества параметров походки включает в себя определение соответствующих уровней скорости походки из составляющих шага пользователя.

17. Способ по п. 16, причем определение соответствующих уровней скорости походки включает в себя выбор соответствующих уровней скорости походки из набора, содержащего: уровень низкой скорости, уровень нормальной скорости и уровень быстрой

скорости.

18. Способ по п. 17, причем определение параметров походки включает в себя объединение множества параметров походки на основе соответствующих уровней скорости походки из множества параметров походки.

19. Компьютерный программный продукт, содержащий считываемое компьютером устройство хранения данных, хранящее программные инструкции, которые, при исполнении процессором компьютера, побуждают систему анализа походки выполнять операции, содержащие:

- определение информации о походке пользователя, выполняющего процедуру тестирования, на основе данных походки, полученных от оснащенной измерительной аппаратурой обуви;

- определение множества параметров походки на основе информации о походке;

- определение симметрии походки пользователя на основе множества параметров походки;

- определение характерных признаков походки пользователя на основе множества параметров походки; и

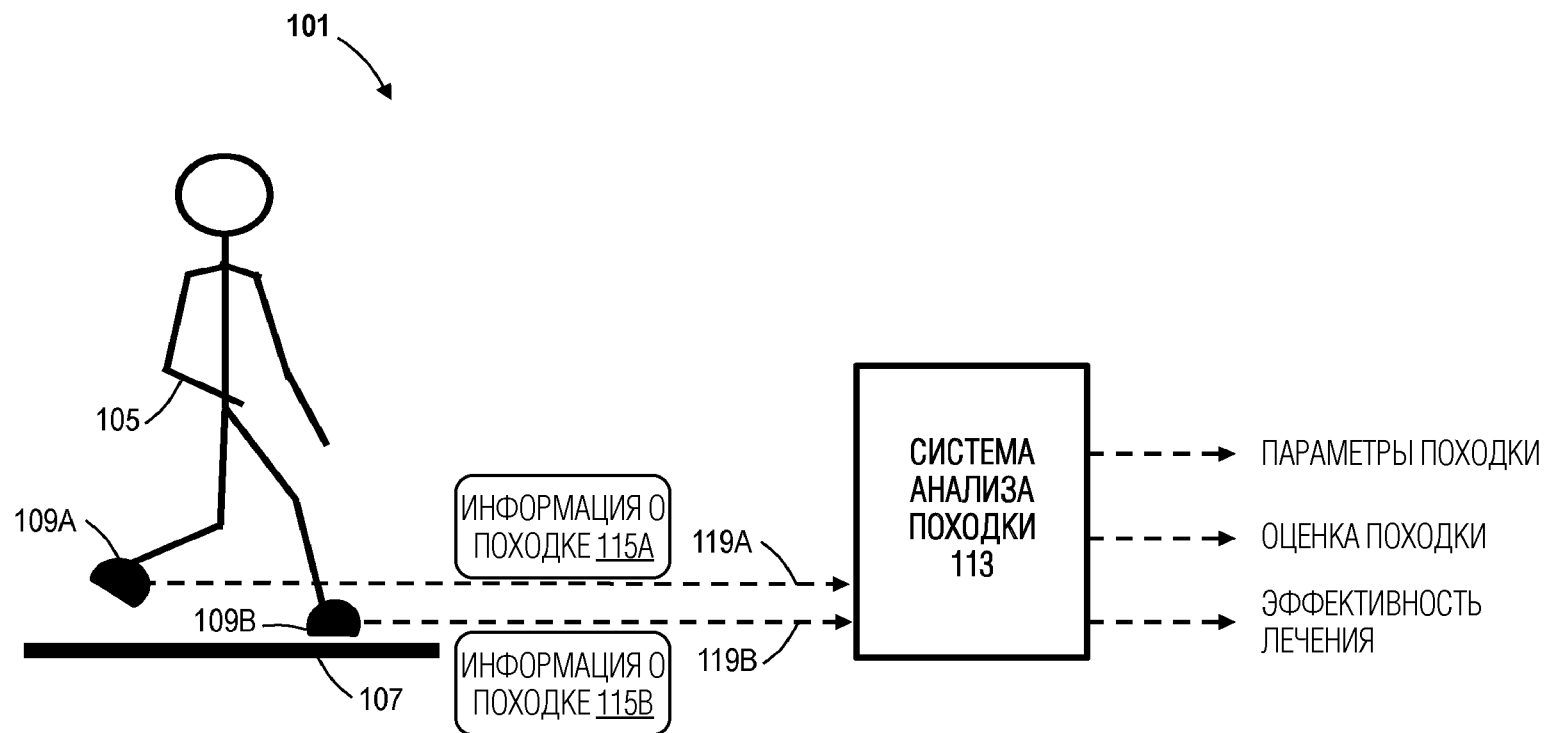
- определение эффекта лечения на основе характерных признаков походки.

20. Компьютерный программный продукт по п. 19, причем определение множества параметров походки содержит:

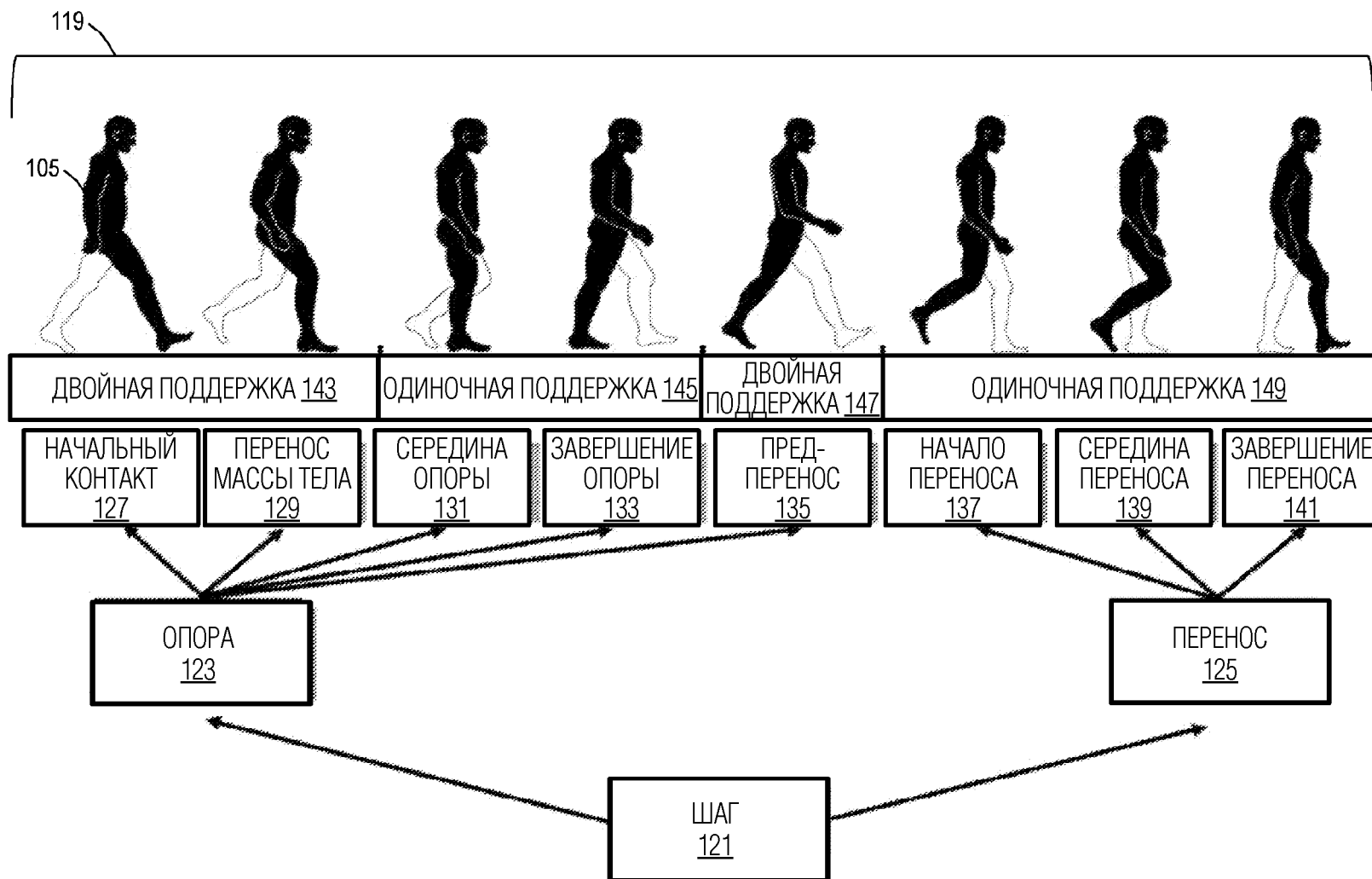
- определение составляющих шага пользователя во время процедуры тестирования;

- определение соответствующих уровней скорости походки из составляющих шага пользователя из набора, содержащего: уровень медленной скорости, уровень нормальной скорости и уровень быстрой скорости; и

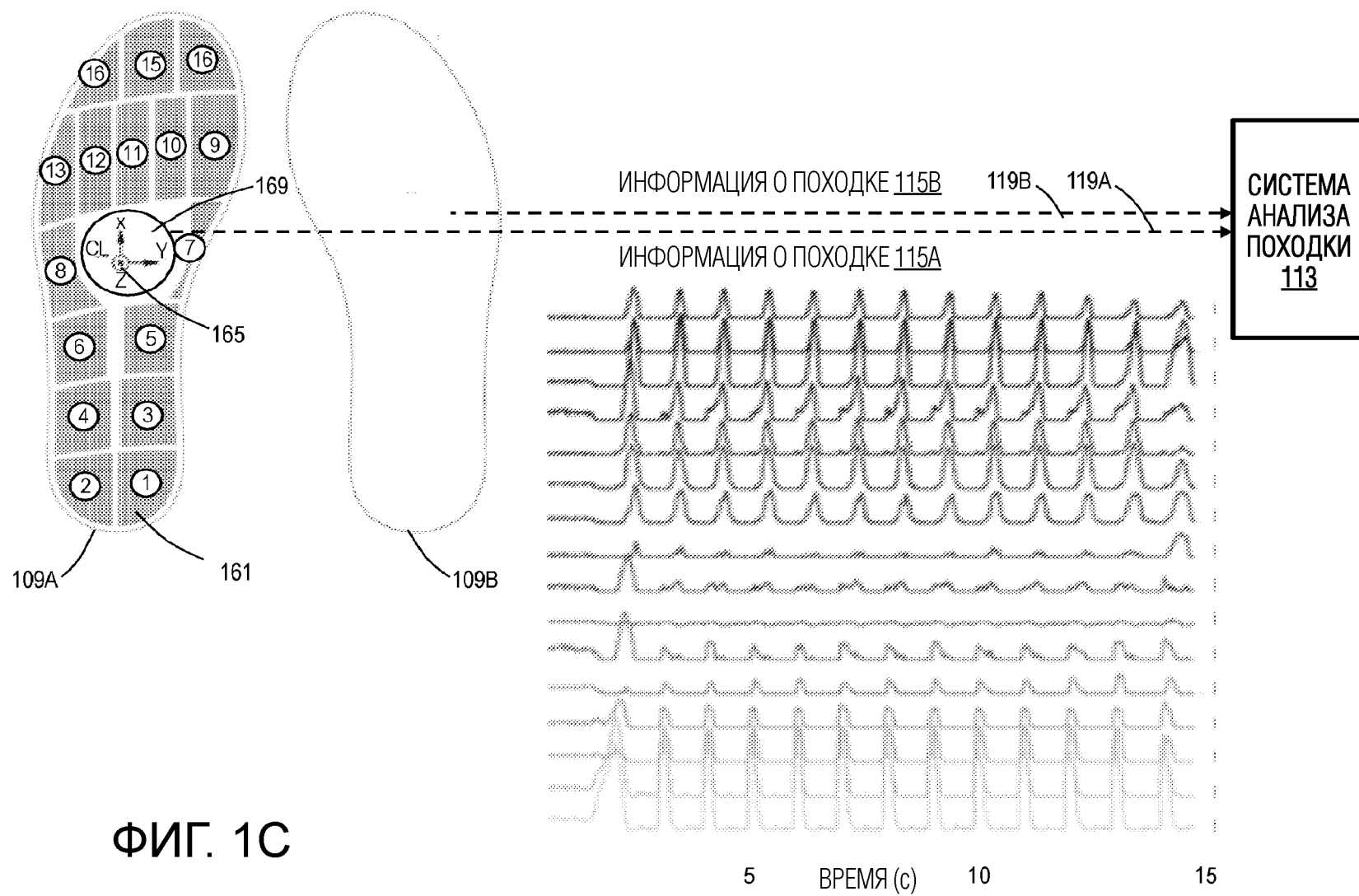
- объединение множества параметров походки на основе соответствующих уровней скорости походки из множества параметров походки.



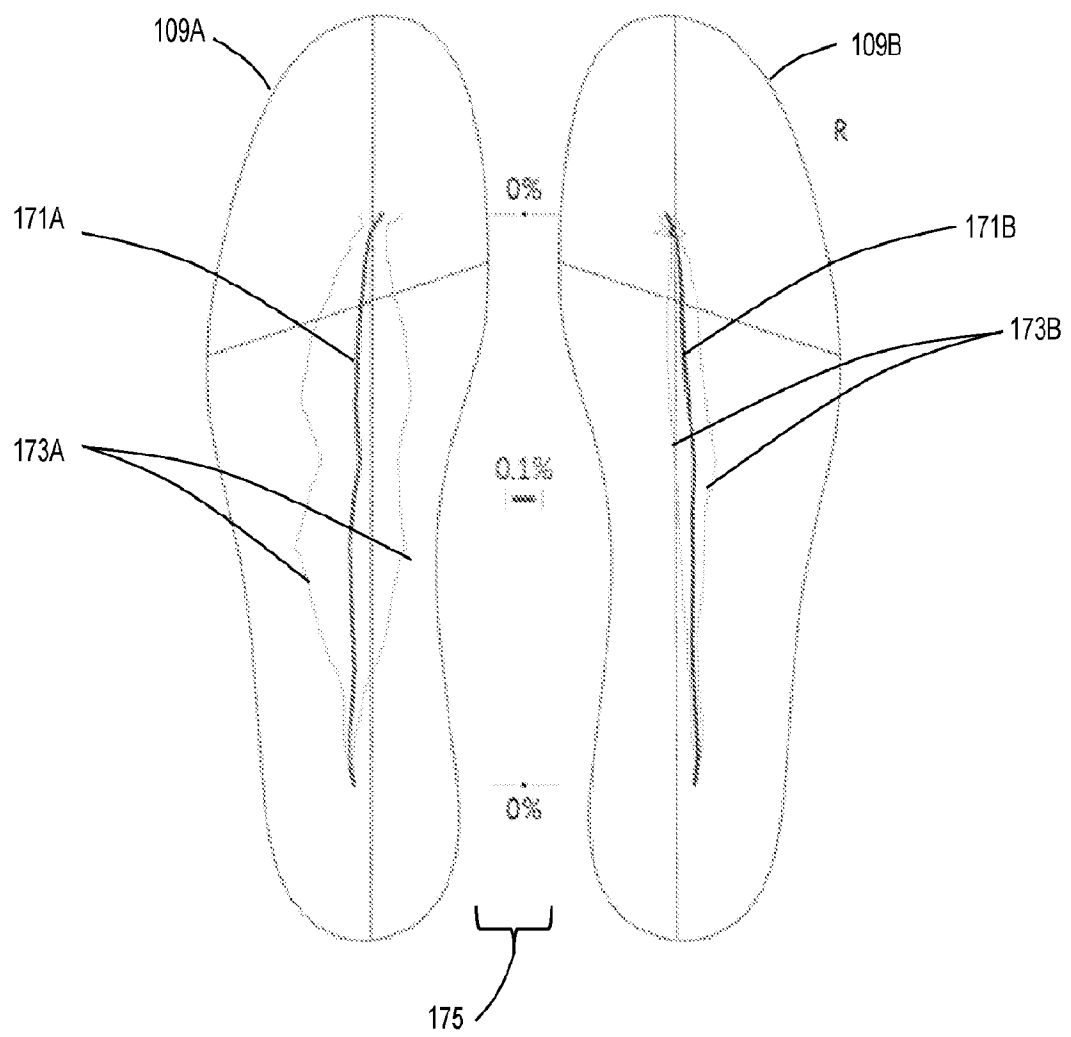
ФИГ. 1А



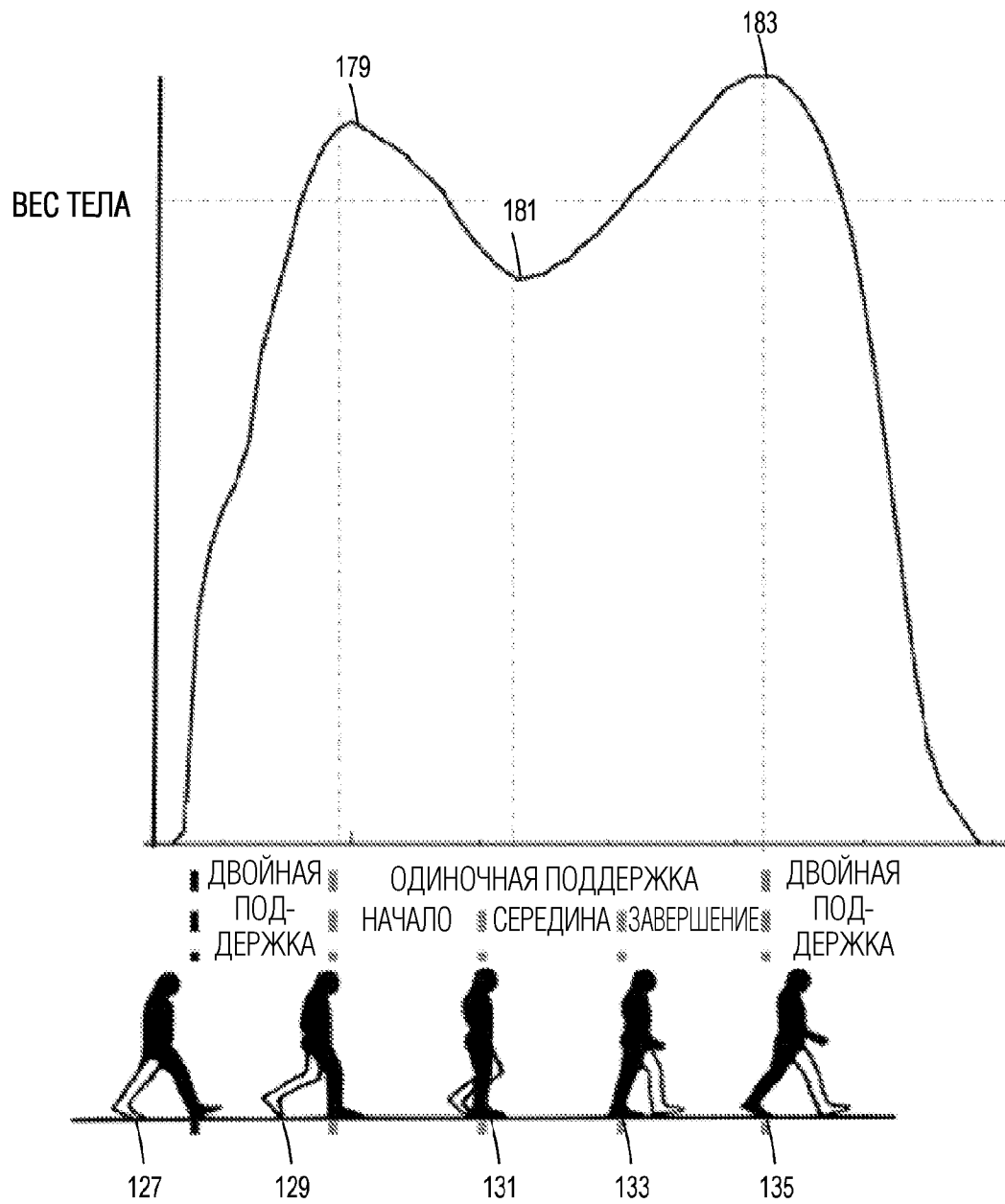
ФИГ. 1В



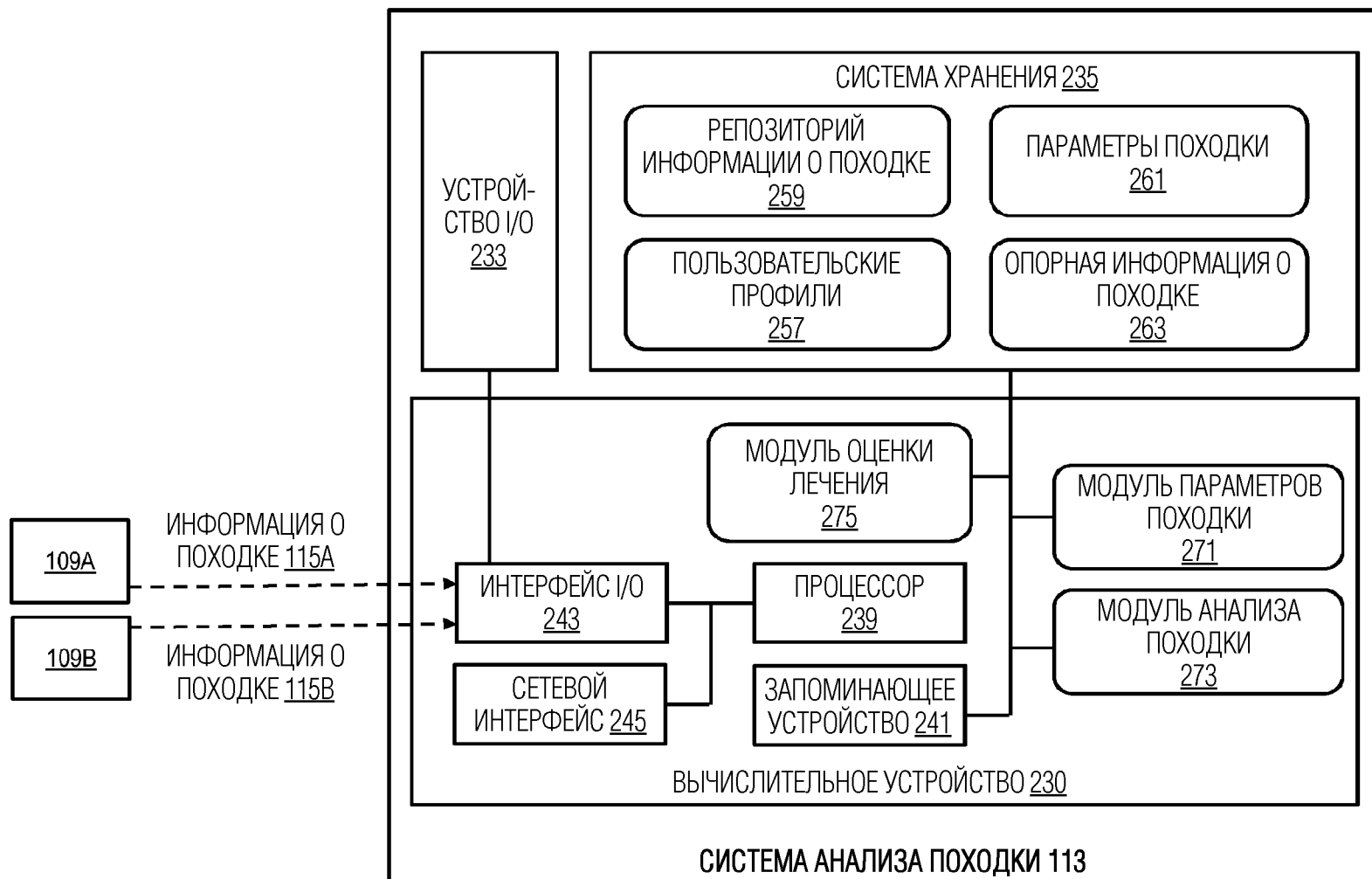
ФИГ. 1С



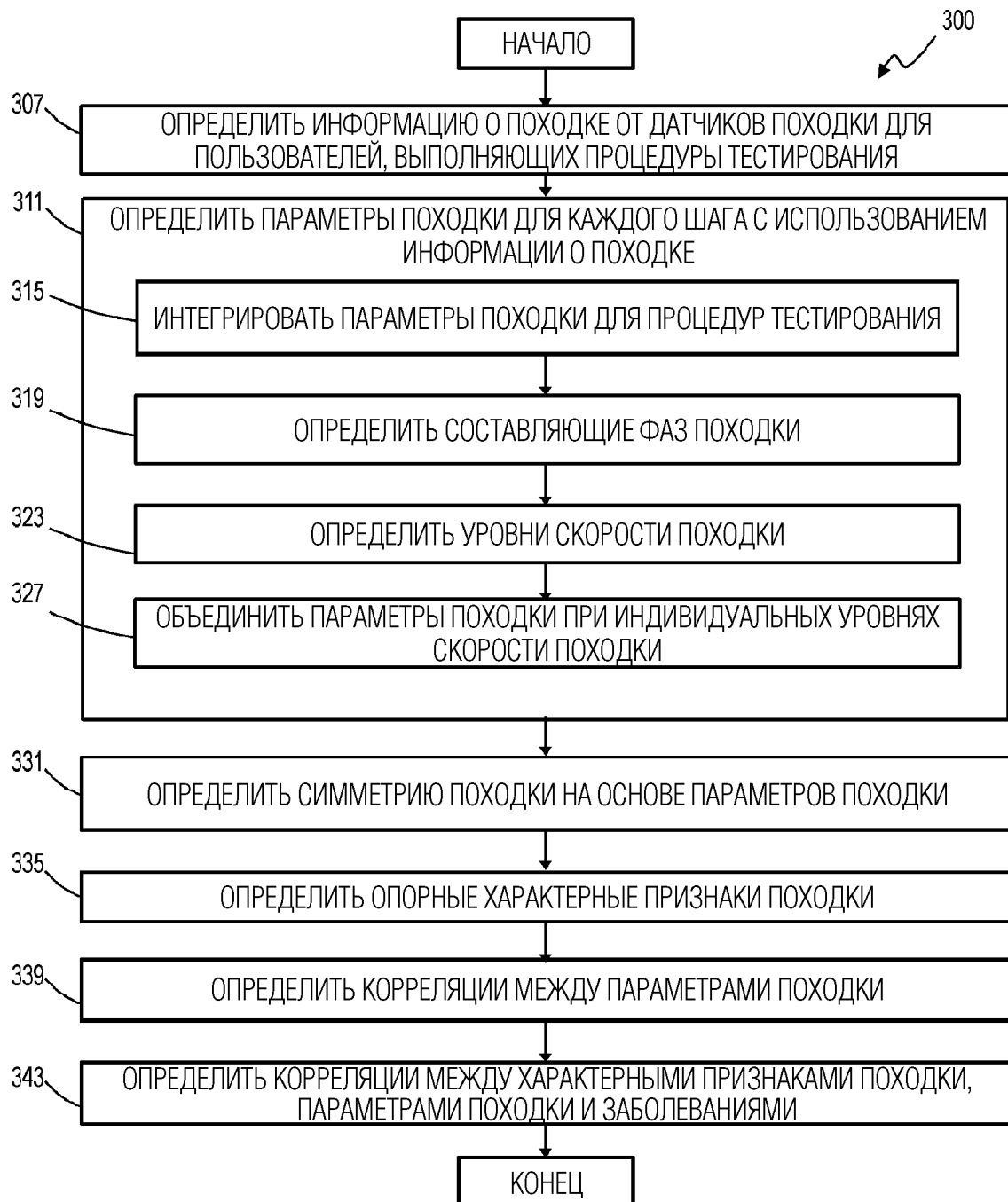
ФИГ. 1D



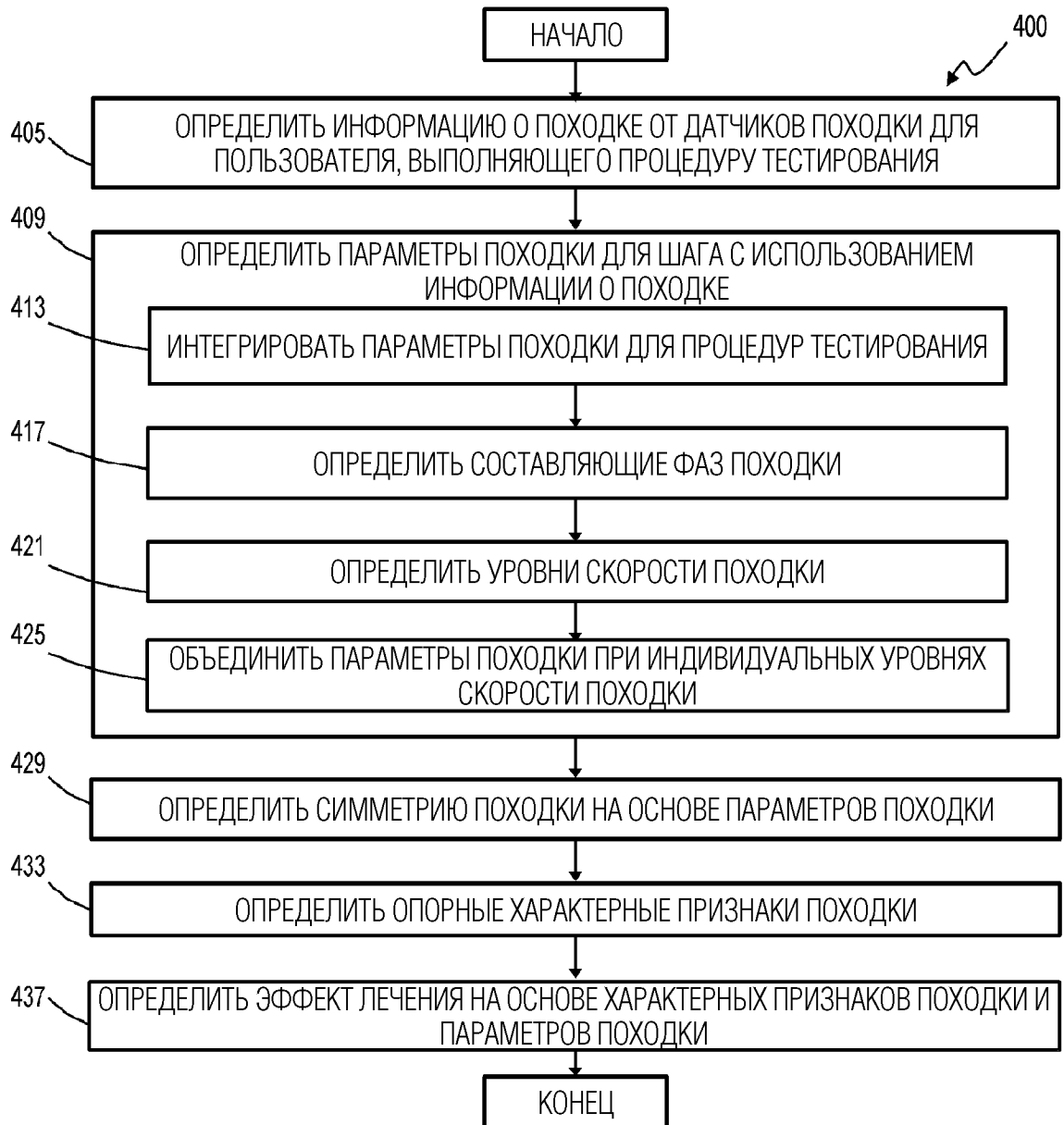
ФИГ. 1Е



ФИГ. 2



ФИГ. 3

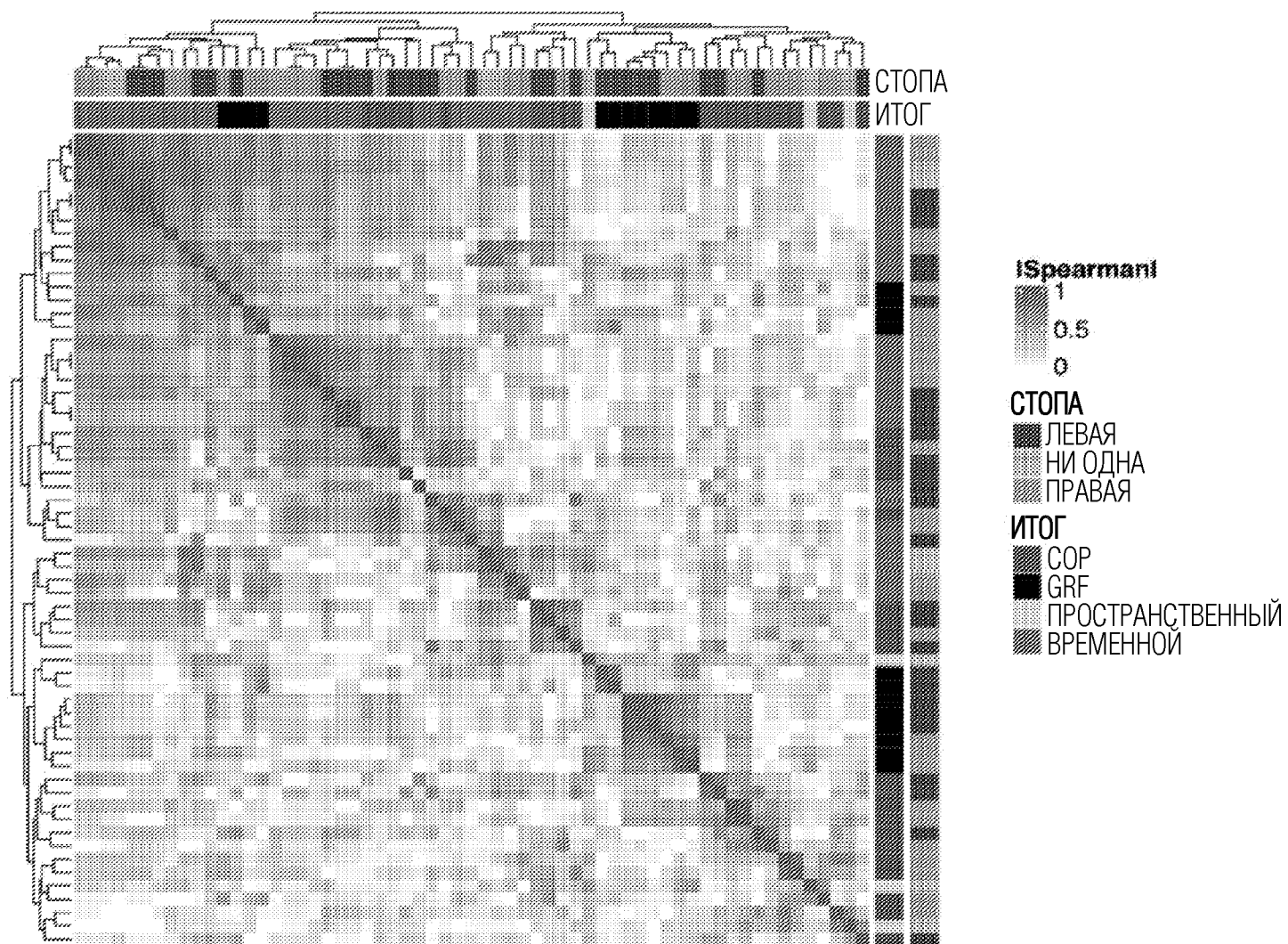


ФИГ. 4

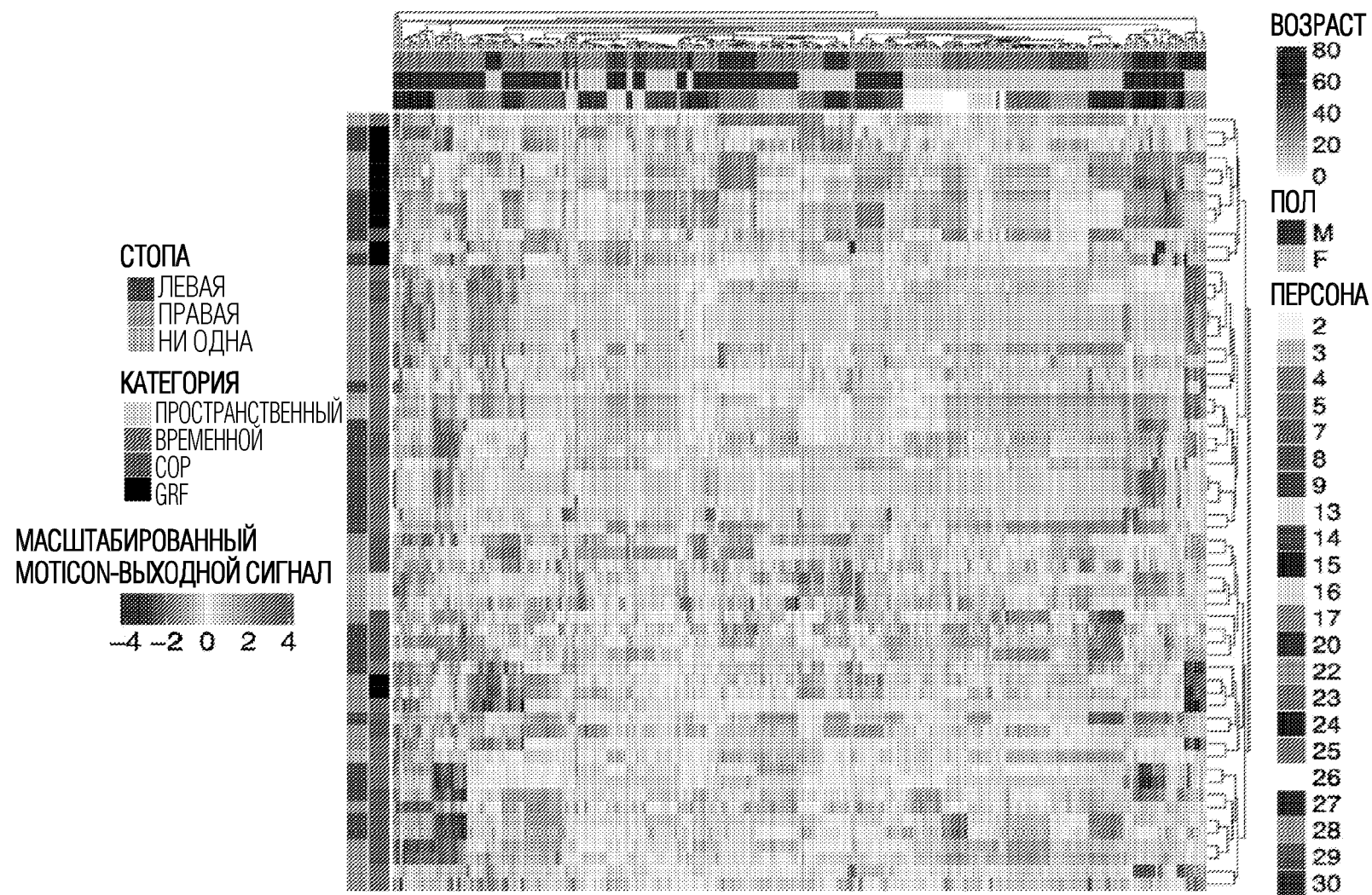
Центр давления (COP)		
Средняя длина линии походки (левая)	мм	Длина средней линии походки (левая стопа)
Средняя длина линии походки (правая)	мм	Длина средней линии походки (правая стопа)
Средняя ширина линии походки (левая)	мм	Ширина средней линии походки (левая стопа)
Средняя ширина линии походки (правая)	мм	Ширина средней линии походки (правая стопа)
Средний COP (AP/ML) в направлении x (левая)	мм	Среднее центра давления в направлении x (левая стопа)
Средний COP (AP/ML) в направлении y (левая)	мм	Среднее центра давления в направлении y (левая стопа)
Средний COP (AP/ML) в направлении x (правая)	мм	Среднее центра давления в направлении x (правая стопа)
Средний COP (AP/ML) в направлении y (правая)	мм	Среднее центра давления в направлении y (правая стопа)
SD COP (AP/ML) в направлении x (левая)	мм	Среднеквадратичное отклонение центра давления в направлении x (левая стопа)
SD COP (AP/ML) в направлении y (левая)	мм	Среднеквадратичное отклонение центра давления в направлении y (левая стопа)
SD COP (AP/ML) в направлении x (правая)	мм	Стандартное отклонение центра давления в направлении x (правая стопа)
SD COP (AP/ML) в направлении y (правая)	мм	Среднеквадратичное отклонение центра давления в направлении y (правая стопа)
Длина ограничительной рамки COP (AP/ML) (левая)	мм	Длина рамки, содержащей все точки COP (левая стопа)
Ширина ограничительной рамки COP (AP/ML) (левая)	мм	Ширина рамки, содержащей все точки COP (левая стопа)
Длина ограничительной рамки COP (AP/ML) (правая)	мм	Длина рамки, содержащей все точки COP (правая стопа)
Ширина ограничительной рамки COP (AP/ML) (правая)	мм	Ширина рамки, содержащей все точки COP (правая стопа)
Средняя скорость COP (левая)	мм/с	Средняя скорость перемещения COP по поверхности стельки датчика (левая стопа)
Средняя скорость COP (правая)	мм/с	Средняя скорость перемещения COP по поверхности стельки датчика (правая стопа)
Длина следа COP (левая)	мм	Полное перемещение COP по поверхности стельки датчика (левая стопа)
Длина следа COP (правая)	мм	Полное перемещение COP по поверхности стельки датчика (правая стопа)

Сила реакции земли (GRF)		
Средняя полная сила во время фазы опоры (левая)	N	Средняя сила всех шагов (левая стопа)
Средняя полная сила во время фазы опоры (правая)	N	Средняя сила всех шагов (правая стопа)
Максимальная полная сила во время фазы опоры (левая)	N	Максимальная сила всех шагов (левая стопа)
Максимальная полная сила во время фазы опоры (правая)	N	Максимальная сила всех шагов (правая стопа)
Среднее всех максимумов полной силы во время всей фазы опоры (левая)	N	Средние максимальной полной силы всех шагов (левая стопа)
Среднее всех максимумов полной силы во время всей фазы опоры (правая)	N	Средние максимальной полной силы всех шагов (правая стопа)
Временные параметры		
Среднее время цикла походки	с	Время от одного удара пяткой до следующего удара пяткой той же стопы, усредненное по всем шагам
Средний темп походки	Шагов/ мин	Число шагов за минуту
Среднее время двойной поддержки	с	Среднее время двойной поддержки относительно среднего времени цикла походки
Средняя доля двойной поддержки	%	Среднее время двойной поддержки относительно среднего времени цикла походки
Среднее время двойной поддержки (левая)	с	Специфичное для стороны время двойной поддержки (левая), с временем левой средней двойной поддержки, учитывая время, начинающееся от удара пяткой правой стопы, до отрыва носка левой стопы (и наоборот)
Среднее время двойной поддержки (правая)	с	Специфичное для стороны время двойной поддержки (правая), с временем правой средней двойной поддержки, учитывая время, начинающееся от удара пяткой левой стопы, до отрыва носка правой стопы (и наоборот)
Средняя длительность шага (левая)	с	Среднее время между последовательными ударами пяткой левой стопы
Средняя длительность шага (правая)	с	Среднее время между последовательными ударами пятки правой стопы
Средняя длительность опоры (левая)	с	Время от удара пяткой до отрыва носка (сторона левой стопы), усредненное по всем шагам
Средняя длительность опоры (правая)	с	Время от удара пяткой до отрыва носка (сторона правой стопы), усредненное по всем шагам

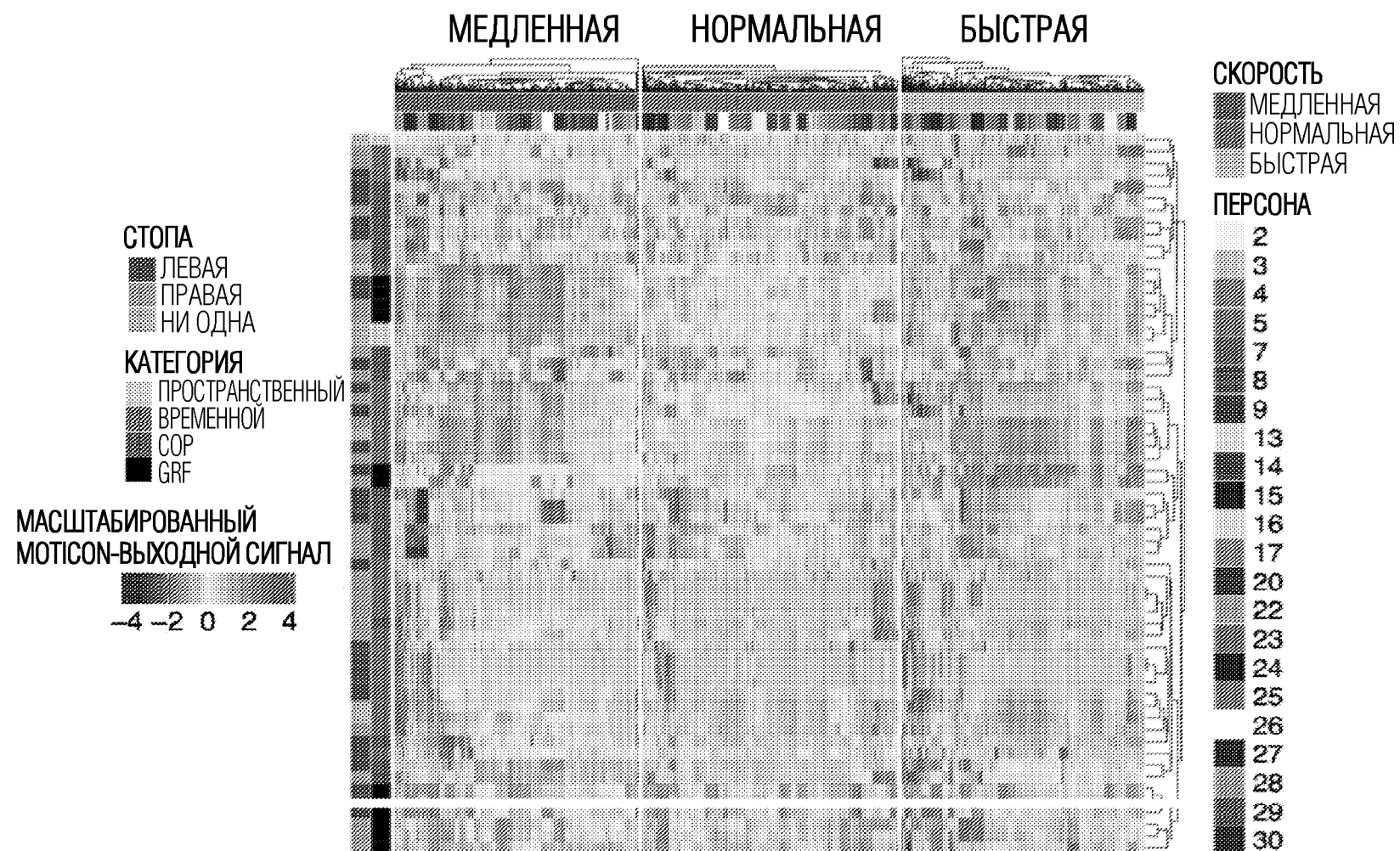
Временные параметры		
SD длительности опоры (левая)	с	Среднеквадратичное отклонение длительности фазы опоры (левая стопа)
SD длительности опоры (правая)	с	Среднеквадратичное отклонение длительности фазы опоры (правая стопа)
Средняя длительность переноса (левая)	с	Время от отрыва носка до удара пяткой (сторона левой стопы), усредненное по всем шагам
Средняя длительность переноса (правая)	с	Время от отрыва носка до удара пяткой (сторона правой стопы), усредненное по всем шагам
SD длительности переноса (левая)	с	Среднеквадратичное отклонение длительности фазы переноса (левая стопа)
SD длительности переноса (правая)	с	Среднеквадратичное отклонение длительности фазы переноса (правая стопа)
Средняя доля фазы опоры (левая)	%	Средняя длительности опоры относительно среднего времени цикла походки (левая стопа)
Средняя доля фазы опоры (правая)	%	Средняя длительности опоры относительно среднего времени цикла походки (правая стопа)
SD доли фазы опоры (левая)	%	Среднеквадратичное отклонение доли фазы опоры (левая стопа)
SD доли фазы опоры (правая)	%	Среднеквадратичное отклонение доли фазы опоры (правая стопа)
Средняя доля длительности переноса (левая)	%	Средняя длительность переноса относительно среднего времени цикла походки (левая стопа)
Средняя доля длительности переноса (правая)	%	Средняя длительность переноса относительно среднего времени цикла походки (правая стопа)
SD доли длительности переноса (левая)	%	Среднеквадратичное отклонение доли фазы переноса (левая стопа)
SD доли длительности переноса (правая)	%	Среднеквадратичное отклонение доли фазы переноса (правая стопа)
Увеличение силы (левая)	с	Время до первого пика силы после начального контакта с землей (левая стопа)
Увеличение силы (правая)	с	Время до первого пика силы после начального контакта с землей (правая стопа)
Динамика отрыва (левая)	1	Отношение значения минимума силы в фазе опоры и 2-го пика силы (отрыв) (левая стопа)
Динамика отрыва (правая)	1	Отношение значения минимума силы в фазе опоры и 2-го пика силы (отрыв) (правая стопа)
Динамика направления походки (левая)	g	Амплитуда ускорения стопы в направлении ходьбы (левая стопа)
Динамика направления походки (правая)	g	Амплитуда ускорения стопы в направлении ходьбы (правая стопа)
Пространственные параметры		
Средняя длина шага	м	Смещение той же самой стопы в направлении ходьбы. Этот параметр является средним по всем обнаруженным шагам. Среднее определяется по данным левой и правой ноги, отдельно, и в итоге усредняется по левой и правой ноге
Гибкость стопы (левая)	g	Амплитуда ускорения стопы в вертикальном направлении тела (левая стопа)
Гибкость стопы (правая)	g	Амплитуда ускорения стопы в вертикальном направлении тела (правая стопа)
Расстояние ходьбы	м	Расстояние ходьбы, пройденное за все измерение
Средняя скорость ходьбы	м/с	Средняя длина шага, деленная на среднее время цикла походки



ФИГ. 6А



ФИГ. 6В



ФИГ. 6С